

VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETAS

Žemės ūkio akademija

TVIRTINU:.....

Vytauto Didžiojo universiteto

Žemės ūkio akademijos

kanclerio pavaduotoja

vykdanti kanclerio funkcijas

Prof. dr. Aušra Blinstrubienė

2025 m. lapkričio 06 d.

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

**Alelopatinio efekto pritaikymas augalų auginimo technologijose įgyvendinant
aplinkosaugos ir klimato kaitos tikslus**

Nr. MTE-23-3

2023-2025 m. BAIGIAMOJI ATASKAITA

**Tyrimo vadovas
Kęstutis Romaneckas**

Akademija, Kauno raj.

2025

ATASKAITOS RENGĖJAI

Autorius	Kuruojama sritis
Dr. (HP) Kęstutis Romaneckas (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros profesorius, pirmaujantysis tyrėjas)	Lauko eksperimentas, ataskaitos sudarytojas
Dr. Zita Kriaučiūnienė (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros profesorė, pirmaujančioji tyrėja)	Laboratorinis eksperimentas, laboratorinis-vegetacinis eksperimentas
Dr. Rita Pupalienė (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros docentė, patvirtinta tyrėja)	Studija apie augalų alelopatiją, laboratorinis-vegetacinis eksperimentas
Dr. Aušra Sinkevičienė (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros docentė, patvirtinta tyrėja)	Laboratorinis-vegetacinis eksperimentas, lauko eksperimentas
Dr. Rita Čepulienė (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros docentė, patvirtinta tyrėja)	Laboratorinis eksperimentas, laboratorinis-vegetacinis eksperimentas
Dr. Rasa Kimbirauskienė (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros lektorė, pradedančioji tyrėja)	Lauko eksperimentas
Dr. Jovita Balandaitė (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros lektorė, pradedančioji tyrėja)	Lauko eksperimentas
Dokt. Austėja Švereikaitė (Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros doktorantė, pradedančioji tyrėja)	Lauko eksperimentas

TURINYS

IVADAS	5
1. PROJEKTO TEORINIS PAGRINDIMAS-STUDIJA: AUGALŲ GYVOSIOS IR LIEKANINĖS BIOMASĖS ALELOPATIJA	7
Ižanga	7
1.1. Alelopatijos tyrimai Lietuvoje	8
1.2. Įvairių augalų alelopatijos tyrimai	10
1.3. Rapsuose ir jų liekanose esantys alelocheminiai junginiai	13
1.4. Rapsų fitosanitarinis poveikis	17
1.5. Fenolinių junginių kiekio pokyčiai rapsų morfologiniuose organuose vegetacijos metu ir rapsų liekanoms tyrant dirvožemyje	20
1.6. Organinių mulčių ištraukų alelopatijos tyrimai	21
1.6.1. Organinių mulčių ištraukų įtaka valgomąjį ridikėlio (<i>Raphanus sativus</i> L.) sėklų dygimui, šaknų ir daigų augimui	21
1.6.2. Organinių mulčių ištraukų įtaka valgomosios morkos (<i>Daucus sativus</i> L.) sėklų dygimui, šaknų ir daigų augimui	23
1.6.3. Organinių mulčių ištraukų įtaka sėjamosios salotos (<i>Lactuca sativa</i> L.) sėklų dygimui, šaknų ir daigų augimui	25
Apibendrinimas	26
2. TYRIMŲ VYKDYMO SĄLYGOS IR METODAI	28
2.1. Laboratorinis eksperimentas: fenolinių junginių nustatymas	28
2.2. Laboratorinis-vegetacinis eksperimentas: augalinės biomasės alelopatinis poveikis kultūrinams augalams ir piktžolėms	29
2.3. Lauko eksperimentas: dvinarių kukurūzų pasėlių tyrimai	30
2.3.1. Eksperimento įrengimo vieta ir dirvožemis	30
2.3.2. Eksperimento variantai ir planas	31
2.3.3. Agrotechninės priemonės	33
2.3.4. Atliekami stebėjimai, analizės ir jų metodai	35
2.3.5. Duomenų matematinis statistinis įvertinimas	41
2.3.6. Meteorologinės sąlygos vegetacijos metu	41
3. EKSPERIMENTO DUOMENŲ ANALIZĖ	44
3.1. Laboratorinis eksperimentas	44
3.1.1. Fenolinių junginių kiekis ir jo pokytis augalų žaliojoje biomasėje	44
3.1.2. Biomasės skaidymasis dirvožemyje	45
3.2. Laboratorinis-vegetacinis eksperimentas	48
3.2.1. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka kviečių dygimui ir vystymuisi	58
3.2.2. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka kukurūzų dygimui ir vystymuisi	68
3.2.3. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka žeminių rapsų dygimui ir vystymuisi	78
3.2.4. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka paprastosios rietinės (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.) dygimui ir vystymuisi	88
3.2.5. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka baltosios balandos (<i>Chenopodium album</i> L.) dygimui ir vystymuisi	97
3.3. Lauko eksperimentas	107
3.3.1. Dirvožemio cheminės savybės	107
3.3.2. Dirvožemio fizikinės savybės	122
3.3.3. Dirvožemio CO ₂ ir O ₂ dujų koncentracija	136
3.3.4. Kukurūzų vystymosi rodikliai	140
3.3.5. Išėlinių tarpinių augalų vystymasis ir produktyvumas	145
3.3.6. Kukurūzų biometriniai, produktyvumo ir kokybiniai rodikliai derliaus nuėmimo	151

metu	
3.3.7. Pasėlio piktžolėtumas	158
3.3.8. Ligos ir kenkėjai	165
3.3.9. Agrotechnologijų energetinis ir aplinkosauginis vertinimas	166
IŠVADOS	175
REKOMENDACIJOS	179
PADĖKA	181
LITERATŪRA	182
PRIEDAS	195

IVADAS

Augalų apsaugos priemonės reikalauja didelių energetinių, iškastinio kuro sąnaudų, kurios didina šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją, teršia aplinką, keičia biologinę įvairovę ir augalų rezistentiškumą. Siekiant sumažinti neigiamą poveikį klimatui ir grėsmes žmonių sveikatai bei norint paskatinti ekosistemų paslaugas, yra svarbu augalų auginimo technologijose taikyti integruotus naujausius agronominių, ekologinių ir cheminių mokslų pasiekimus.

Alelopatija yra ekologinis reiškinys trukdžių tarp organizmų, kurių dėka gali būti valdomas piktžolių, kenkėjų ir ligų plitimas pasėliuose. Dažniausiai augalų alelopatinį ekstraktą sudaro įvairūs metabolitai, kurie gali veikti kaip natūralus augimo reguliatorius ar inhibitorius, o labai praskiestomis formomis maistinių medžiagų šaltinis. Todėl alelopatija, kaip gera augalų konkurencijos strategija, gali išaiškinti augalų rūšių suderinamumą ir tinkamą skirtingų augalų rūšių auginimo seką. Lietuvoje sukaupta nedaug žinių apie kultūrinių augalų alelopatinius junginius ir jų aktyvumą. Daugelis alelochemikalų yra antriniai metabolitai nuo paprastųjų iki komplekso policiklinių aromatinių angliavandenių, kurie aptinkami įvairiuose augalų audiniuose. Jų kaupimosi kiekybiniai ir kokybiniai dėsningumai priklauso nuo augalo rūšies, genetinės prigimties, augimo tarpsnio, augalų augimo sąlygų. Alelochemikalų neigiamas poveikis pasireiškia per ląstelių funkcijas, biocheminius procesus augale – kvėpavimą, fotosintezę, baltymų sintezę, maistinių medžiagų įsisavinimą, pakitusią augalų fermentų ir hormonų veiklą, kas turėtų stabdyti žalingų organizmų augimą ir vystymąsi. Alelopatinių augalų išskyrimas ir įvertinimas, leis kaupiti žinias ir sukurti augalų suderinamumo arba nesuderinamumo modelius ir šias žinias tikslingai taikyti optimizuojant inovatyvias daugianarių pasėlių, dengiamųjų augalų ir mulčio technologijas. Dabar dar dažnai nepavyksta paaiškinti reiškinio priežastis, nėra iki galo aiškūs procesai grandinėje dirvožemis-augalas-atmosfera, todėl augalų alelopatinių savybių tyrimai padėtų kurti ekologiškai ir ekonomiškai pagrįstas augalų auginimo technologijas, išsaugant augalų bioįvairovę, formuojant pasėlių kontrolės strategijas agrosistemose.

Projekto tikslas - ištirti *Fabaceae* (*pupinių*), *Poaceae* (*miglinių*), *Brassicaceae* (*bastutinių*) ir kitų šeimų augalų rūšių alelopatines savybes ir galimybes šį efektą pritaikyti daugiarūšių, dengiamųjų pasėlių ir mulčio technologijose.

Numatomi spęsti uždaviniai:

1. Nustatyti *Fabaceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae* ir kitų šeimų augalų išskiriamus fenolinius junginius ir jų koncentraciją.
2. Naudojant Lietuvos ir kitų šalių duomenis, papildyti augalų, turinčių alelopatinį efektą, duomenų sąrašą, pateikiant jų svarbiausius kokybinius ir kiekybinius parametrus ir išvadas apie augalų rūšių suderinamumą.

3. Nustatyti ir įvertinti iš augalų mulčio, taikant seklių įterpimą į dirvožemį, išplautų fenolinių junginių alelopatinį efektą ūkinių augalų ir piktžolių dygimui lauko sąlygomis.
4. Pateikti rekomendacijas dėl ekonomiškai pagrįstų daugiariūšių, dengiamųjų pasėlių auginimo, augalų biomasės naudojimo mulčiui ir pasėlių augimo stimuliavimui/slopinimui, prisidedant prie aplinkosaugos ir klimato tikslų įgyvendinimo.

Numatomi projekto rezultatai:

1. Bus nustatyti *Fabaceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae* šeimų ir kitų šeimų laukinių augalų (tokių kaip, Sosnovskio barštis) išskiriami fenoliniai junginiai, jų koncentracija. Tai leis įvertinti šių augalų alelopatinį potencialą ir išplėsti alelopatinių augalų sąrašą, kurį galima bus panaudoti projekto studijoje ir rekomendacijose.
2. Bus aprašytos augalų, turinčių alelopatinį efektą, svarbiausios kokybinės ir kiekybinės savybės bei pateiktos rekomendacijos apie alelopatinių augalų ir žemės ūkio pasėlių rūšių suderinamumą. Ši informacija leis kurti naujos kartos agrotechnologijas, ypač vertingas naujų ekoschemų ir kukurūzų IKOK gairių kontekste.
3. Bus nustatytas minėtų augalų šeimų panaudojimo mulčiui poveikis fenolinių junginių išsiplovimui ir pasėlių bei piktžolių dygimui tiek lauko, tiek laboratorinėmis sąlygomis. Tai leis optimizuoti agrotechnologijas, kad būtų sumažintas pesticidų vartojimas prieš žaladarius, augalų ligas ir piktžoles, ir kuo labiau atitiktų Žaliojo kurso keliamus reikalavimus.
4. Bus pateiktos išvados ir rekomendacijos, kaip lauko sąlygomis agrotechnologijose be žalos ūkių ekonomikai, aplinkosaugai ir energetikai padidinti pasėlių bioįvairovę įtraukiant dengiamuosius augalus, įsėlinius tarpinius augalus mulčiui neariminio žemės dirbimo sąlygomis. Svarbiausias uždavinys – mažinti agrotechnologijų ekologinį pėdsaką, taip prisidedant prie klimato kaitos prevencijos.
5. Projekto rezultatų pagrindu ateityje gali būti pradėti parodomieji tyrimai kartu su jais susijusia šviečiamąja veikla (seminarai ir lauko dienos ar mokymai). Taip pat ši nauja aktuali informacija padės burtis į EIP grupes ir toliau populiarinti tvaresnes agrotechnologijas. Be to, projekto autoriai ketina sumodeliuotą geriausius rezultatus lauko sąlygomis pademonstravusią alelopatiją grįstą agrotechnologiją pateikti registracijai kaip atradimą (patentą) į Lietuvos Valstybinį patentų biurą.

1. PROJEKTO TEORINIS PAGRINDIMAS-STUDIJA

AUGALŲ GYVOSIOS IR LIEKANINĖS BIOMASĖS ALELOPATIJA

Ižanga

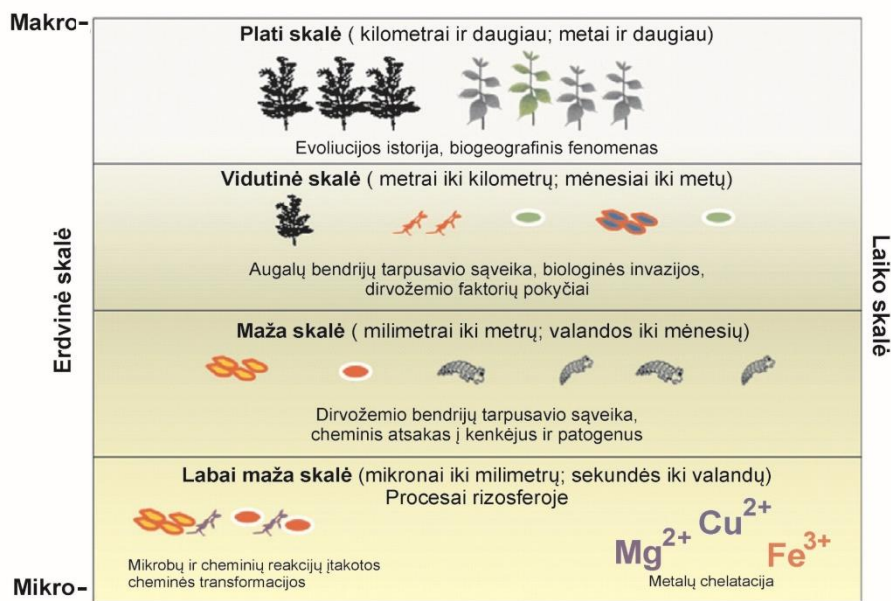
Graikų mokslininkai Teofrastas ir Plinijus (285 m. prieš Kristų) pastebėjo egzistuojančią sąveiką tarp augalų ir nurodė šių ryšių svarbą žemės ūkyje. Tačiau apie augalų išskiriamas chemines medžiagas ir jų sąveiką augalas x augalas pirmą kartą 1832 m. rašė Šveicarų botanikas M. A. P. de Candolle. H. Molisch 1937 m. panaudojo terminą *alelopatija*, apimančią teigiamus ir neigiamus biocheminius ryšius tarp visų rūšių augalų ir mikroorganizmų. Šis apibrėžimas platus, bet pagrįstas, 1983 metais patikslintas E. L. Raso (1983). Tyrimai parodė mikroorganizmų ir žemesnių augalų dalyvavimą fitochemiškai aktyvių medžiagų gamyboje (Inderjit ir kt., 2011). Po pirmojo Pasaulinio alelopatijos kongreso Ispanijoje (1996) priimtas alelopatijos apibrėžimas – *augalų, dumblių, bakterijų ar grybų vykdomas procesas, apimantis antrinių metabolitų gaminimą tam, kad darytų įtaką biologinių sistemų augimui ir vystymuisi*. Alelocheminė sąveika tarp augalų pripažinta svarbiausiu veiksniu modeliuojant žemės ūkio augalų ir piktžolių augimą, žemdirbystės sistemas ir technologijas (Rice, 1984).

Alelocheminių junginių šaltinis gali būti žemės ūkio augalai, piktžolės arba mikroorganizmai. Tai gali būti visų organizmų biocheminės sudedamosios dalys, išsiskiriančios į aplinką organinių medžiagų irimo proceso metu (Aldrich, 1987). Keli šimtai organinių alelocheminių junginių, išskirtų iš augalų ar mikrobu, gali paveikti kitų augalų augimą ar kitas išlikimo funkcijas. Alelopatinis slopinimas arba stimuliavimas paprastai atsiranda dėl alelochemikalų, kurie stabdo arba skatina fiziologinius procesus priimančiame augale (Lazauskas, 1990; Einhelling, 1995; Vaughn, Boyds, 1997). Daugiau nei 240 piktžolių rūšių pasižymi alelopatinėmis savybėmis - išskiria į aplinką fiziologiškai aktyvius junginius (Colquhoun, 2006).

Šiuolaikiniame žemės ūkyje natūraliose augalų bendrijose keičiama augalų rūšinė sudėtis. Visi sudygę augalai, išskyrus pasėlio augalus, yra laikomi piktžolėmis ir naikinami. Naikinamos piktžolės, kai kurie mikroorganizmai ir virusai, taip pat įvairūs žolėdžiai. Pesticidai ir trąšos veikia ne tik augalus ir kenkėjus, bet ir dirvožemį, įvairias ne kenkėjų rūšis, vandenį, maistą, žmones. Be tradicinių žaladarių kontrolės sistemos priemonių yra ir tokių, kurios svarbios ekologiniu požiūriu. Kai kurių rūšių žemės ūkio augalai ir piktžolės gali būti naudojami kitų piktžolių naikinimui, ligoms ir kenkėjams kontroliuoti tradicinėse agroekosistemose. Alelopatija tiesiogiai dalyvauja augalų selekcijos, dirvožemio derlingumo ir žemės dirbimo, augalų apsaugos ir žemdirbystės sistemų srityse ir gali būti svarbi formuojant pasėlių produktyvumą, išsaugant genetinę įvairovę ir ekosistemų stabilumą (Weston, Duke, 2003). Labai svarbu suprasti ir pažinti alelopatijos

mechanizmą, ir tai susiję su alelopatinių savybių turinčių augalų alelocheminių junginių veikimu tarp augalų ir piktžolių, augalų ir augalų, žemės ūkio augalų ir piktžolių liekanų ar šaknų išskiriamo eksudato toksiškumu. Alelopatija yra glaudžiai susijusi su aplinkos stresais, įskaitant vabzdžių ir ligų poveikį, temperatūros šuolius, maistinių medžiagų ir drėgmės kiekio kitimą, dirvožemio rūgštingumą ir sunkiųjų metalų koncentraciją, radiaciją ir pesticidus. Šie biotiniai ir abiotiniai aplinkos veiksniai dažnai padidina alelochemikalų gamybą ir sustiprina augalų alelopatinį potencialą, kuris sąlygoja savisaugą ir išlikimą (Anaya, 1999). Minėti veiksniai turi įtakos ne tik alelocheminių medžiagų koncentracijai, bet ir alelopatinio poveikio trukmei, jų skilimui aplinkoje (Inderjit, Keating, 1999).

Alelopatiją tiriantys pasaulio mokslininkai Inderjit, D. A. Wardle, R. Karban ir R. M. Callaway (Inderjit ir kt., 2011) sako, kad alelopatija turi būti tiriama laike ir erdvėje, pradedant augalo evoliucija ir biogeografija, pereinant į augalų tarpusavio sąveiką augalų bendrijoje, į dirvožemio bendrijų sąveiką ir atsakus į aplinkos veiksnius, pereiti prie procesų rizosferoje – įvairių cheminių transformacijų (1.1 pav.).



1.1 pav. Ekosistemos veiksnių, biogeografinės kaitos ir koevoliucinių santykių laike ir erdvėje poveikis alelochemikalų gamybai, išskiriamiui ir aktyvumui (pagal Inderjit ir kt., 2011)

1.1. Alelopatijos tyrimai Lietuvoje

Nemažai piktžolių alelopatijos tyrimų atlikta Lietuvoje. P. Lazauskas (1990) nustatė, kad stipriu alelopatiniu poveikiu pasižymi plačialapis gyslotis ir dirvinė usnis. Šios piktžolės šaknų vandeniniame ekstrakto ridikėlių sėklų sudugo tik 24 proc., o miežiai visiškai nedygo. Dideliu alelopatiniu aktyvumu pasižymi dirvinis vijoklis ir dirvinis asiūklis. Šių piktžolių šaknų vandeniniai ekstraktai stabdo miežių dygimą. V. Pilipavičius ir K. Romaneckas (2014) ištyrė

dirvinės usnies vandeninių ekstraktų poveikį žieminių kviečių dygimui ir pradiniam augimui. Mokslininkai nustatė, kad didelės koncentracijos dirvinės usnies vandeniniai ekstraktai slopina, o mažos koncentracijos – nežymiai skatina žieminių kviečių dygimą. Dirvinės usnies šaknų vandeniniai ekstraktai fitotoksiškesni už šios piktžolės antžeminės dalies vandeninius ekstraktus. D. Jodaugienė ir kt. (2008) tyrė įvairių organinių mulčių skirtingų koncentracijų ekstraktų įtaką smulkiažiedės galinsogos sėklų dygimui, daigų bei šaknų ilgiui. Mulčių ekstraktai nevienodai veikė smulkiažiedės galinsogos sėklų dygimą. Didžiausios koncentracijos vejos žolės mulčio ištraukoje (1:10) galinsogos nesudygo. V. Pilipavičius (2012) nustatė, kad varpučio šakniastiebių vandeniniai ekstraktai pasižymi 1,4–2,4 karto didesniu inhibitoriniu poveikiu vasarinių kviečių dygimui, lyginant su šios piktžolės antžeminės dalies vandeninių ekstraktų alelopatiniu aktyvumu. Dirvinės pienės antžeminės dalies vandeniniai ekstraktai stipriau slopino vasarinių kviečių dygimą nei šakniastiebių ekstraktai (Pilipavičius ir kt., 2013). Šios piktžolės antžeminės dalies ir šakniastiebių vandeniniai ekstraktai labiau slopino vasarinių kviečių šaknų augimą, lyginant su daigų augimo slopinimu. Rauktalapės rūgštynės sėklų vandeniniai ekstraktai skatino vasarinių miežių dygimą, o antžeminės dalies ir šaknų biomasės ekstraktai - slopino (Pilipavičius ir kt., 2011).

Lietuvoje tirtas miglinių šeimos žolių alelopatinis aktyvumas bei jo kitimas vegetacijos laikotarpiu (Kryževičienė, Paplauskienė, 2002), fenolinių junginių kiekis pašariniuose augaluose (Varnaitė, 1994), žaliajai trąšai augintų tarpinio pasėlio augalų rūšių (raudonųjų dobilų, žieminių rapsų, baltosios garstyčios ir gausiažiedės svidrės) alelopatinis poveikis vasariniams miežiams (Marcinkevičienė, 2003), bendrasis fenolinių junginių kiekis pašarinio augalo rytinio ožiarūčio antžeminėje dalyje (lapuose, stiebuose, žieduose ir sėklose) ir šaknyse įvairiais augimo tarpsniais, iš šių augalo dalių paruoštų vandeninių ekstraktų alelopatinis aktyvumas (Baležentienė, 2009). B. Butkutė ir Z. Dabkevičius (2008) ištyrė gliukozinolatų kompozicijas rapsų sėklose, įvertino skirtingo toksiškumo gliukozinolatų kiekio įvairovę ir kaupimosi dėsnį. A. Marcinkevičienė ir kt. (2013) įvertino raudonųjų dobilų, gausiažiedžių svidrių, baltųjų garstyčių ir žieminių rapsų antžeminės dalies biomasės vandeninių ekstraktų poveikį vasarinių miežių dygimui ir pradiniam augimui. Visų tirtų augalų antžeminės dalies didžiausios koncentracijos vandeniniai ekstraktai mažino vasarinių miežių daigumą ir slopino pradinį augimą. Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje buvo atlikti ir rapsų įvairių morfologinių dalių bei liekanų alelopatijos tyrimai. R. Čepulienė (2014) atliko daugybę cheminių analizių nustatydamas kaip keitėsi fenolinių ir lakių organinių junginių kiekiai rapsuose skirtingais jų augimo tarpsniais ir vertino rapsų liekanų irimo procesus dirvoje. Ji įvertino dirvoje irusių liekanų ištraukų poveikį įvairių augalų sėklų dygimui, daigų ir šaknų augimui. A. Sinkevičienė ir kt. (2018) tyrė organinių mulčių alelopatinį poveikį.

1.2. Įvairių augalų alelopatijos tyrimai

Dauguma augalų pasižymi alelopatiniu poveikiu, tačiau jis gali būti nevienodo stiprumo. Įvairių šalių mokslininkai tyrinėjo skirtingus augalus. B. B. Channappagoudar ir kt. (2005) nustatė, kad sojų ir saulėgražų daigų gyvybingumas žymiai sumažėjo padidinus piktžolių ekstraktų koncentraciją. Tai rodo, kad didesnės alelocheminių junginių koncentracijos turi stipresnį slopinamąjį poveikį ir susidaro iš fenolio rūgščių junginių, pavyzdžiui, p-hidroksibenzoinės rūgšties, p-kumarino rūgšties, kavos rūgšties, o-kumarino rūgšties ir ferulo rūgšties. Panašūs rezultatai buvo užregistruoti ir kitų, piktžolių alelopatines savybes tyrusių mokslininkų: D. S. Uppar ir kt. (1993), D. Leela (1995), I. Beres ir G. Kazinczi (2000), I. M. Chung ir kt., (2001b), A. M. Sanchez-Moreiras ir kt. (2004). Tirtos sorgų alelopatinės savybės. Nustatyta, kad sorgų stiebų ir šaknų vandeniniai ekstraktai labiau slopino pupelių daigumą, šaknų ilgį ir daigų aukštį nei sorgų lapų vandeniniai ekstraktai, nors statistiškai reikšmingo skirtumo tarp lapų ir šaknų ekstraktų poveikio nebuvo (Moosavi ir kt., 2011). Didesnės koncentracijos ekstraktai turėjo stipresnį slopinamąjį poveikį pupelių dygimui.

Atlikta mokslinių darbų tiriant ryžių alelopatines savybes: H. Kato-Noguchi ir kt. (2002), C. H. Kong ir kt. (2011). Nustatyta, kad ryžių šiaudų (stiebai su lapais) vandeniniai ekstraktai 23 proc. mažina paprastosios rietmenės sėklų daigumą, 46 proc. silpnina dygimo energiją, 61 proc. mažina šios piktžolės sausąją biomasę (Chung ir kt., 2001a). Chung ir kt. (2002) išbandė dvidešimt trijų fenolinių junginių poveikį nustatė, kad dauguma iš jų mažina paprastosios rietmenės sėklų daigumą ir slopina šios piktžolės daigų augimą nepriklausomai nuo koncentracijos. Iš bandytų fenolinių junginių didžiausiu alelopatiniu aktyvumu pasižymėjo ferulinė, p-hidroksibenzoinė, p-kumarino ir m-kumarino rūgštys. P-hidroksibenzoinė rūgštis (pH 4,1) mažimo paprastosios rietmenės sėklų daigumą 73 proc. P-hidroksibenzoinė rūgštis, esanti ryžių šiaudų vandeniniame ekstrakto, slopino ir salotos (*Lactuca sativa*), ir paprastosios rietmenės (*Echinochloa crus-galli*) šaknų augimą Chung ir kt., 2001b).

Nustatyta, kad topinambas (*Helianthus tuberosus* L.) pasižymi alelopatinėmis savybėmis. Lauko eksperimente ištyrus topinambų liekanų poveikį piktžolių dygimui ir daigų augimui, nustatyta, kad piktžolių sėklų daigumas sumažėjo 30 proc. Topinambų liekanos slopino ir piktžolių augimą (Tesio ir kt., 2011; 2012). Atlikti laboratoriniai tyrimai parodė, kad topinambų lapai ir stiebai 60 proc. slopino salotų ir 30 proc. pomidorų daigų augimą ir visiškai neturėjo įtakos kukurūzų sėklų dygimui ir daigų augimui (Tesio ir kt., 2010).

Mokslininkai L. Zou ir kt. (2014) ištyrė šešių dviskilčių augalų – griekio (*Fagopyrum esculentum* L.), kmyno (*Carum carvi* L.), pupos (*Vicia faba* L.), aliejinės kanapės (*Cannabis sativa* L.), sėjamojo vikio (*Vicia sativa* L.) ir baltojo lubino (*Lupinus albus* L.) alelopatines savybes šiltnamio ir lauko sąlygomis. Jie patvirtino, kad griekiai efektyviai mažina žaliųjų burnočių sėklų

dygimą ir nustatė, kad kmynai išskiriami chemines medžiagas, kurios slopina šiuurškščiųjų burnočių, bajorių, dirvinių garstukų, dirvinių ridikų, rūgštynių ir dirvinių pienu augimą ir mažina jų sėklų daigumą. Selektviai tirtos kviečių ir miežių alelopatinės savybės (Al Hamdi ir kt., 2001; Bertholdsson, 2007; 2010).

Tiriant griekio (*Fagopyrum esculentum* L.) alelopatines savybes nustatyta, kad griekuose yra alelocheminių medžiagų, kurios slopina piktžolių augimą. Jie slopina įvairias piktžolių rūšis (Tsuzuki, 2003). Kiti mokslininkai teigia, kad šiuose augaluose yra daug įvairių junginių, turinčių alelopatinį poveikį – flavonoidų, riebiųjų rūgščių, alkaloidų, fenolinių rūgščių (Iqbal ir kt., 2003; Kalinova, Vrchotova, 2009). Manoma, kad visas kompleksas griekuose esančių junginių yra atsakingas už stiprų griekų alelopatinį poveikį (Wirth, Gfeller 2016). Atliktas griekų alelopatinio potencialo lauko tyrimas parodė, kad griekiai sumažino piktžolių biomase, palyginti su laukeliais be griekų. Atliktų tyrimų rezultatai rodo, kad griekuose esantys cheminiai junginiai gali veikti kaip alelocheminės medžiagos ir paveikti skirtingų augalų rūšių augimą bei daigumą.

Lietuvoje nuo seno auginami griekiai ir ūkininkai praktiškai pastebėjo, kad po griekų laukuose sumažėja piktžolių. Tą patvirtino įvairiose šalyse atlikti moksliniai tyrimai. Lenkijoje atliktų tyrimų metu nustatyta, kad dėl griekų liekanų dirvožemyje sumažėjo visų piktžolių rūšių, išskyrus gauruotąją vikį (*Vicia hirsuta* L.). Stresinės sąlygos, kurias sukelia griekų likučiai dirvožemyje, padidino fenolio junginių lygį tirtų piktžolių audiniuose. Dirvoje su griekų liekanomis buvo mažai fenolio junginių, kurie gali reikšti lėtą jų išsiskyrimą iš liekanų arba greitą jų susiskaidymą dėka dirvoje gyvenančių mikroorganizmų (Szwed ir kt., 2020). Nors autoriai nurodo, kad šie fenoliniai junginiai tikriausiai negali būti tiesiogiai atsakingi už alelopatinį piktžolių dygimo ir augimo slopinimą, tačiau tyrimo metu prieita prie išvados, kad griekų liekanos slopino daugelio piktžolių rūšių augimą, nes kontrolinio varianto laukeliuose (be griekų liekanų) piktžolės buvo 4 kartus didesnės (Szwed ir kt., 2020). Kalinova ir kt. (2007) net nustatė, kurie iš griekuose esančių junginių slopina kai kurių piktžolių rūšių augimą – tai 4-hidroksiacetofenonas, vanilės ir galo rūgštys. Jie slopina bastutinių šeimos piktžolių – trikertės žvaginės ir dirvinės čiuzutės sėklų dygimą ir daigų augimą. Nustatyta, kad griekiai efektyviai mažina žaliojo burnočio (*Amaranthus retroflexus* L.) sėklų daigumą (Kalinova et al., 2007). A. Golisz ir kt. (2007) nustatė, kad griekiai pasižymi stipriu inhibitoriniu poveikiu paprastojo varpučio augimui ir plitimui.

I. Zemblienė ir R. Pupalienė (2020) lauko eksperimentuose tyrė griekų lukštų panaudojimą daržovių mulčiavimui. Griekų lukštų mulčias darė neigiamą, poveikį daržovių derlingumui: pirmaisiais metais derlingumą mažino 23 proc., antraisiais – 39 proc. Šis mulčias tik burokėlių antžeminės masės nepaveikė neigiamai, tačiau šakniavaisiams, svogūnams ir bulvėms auginti toks mulčias galėjo būti nelabai tinkamas. Net liekamasis griekų lukštų poveikis po dviejų metų mulčiavimo augintų bulvių derlingumui išliko esmingai neigiamas. Nors mokslinėje literatūroje

nurodyta, kad bulvių gumbai dirvoje, kurioje buvo grikių liekanų, buvo daug mažiau užkrėsti *Verticillium* nei bulvės iš kontrolinių laukelių (Wiggins, Kinkel, 2005). Pasėlio piktžolėtumą grikių lukštų mulčias pirmais tyrimo metais mažino neesmingai, tačiau antraisiais tyrimo metais – esmingai. Grikių lukštų mulčią nuo dirvos paviršiaus lengvai nupučia stiprus vėjas, taigi jo poveikis, kaip fizinio barjero, nėra toks stiprus ir pastovus kaip kitų mulčių. Tačiau dėl alelopatinio poveikio piktžolėtumas mažėjo, ypač antraisiais metais, kai prieš tai mulčio likučiai buvo įterpti į dirvą. Stacionarus lauko eksperimentas leido įsitikinti grikių lukštų mulčio poveikiu piktžolių dygimui ir atžėlimui (Zemblienė, Pupalienė, 2020). Atliktų tyrimų metu taip pat nustatyta, kad dirvožemio mulčiavimas grikių liekanomis turėjo didžiausią neigiamą poveikį piktžolių augimui. Pastebėta, kad šio mulčio, kaip ir kitų organinių mulčių naudojimas sumažino vandens garavimo greitį iš dirvos pirmosiomis dienomis po augalų drėkinimo, todėl vanduo buvo išsaugotas ir pasėlis vėliau galėjo jį panaudoti. Dirvos mulčiavimas grikių liekanomis sumažino dirvožemio drėgmės išgarinimą ribotų kritulių tarpsniu, palyginti su nepadengta dirva (Uzoma, 2018).

Brassicaceae šeimos augalai dažnai minimi kaip pasižymintys alelopatinėmis savybėmis (Malik ir kt., 2010; Petersen ir kt., 2001. Laboratoriniai tyrimai patvirtino rapsų liekanų, jų vandeninių ekstraktų ir šaknų eksudatų autotoksinį efektą sėklų dygimui ir augalų augimui (Yasumoto ir kt., 2011). Pastebėta, kad lauke, kuriame augo rapsai, žymiai blogiau augo saulėgražos. E. Jafariehyazdi ir F. Javidfar (2011) laboratoriniais tyrimais nustatė, kad rapsų liekanų vandeniniai ekstraktai mažino saulėgražų sėklų daigumą ir slopino augimą. L. Hoagland ir kt. (2008) tyrė rapsų sėklų išspaudų poveikį augalų dygimui ir augimui. Jie nustatė, kad į dirvą įterpti rapsų rupiniai slopino paprastojo kviečio, ruginio vikio ir paprastosios rietinės dygimą, bet skatino jų antžeminės dalies biomasės didėjimą.

K. D. Walsh ir kt. (2013) tyrė vasarinės judros (*Camelina sativa*) ir rapsų (*Brassica napus* L.) alelopatinį poveikį tuščiajai avižai (*Avena fatua*), linui (*Linum usitatissimum*) ir ridikėliui (*Raphanus sativus*). Vasarinių judrų ir rapsų lapų vandeniniai ekstraktai didino ridikėlių daigų žaliąją masę, o linų daigų masę didino tik rapsų lapų ekstraktai. Judrų ir rapsų žaliosios masės (visas augalas žydėjimo tarpsnyje) vandeniniai ekstraktai mažino tuščiųjų avižų, linų ir ridikėlių sėklų daigumą. Taip pat sumažėjo tuščiųjų avižų ir ridikėlių daigų ir šaknų biomasė. Į dirvą įterpta judrų ir rapsų žalią masę paskatino ridikėlių biomasės augimą ir tik rapsų žaliosios liekanos paskatino tuščiųjų avižų biomasės augimą.

I. Uremis ir kt. (2009) laboratoriniuose ir lauko eksperimentuose ištyrė šešių bastutinių šeimos augalų alelopatinį poveikį laukiniam sorgui (*Sorgas halepense* (L.) Pers.) ir nustatė, kad ridikėlis (*R. sativus* L.), juodasis ridikas (*R. sativus* L. var. Nīger), baltasis ridikas (*Raphanus sativus* L.), rapsukas (*Brassica campestris* L. subsp. rapa) ir rapsas (*Brassica napus* L. Oleifera DC) slopina laukinio sorgo augimą. Stipriausią slopinamąjį poveikį

turėjo juodųjų ridikų ekstraktas. Jame nustatytas didžiausias alelocheminių junginių (benzilzotiocianatas, alylizotiocianatas) kiekis. Šie mokslininkai padarė išvadą, kad bastutiniai augalai pasižymi alelopatiniu slopinančiu veikimu.

Atlikti eksperimentai panaudojant *Brassicaceae* šeimos augalus kaip tarpinius pasėlius šiltnamiuose, kur auginami prekiniai pomidorai. Tirtas rapsuko (*Brassica rapa*), rudosios garstyčios (*Brassica juncea*), rudosios ir baltosios (*Sinapis alba*) garstyčių mišinio poveikis viksvuolės (*Cyperus esculentus*) augimui. Gliukozinolatų analizė parodė, kad rudosios garstyčios, rudųjų ir baltųjų garstyčių mišinys bei rapsukai dirvožemiui atidavė atitinkamai 26,399, 16,798 ir 18,847 $\mu\text{mol m}^{-2}$ gliukozinolatų. *Brassicaceae* šeimos tarpiniai augalai sumažino viksvuolės kiekį iki 20 proc., todėl juos galima naudoti kaip vieną iš sudedamųjų piktžolių kontrolės sistemos dalių (Bangarwa, Norsworthy, 2014).

Brassicaceae šeimos augalų, ypač rapsų alelopatinis poveikis yra stiprus ir todėl verta jį panagrinėti detaliau.

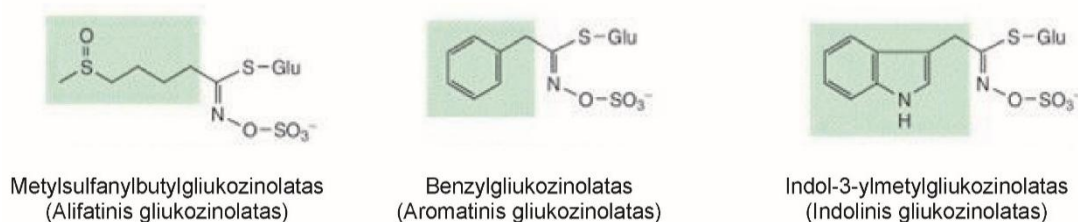
1.3. Rapsuose ir jų liekanose esantys alelocheminiai junginiai

Alelocheminiai junginiai rapsuose biosintezės procese atsiranda kaip galutinis produktas, tarpinis produktas ir antriniai metabolitai. Dauguma alelocheminių junginių yra klasifikuojami kaip antriniai (šalutiniai) metabolitai ir atsiranda kaip pagrindinės medžiagų apytakos šalutinis produktas. Jie kaupiasi visose augalo morfologinėse dalyse: šaknyse, stiebuose, lapuose, žieduose, sėklose. Didžiausias alelocheminių junginių kiekis augalų vegetacijos metu būna lapuose, o vegetacijos pabaigoje – sėklose (Gill ir kt., 1993).

Rapsų medžiagų apykaitos sistema gamina įvairių ir didelį fenolinių ir polifenolinių junginių kiekį, kurie, kaip alelocheminiai junginiai, turi įvairią ekologinę ir fiziologinę paskirtį. Gebėjimas sintetinti fenolinius junginius atsirado evoliucijos eigoje konkrečiam augalo poreikiui patenkinti. Tai leido rapsams prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkos sąlygų (Pichersky, Gang, 2000; Noel ir kt., 2005). Žinoma, kad šie junginiai atlieka struktūrines funkcijas (pvz., tarpiniai junginiai lignifikacijos procese), taip pat svarbūs bendroje augalų gynybos nuo ligų ir kenkėjų sistemoje (Lattanzio ir kt., 2012). Fenoliniai junginiai yra labai heterogeniška grupė, kuri visuotinai ir plačiai pasiskirsčiusi augale ir dažnai yra stebėtinai didelės koncentracijos. Per evoliucinę augalų adaptaciją skirtingų fenolinių junginių biosintezė augaluose vystėsi priklausomai nuo išorinių aplinkos veiksnių. Be daugumos kitų funkcijų (pvz., ląstelių sienelių susidarymas, gynybinės funkcijos), fenoliniai junginiai nusako augalo spalvas ir formuoja jam būdingą skonį ir kvapą. Šių junginių kaupimasis augalo audiniuose laikomas bendru adaptyviu augalo atsaku į nepalankias aplinkos sąlygas gerinant evoliucinę būklę. Be to, šitie antriniai metabolitai fiziologiškai svarbūs

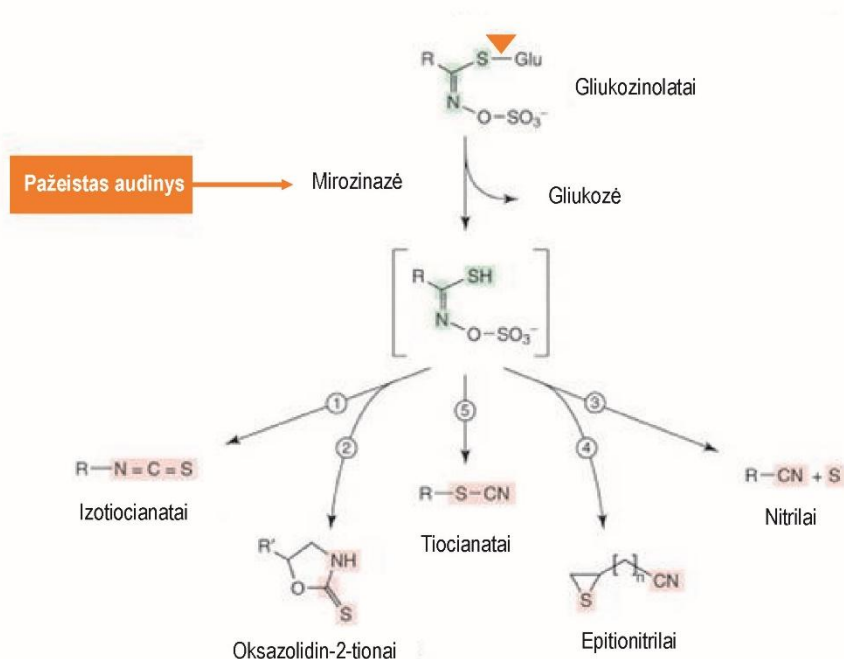
kaip anglies junginių kaupimo priemonė, kurie gali būti panaudojami tuomet, kai azoto kiekis būna ribotas ar sulėtėja fotosintezė. Rapsuose esančių fenolinių junginių modelis yra sudėtingas, nes šios mažos molekulinės masės medžiagos augaluose pasiskirsto netolygiai tiek kiekybiškai tiek kokybiškai – erdvėje ir laike. Skirtumus galima pastebėti skirtinguose rapsų augimo tarpsniuose. Didžiausia šių antrinių metabolitų koncentracija būna augalo dalyse, atsakingose už išlikimą ir dauginimąsi (Osborn ir kt., 2003; Wink, 2003; Noel ir kt., 2005; Singh, Bharate, 2006; Yu, Jez, 2008). Fenoliniai junginiai yra labai svarbūs augalai – dirvožemis ir augalai – patogenai sistemose. Mažos molekulinės masės fenoliai yra augalų augimo reguliatoriai, alelocheminiai junginiai, atsakingi už augale vykstančių biologinių procesų suderinamumą, reakcijas į aplinkos pokyčius. Fenolinių junginių veikimo mechanizmo supratimas leidžia mums sukurti tvaresnę žemės ūkį, įskaitant piktžolių ir kenkėjų kontrolę per sėjomainas ir biokontrolę įvairiais aspektais (Popaa ir kt., 2008).

Alelopatiniu požiūriu svarbiausi rapsų sintetiniai alelocheminiai junginiai yra gliukozinolatai (GLK). Gliukozinolatų randama šešiolikoje magnolijainių šeimų augalų audiniuose, tarp kurių daug valgomų augalų rūšių. Šiuose augaluose nustatyta apie 120 skirtingų gliukozinolatų, nors taksonominėse grupėse glaudžiai susijusių yra tik nedidelis tokių junginių skaičius (Fahey ir kt., 2001; Agerbirk, Olsen, 2012). Didžiausias šių junginių kiekis randamas *Capparales* eilės *Brassicaceae* šeimos augaluose, kuriems priklauso ir ūkiniu požiūriu svarbūs rapsai. Gliukozinolatai (β -tiogliukozid-N-hidroksisulfatai arba cis-N hidroksiiminosulfatų esteriai) dar žinomi kaip garstyčių aliejaus gliukozidai, į kurių sudėtį įeina siera ir azotas, yra natūraliai augalų sintetiniai junginiai, būdingi bastutinių šeimos augalams ir priskiriami alelopatinį aktyvumą lemiančių junginių grupei (Petersen ir kt., 2001; Malik ir kt., 2010; Yasumoto ir kt., 2010). Šie antriniai metabolitai yra sudaryti iš trijų dalių: hidrofilinės β -D-gliukopiranozės, sulfatuotos tihidroksimato funkcinės grupės ir iš dalies hidrofobinio anglikono (dar vadinamo radikalu). Gamtiniai gliukozinolatai vienas nuo kito skiriasi tik aglikono struktūra. Pagal tai, iš kokių amino rūgščių sudarytas aglikonas, gliukozinolatai skirstomi į alifatinius, aromatinius ir indolinius (1.2 pav.).



1.2 pav. Gliukozinolatų struktūrinės formulės. Spalvotu fonu pažymėti aglikonai (pagal Wittstock, Halkier, 2002)

Kiekvienai augalų šeimai yra būdingi keli individualūs gliukozinolatai. Rapsuose randama keturiolika skirtingų šių junginių. Patys gliukozinolatai yra netoksiški junginiai, bet kai pažeidžiamas augalo, kuriame jie yra audinys, prasideda hidrolizės procesas (1.3 pav.).



1.3 pav. Gliukozinolatų fermentinė hidrolizė (pagal Wittstock, Halkier, 2002)

Pažeidus audinio ląsteles, iš mirozinląstelių išlaisvinamas šį procesą katalizuojantis fermentas mirozinazė (tiogliukozidų gliukohidrolazė EC 3.2.3.147.) (Borgen ir kt., 2010). Gliukozinolatų hidrolizės metu atsiskiria D-gliukozė ir nestabilus aglikonas tihidroksimat-O-sulfonatas, kuris sudaro keletą biologiškai aktyvių ir dažniausiai toksiškų, lakių junginių (Brown, Morra, 1996; Rask ir kt., 2000; Vaughn, Berhow, 2005).

Gliukozinolatų hidrolizės produktų sudėtis daugiausia priklauso nuo šoninės grandinės struktūros, bet taip pat priklauso ir nuo reakcijos sąlygų. Jei aplinkos pH neutralus, nestabilus aglikonas transformuojasi į izotiocianatus (1). Jei gliukozinolatų šoninės grandinės hidroksilina anglį – formuojasi oksazolidin-2-tionai (2). Tuo atveju, kai aplinkoje yragelėžies jonų (Fe^{+2}) arba epitiospecifinio baltymo (pvz., rapsų sėklose) – formuojasi nitrilai (3). Šiam nitrilų formavimuisi reikalingas mažas aplinkos $pH < 3$. Kitu atveju sieros atomas atsiskirs nutrūkus šoninės grandinės dvigubai jungčiai (nitrilų formavimasi lemia dviguba jungtis) ir formuosis epitioitrilai. Kai kurie gliukozinolatai hidrolizuojami iki tiocianatų (5).

Gliukozinolatai ir mirozinazė yra pagrindinės sudedamosios dalys sistemos, leidžiančios augalams gintis nuo žolėdžių ir patogenų, o žemės ūkio augalams – ir nuo piktžolių. Mokslininkai šios sistemos veiklos padarinius – lakius gliukozinolatų hidrolizės produktus – vadina garstyčių

aliejaus bomba, arba tiesiog garstyčių aliejumu (Grubb, Abel, 2006; Kissen ir kt., 2009; Borgen ir kt.). Jie pabrėžia garstyčių aliejaus susidarymo svarbą, jo aktualumą ekologiniu ir mitybiniu aspektu. Pasibaigus gliukozinolatų hidrolizei buvo ištirtas gliukozinolatų degradacijos produktų biologinis prieinamumas dirvožemyje. Tyrimai parodė, kad degradacijos produktai sujungiami į hidrofobinius junginius, kuriuos sorbuoja huminės medžiagos, mikrobinė biomasė arba jie sudaro patvarius kompleksinius junginius su dirvožemio mineralais (Poulsen ir kt., 2008). Taigi, gliukozinolatų hidrolizė vyksta greitai, formuojasi izotiocianatai ir kiti toksiški junginiai, įtraukiami į mažiau biologiškai prieinamų junginių dirvoje matricą. Šių junginių visiškas skilimas yra daug lėtesnis, neištirtas procesas (Gimsing ir kt., 2006).

Brassicaceae šeimos augalų liekanos ir aliejaus gamybos atliekos-rupiniai pasižymi inhibitoriniu poveikiu piktžolių sėklų dygimui. (Hoagland ir kt., 2000). J. Petersen ir kt. (2001) ištyrė rapsukuose esančių gliukozinolatų hidrolizės produktų – izotiocianatų poveikį baltosios balandos, bekvapio šunramunio, paprastosios rietmenės, ruginio vikio, dirvinės pienės ir žieminių kviečių dygimui. Išskirti penki skirtingi izotiocianatai: alil, *n*-butil, 3-butenil, benzil ir 2-feniletil izotiocianatai slopino tirtų augalų sėklų dygimą. P. D. Brown ir M. J. Morra (1996) pastebėjo, kad rapsų liekanose esančių gliukozinolatų hidrolizės metu išsiskiriantys kiti lakūs junginiai ir mikrobinio liekanų skaidymo produktai taip pat mažina sėklų daigumą. Lakios medžiagos ir vandenyje tirpūs alelochemikalai stabdo sėjamosios salotos (*Lactuca sativa*) sėklų dygimą (Brown, Morra, 1997). Tiocianato jonai (SCN⁻) pasižymi herbicidinėmis savybėmis ir naudojami kaip veiklioji medžiaga komerciniuose herbiciduose (Borek, Morra, 2005). Nustatyta, kad izotiocianatai ir kiti lakūs junginiai gali būti naudojami augalų apsaugos nuo ligų ir kenkėjų sistemoje (Lazzeri ir kt., 2001; Gimsing, Kirkegaard, 2006; Ahuja ir kt., 2010; Bjorkman ir kt., 2011).

Gliukozinolatai ir jų hidrolizės produktai žinomi dėl savo fungicidinių, bakteriocidinių, nematocidinių ir alelopatinių savybių, tačiau pastaruoju metu sulaukė intensyvaus mokslininkų susidomėjimo dėl vėžio ligos chemopreventinių, terapinių ir profilaktinių savybių (IARC Workgroup, 2004; Matusheski ir kt., 2006; Halkier ir kt., 2006; Traka, Mithen, 2009). Ankstesniuose gliukozinolatų tyrimuose daugiausia dėmesio buvo sutelkta į neigiamus šių junginių aspektus, visų pirma iš *Brassicaceae* šeimos plačiai auginamų aliejinių augalų sėklų pagamintame aliejuje ar rupiniuose esantiems goitrogeniniams gliukozinolatams (Mawson ir kt., 1993; Leikus, 2001; Taraz, 2006; Butkutė, Dabkevičius, 2007). Per pastaruosius metus buvo identifikuota šių biologiškai aktyvių ir chemiškai skirtingų junginių šimtuose valgomų daržovių, kurios galėtų būti biologiniu gliukozinolatų šaltiniu maisto papildams ar farmakologiniams preparatams gaminti. Gliukozinolatų tyrimai padarė didelę pažangą, tačiau svarbu išsiaiškinti jų biosintezės pagrindus, identifikuoti specifinių gliukozinolatų susidarymo priežastis, jų reikšmę

medžiagų apykaitos procese, kad suprastume, kaip ir kodėl augalai sintetina gliukozinolatus. Tai gali padėti geriau panaudoti visą šių junginių potencialą žemės ūkyje ir medicinoje (Halkier ir kt., 2006).

1.4. Rapsų fitosanitarinis poveikis

Pasaulyje priskaičiuojama maždaug 9 000 rūšių vabzdžių ir kenkėjų, 50 000 rūšių augalų patogenų ir 8 000 piktžolių rūšių, darančių žalą žemės ūkio augalams. Sintetiniai pesticidai brangūs, kenksmingi žmogaus sveikatai ir aplinkai. Kovai su žaladariais 2005 metais pasaulyje nupirkti pesticidų už 31 191 milijoną dolerių, iš jų 48 proc. buvo išleisti herbicidams, 24 proc. - fungicidams ir bakteriocidams, 25 proc. - insekticidams ir 3 proc. - kitiems pesticidams (Zhang ir kt., 2011). Nepaisant tokio pesticidų kiekio naudojimo dėl įvairių vabzdžių ir kenkėjų daromos žalos netenkama 14 proc. žemės ūkio produkcijos, dėl patogenų sukeliamų ligų – 13 proc. ir dėl piktžolių – 13 proc. žemės ūkio produkcijos (Pimentel, 2009). Biologinės kilmės junginiai, natūraliai susidarantys dirvoje yrant *Brassicaceae* augalų liekanoms ir galimybė juos panaudoti augalų apsaugos sistemoje domina kaip alternatyva sintetiniams pesticidams. Tokie junginiai vadinami biofumigantais, o jų naudojimas dirvožemyje plintančių patogenų kontrolei – biofumigacija (Smith ir kt., 2004; Kirkegaard, Matthiessen, 2004). Visa tai paryškina alelopatijos reikšmę ir rapsų, kaip augalų turinčių didesnę alelopatinį potencialą, panaudojimą augalų apsaugos sistemoje (Batish ir kt., 2006).

Rapsai, kaip ir kiti *Brassicaceae* šeimos augalai, turi išvystytą savigynos nuo ligų ir kenkėjų mechanizmą. Jie gamina daug ir įvairių antrinių metabolitų, kurie toksiški daugeliui žolėdžių ir patogenų (Roy, Kirchner, 2000; Taylor ir kt., 2004). Fenolinių junginių kaupimasis augalo dalyse yra viena iš savigynos mechanizmo dalių. Šie junginiai atbaido kenkėjus, sudarydami mitybinį barjerą, pakeičia skonines savybes, sumažina virškinamumą (Lattanzio ir kt., 2000, 2005; Simmonds, 2003; Harmatha, Dinan, 2003). Be to, fenoliniai junginiai yra toksiški kai kuriems grybiniams patogenams (Lattanzio ir kt., 2006; Treutter, 2005). Polifenoliniai junginiai taip pat aktyviai dalyvauja augalų gynybos sistemoje (Close, McArthur, 2002; Lev-Yadun, Gould, 2008). Svarbiausi yra gliukozinolatai ir gliukozinolatus – mirozinazės sistema, mokslininkų praminta „garstyčių aliejaus bomba“, kuri sudaro savigynos mechanizmo pagrindą (Birch ir kt., 1992; Ratzka ir kt., 2002; Kissen ir kt., 2009). Šie antriniai metabolitai patenka į dirvožemį su nuoplovomis, šaknų eksudatais ir į dirvą įterptomis po derliaus nuėmimo likusiomis liekanomis. Yrant rapsų liekanoms dirvožemyje, vyksta gliukozinolatus skilimo procesas, kurio metu išsiskiria izotiozianatai ir kiti lakūs junginiai, kurių sudėtyje yra daug sieros ir azoto. Daugelio komercinių pesticidų sudėtyje yra natrio metilditiokarbamato, kurio skilimo produktas yra metilizotiocianatas

(Matthiessen, Kirkegaard, 2006). Tad iš rapsų liekanų išsiskiriantys izotiocianatai turi didelę ekologinę reikšmę saugant augalus nuo įvairių kenkėjų (Pedras ir kt., 2007). Didesnį gliukozinolatų kiekį turinčių augalų liekanos pasižymi stipresniu piktžolės slopinančiu ir biofumigaciniu poveikiu (Bellostas ir kt., 2007). B. Warton ir kt. (2001) ir Siemens ir kt. (2002) teigia, kad svarbu ne tik šių alelocheminių junginių koncentracija, bet ir liekanose esančių gliukozinolatų kokybinė sudėtis bei fermento mirozinazės koncentracija, kuri nusako *Brassicaceae* augalų fitosanitarinį potencialą. H. M. Marjolein ir kt. (2009) tyrė skirtingą gliukozinolatų kiekį turinčių dviejų žieminių rapsų veislių liekanų poveikį sėjamosios salotos (*Lactuca sativa* L.) dygimui ir nenustatė skirtumų. Tai patvirtina, kad nuo gliukozinolatų kokybinės sudėties priklauso poveikis sėklų dygimui, nors mokslininkai neatmeta galimybės, kad tam gali turėti įtakos ir ne gliukozinolatų hidrolizės produktai. Kiti alelocheminiai junginiai gali lemti pastebėtą slopinamąjį poveikį salotos sėklų dygimui.

Atlikti moksliniai tyrimai parodė, kad įterpti į dirvą *Brassicaceae* šeimos augalai efektyviai stabdė nematodų ir patogenų plitimą, išsiskyrę lakūs junginiai buvo toksiški dirvoje gyvenantiems organizmams: grybams, vabzdžiams, bakterijoms ir augalų sėkloms (Muelchen ir kt., 1990; Mojtahedi ir kt., 1993, Manici ir kt., 2000, Gimsing ir kt., 2006). Gliukozinolatų, turinčių fitoncidinių savybių, panaudojimas žemės ūkyje galimas per sėjomainą, įterpiant į dirvą sėklų išspaudas, augalų liekanas arba augalus žaliajai trąšai (Brown, Morra, 1997). A. Ploeg (2008) siūlo rapsų liekanas panaudoti dirvožemyje plintančioms ligoms ir kenkėjams, nematodams ir piktžolėms kontroliuoti jas įterpiant į dirvą, kurioje auginami ekologiniu požiūriu svarbūs augalai, pavyzdžiui, pomidorai ar braškės. B. J. Smith ir J. A. Kirkegaard (2002) tyrė kaip 2-feniletilizotiocianatas *in vitro* sąlygomis veikia grybus, mikromicetus ir bakterijas. Jie nustatė, kad *Trichoderma* spp. tolerantiškos, o *Aphanomyces*, *Gaeumannomyces*, *Phytophthora* ir *Thielaviopsis* labai jautrios 2-feniletilizotiocianato poveikiui. W. S. Monfort ir kt. (2007) nustatė, kad *Brassica* augalus galima naudoti šaknų nematodo *M. incognita* kontrolei, pasėli įterpiant žaliajai trąšai prieš daržovių sodinimą. J. F. Angus ir kt. (1994) tyrė *Brassicaceae* šeimos augalų šaknų poveikį žieminių kviečių pašaknio ligų sukėlėjams. Jie nustatė, kad senos yrančios šaknys labiau stabdo pašaknio ligų sukėlėjų plitimą nei jaunos augančios šaknys. Pavasarinė kopūstinė musė (*Delia radicum*) yra vienas iš daugelio *Brassica* augalų kenkėjų. Jos lervos minta augalų šaknimis ir išskiria lakius junginius, kurie stabdo pašaknio ligų sukėlėjų plitimą (van Dam ir kt., 2012). Ant rapsų liekanų gausu *Trichoderma* genties grybų, slopinančių kai kurių sąlyginai fitopatogeninių mikroorganizmų vystymąsi, ir tai turi poveikį fitosanitarinei dirvos būklei (Kriauciūnienė ir kt., 2008). Lauko ir laboratoriniuose tyrimuose nustatyta, kad rapsai stabdo grybų (*Gaeumannomyces graminis*) plitimą (Kirkegaard ir kt., 2000). L. M. Manici ir kt. (2000) teigia, kad augalų liekanų fungitoksiškumas priklauso nuo jose esančių gliukozinolatų struktūros, t. y. nuo jų šoninės

grandinės. Alifatinių gliukozinolatų hidrolizės produktai, esant jų koncentracijai $0,01 \mu\text{mol g}^{-1}$ dirvožemio, slopina grybo *P. irregulare oospore* augimą, o esant $0,5 \mu\text{mol g}^{-1}$ dirvožemio ir *R. solani* kolonijų plitimą.

Rapsai, kaip tarpiniai pasėliai, lėtina dirvos eroziją, pagerina dirvožemį, nustelbia piktžoles, pagerina maisto medžiagų ir drėgmės prieinamumą. Iš augančių augalų ir yrančių jų liekanų išsiskiriantys biocheminiai junginiai padeda kontroliuoti nematodus, grybus, ligų sukėlėjus bei piktžoles. Į dirvą įterptos *Brassica* augalų liekanos dvi savaites inhibitoriškai veikia piktžolių augimą (Kruidhof ir kt., 2008). Tad *Brassicaceae* šeimos augalai svarbūs sėjomainoje. Šių augalų fitosanitarinis poveikis skiriasi tarp rūšių, veislių, priklauso nuo geografinės vietos ir auginimo sąlygų (Clark, 2007). Kuriant augalų apsaugos sistemas panaudojant rapsų liekanas, reikia atsižvelgti į tai, kad izotiocianatų išsiskyrimui didelę įtaką turi liekanų įterpimo būdas ir aplinkos veiksniai – rapsų liekanų susmulkinimo lygis, dirvos drėgnis (Matthiessen, Kirkegaard, 2006). J. B. Gardiner ir kt. (1999) nustatė, kad giliai plūgu užarti žieminiai rapsai išskyrė nedidelį kiekį izotiocianatų. Jų koncentracija neviršijo 1 nmol g^{-1} dirvožemio sausosios masės. Į dirvą įterpus kruopščiai susmulktintų garstyčių augalus ir gerai palaisčius, alilizotiocianato koncentracija siekė 100 nmol g^{-1} dirvožemio sausosios masės (Matthiessen ir kt., 2004). Vienodai paskleistos ir tolygiai įterptos augalų liekanos turi stipresnį fitosanitarinį poveikį šaknų gumbo nematodams *M. incognita* (Roubtsova ir kt., 2007). Mažos koncentracijos, bet ilgesnį laiką išsiskiriantys izotiocianatai, pavyzdžiui, iš užartų pasėlių, gali stipriai sumažinti kai kurių dirvoje plintančių patogenų daromą žalą (Mojtahedi ir kt., 1993; Mattner ir kt., 2008). Toks netiesioginės gynybos nuo žaladarių mechanizmas dažniausiai vadinamas aplinkai draugiška arba ekologine augalų apsaugos strategija ir gali būti žemės ūkio augalų apsaugos sistemų priemonė.

1.5. Fenolinių junginių kiekio pokyčiai rapsų morfologiniuose organuose vegetacijos metu ir rapsų liekanoms yrant dirvožemyje

Atlikus išsamią literatūros analizę rapsų alelopatijos tema, Aleksandro Stulginskio universitete (dabar – Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija) buvo atlikti fenolinių junginių kiekio pokyčių rapsų morfologiniuose organuose vegetacijos metu ir rapsų liekanoms yrant dirvožemyje išsamūs tyrimai. Apibendrinant šio tyrimo rezultatus galima teigti, kad fenolinių junginių kiekis rapsų morfologinėse dalyse skyrėsi ir vegetacijos metu kito. Žieminių ir vasarinių rapsų vegetacijos metu didžiausias šių junginių kiekis kaupėsi rapsų sėklose (žieminių – $1,66 \text{ mg g}^{-1}$, vasarinių – $1,82$

mg g⁻¹) ir lapuose butonizacijos tarpsnyje (žieminių – 1,63 mg g⁻¹, vasarinių – 1,71 mg g⁻¹) (P≤0,05). Butonuose, žieduose ir žaliuose ankštarose fenolinių junginių kiekis buvo mažesnis nei lapuose, bet didesnis nei stiebuose. Šaknyse šių junginių kaupėsi mažiausiai. Vegetacijos pabaigoje fenoliniai junginiai kaupėsi sėklose, o kitose morfologinėse dalyse jų kiekis buvo mažesnis nei ankstesniuose augimo tarpsniuose.

Dirvoje yrančiose rapsų liekanose fenolinių junginių kiekis kito. Per pirmuosius tris mėnesius žieminių rapsų liekanose fenolinių junginių kiekis sumažėjo vidutiniškai 30,6 proc., o vasarinių – 25,0 proc. ir tris mėnesius dirvoje irusiose liekanose šių junginių kiekis buvo mažiausias (P≤0,05). Toliau vykstant skaidymosi procesui fenolinių junginių kiekis didėjo ir buvo vidutiniškai didžiausias (žieminių – 0,57 mg g⁻¹, vasarinių – 0,60 mg g⁻¹) 19 mėnesių dirvoje irusiose liekanose, išskyrus žieminių rapsų kūlenas. Pastarosiose didžiausias (0,61 mg g⁻¹) fenolinių junginių kiekis nustatytas praėjus 14 mėnesių nuo jų įterpimo į dirvą. Ilgiau nei 19 mėn. irusiose rapsų liekanose fenolinių junginių kiekis mažėjo. Tik žieminių rapsų ražienojuose ir vasarinių rapsų šaknyse fenolinių junginių kiekis išliko didžiausias praėjus 26 mėnesiams nuo jų įterpimo į dirvą.

Didžiausias gliukozinolatų kiekis kaupėsi žieminių ir vasarinių rapsų šaknyse (P≤0,05) (žieminių – 5,45 μmol g⁻¹, vasarinių – 1,80 μmol g⁻¹). Jose vyravo indoliniai ir aromatiniai gliukozinolatai, kūlenose ir vasarinių rapsų ražienojuose – alifatiniai, o žieminių rapsų ražienojuose – aromatiniai gliukozinolatai. Dirvoje yrančiose rapsų liekanose gliukozinolatai hidrolizuojami, kinta jų kokybinė sudėtis ir kiekis. Tris mėnesius dirvoje irusiose rapsų ražienojuose ir šaknyse bendras gliukozinolatų kiekis nustatytas nuo 2,4 iki 13,5 kartų mažesnis už šių junginių kiekį ražienojuose ir šaknyse po derliaus nuėmimo, o kūlenose – nuo 2,0 iki 3,0 kartų didesnis.

Didžiausias lakių organinių junginių kiekis išsiskyrė dirvoje yrant žieminių ir vasarinių rapsų šaknims. Dirvoje yrant rapsų kūlenoms, ražienojams ir šaknims, daugiausia lakių junginių išsiskyrė praėjus septyniems mėnesiams, o yrant žieminių rapsų kūlenoms – trims mėnesiams nuo jų įterpimo į dirvą. Ilgesnį laiką – keturiolika, devyniolika ir dvidešimt šešis mėnesius – dirvoje irusių rapsų liekanų vandeniniuose ekstraktuose lakių organinių junginių kiekis mažėjo, tačiau nedėsnigai. Pavasarį iš dirvos paimtų irusių devyniolika mėnesių, žieminių rapsų ražienojų ir šaknų bei vasarinių rapsų kūlenų ekstraktuose šių junginių buvo daugiau nei paimtų rudenį, keturiolika mėnesių irusių dirvoje šių liekanų ekstraktuose.

Rapsų derliaus nuėmimo liekanos slopino žieminių kviečių ir vasarinių miežių dygimą, tačiau skatino vasarinių miežių daigų ir šaknų augimą, o žieminių rapsų ražienojai ir šaknys bei vasarinių rapsų ražienojai ir kūlenos esmingai (P≤0,05) stimuliuo kviečių daigų augimą.

Dirvoje yrančios rapsų liekanos pavasarį (po 7 mėn.) slopino žieminių kviečių dygimą, bet skatino jų daigų ir šaknų augimą, o rudenį (po 3 ir 26 mėn.) skatino žieminių kviečių dygimą. Pirmus metus į dirvą įterptos rapsų liekanos slopino vasarinių miežių dygimą, tačiau

skatino jų daigų ir šaknų augimą. Antrus metus dirvoje yrančios liekanos skatino miežių dygimą ir, esant didesniai jų kiekiui, dažniausiai skatino augimą. Dar labiau suirusios rapsų liekanos slopino vasarinių miežių dygimą ir šaknų augimą, o daigų augimą skatino.

Visos tirtos rapsų liekanos po derliaus nuėmimo slopino kibiojo lipiko ir dirvinės pienės sėklų dygimą. Dirvinio garstuko ir bekvapio šunramunio sėklų dygimą žieminių rapsų kūlenos slopino, o žieminių ir vasarinių rapsų šaknys – skatino ($P \leq 0,05$).

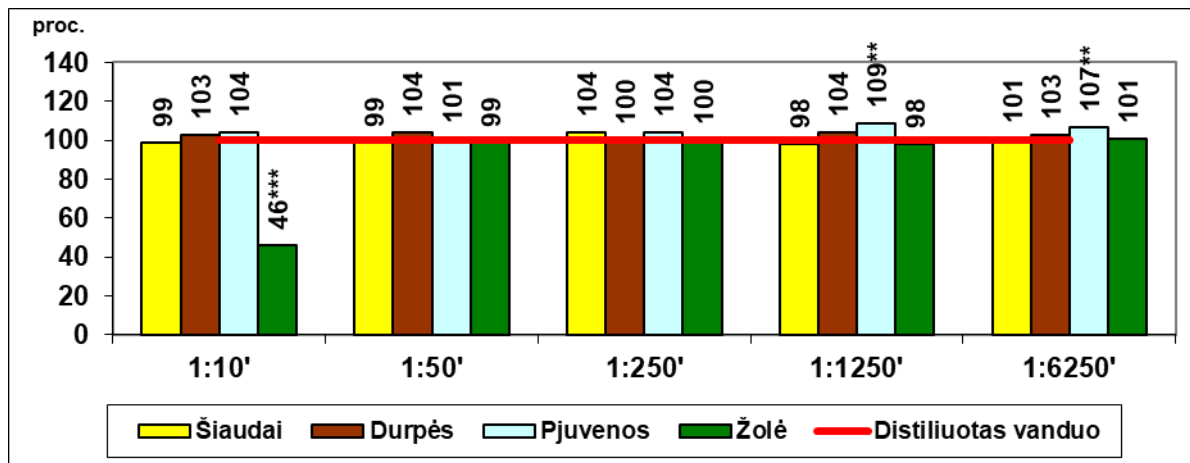
Tris mėnesius dirvoje irusios visos rapsų liekanos labiausiai slopino dirvinio garstuko, vasarinių rapsų šaknys – kibiojo lipiko, o žieminių rapsų kūlenos – bekvapio šunramunio sėklų dygimą. Septynis mėnesius dirvoje irusios rapsų liekanos labiausiai slopino dirvinės pienės ir dirvinio garstuko sėklų dygimą ($P \leq 0,05$). Ilgesnį laiką (14 mėn. ir ilgiau) dirvoje irusios liekanos turėjo tendenciją skatinti piktžolių sėklų dygimą, daigų ir šaknų augimą (Velička ir kt., 2012; Čepulienė, 2014).

1.6. Organinių mulčių ištraukų alelopatijos tyrimai

1.6.1. Organinių mulčių ištraukų įtaka valgomojo ridikėlio (*Raphanus sativus* L.) sėklų dygimui, šaknų ir daigų augimui

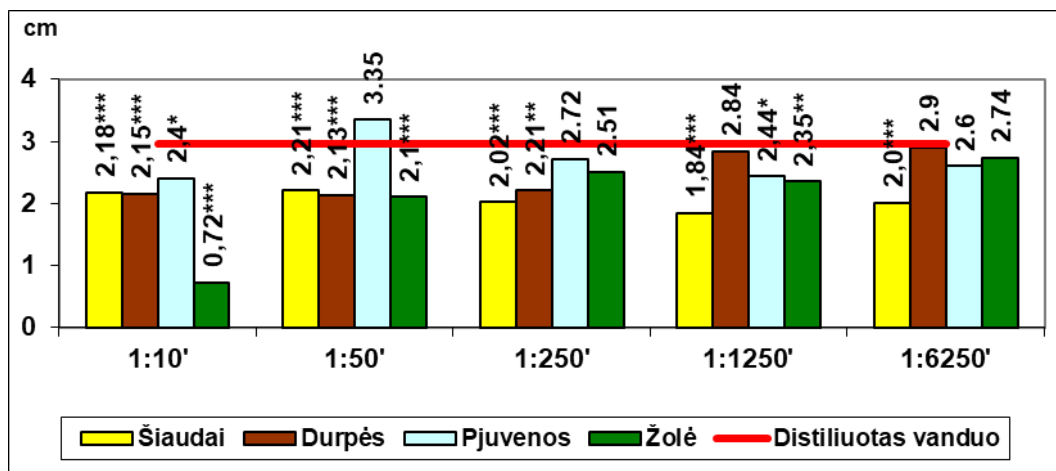
VDU ŽŪA atlikome laboratorinius organinių mulčių ištraukų alelopatijos tyrimus. Pradėję mulčiavimo tyrimus pastebėjome, kad ne visos mulčiavimui naudotos organinės liekanos didino žemės ūkio augalų derlingumą. Organiniai mulčiai pasižymi ne tik alelopatiniu poveikiu – jie veikia kaip fizinis barjeras mažindami drėgmės išgaravimą iš dirvos, saulės šviesos patekimą ant dirvos, neigiamą lietaus (ypač stipraus) lašų poveikį dirvos paviršiui, praturtindami dirvą organinėmis ir augalams prieinamomis mineralinėmis maisto medžiagomis, todėl žemės ūkio augalų derlingumas didėja. Tačiau alelopatinis poveikis taip pat gali būti stiprus ir net plika akimi matomas

Ištirus valgomojo ridikėlio sėklų dygimą vandeninės įvairių mulčių ištraukos ir jų įvairios koncentracijos pasižymėjo dažniausiai skatinančiu poveikiu (1.4 pav.). Esminis poveikis buvo nustatytas pjuvenų mulčio ištraukos 1:1250 ir 1:6250 konc., kurios ridikėlių dygimą skatino 9 ir 7 proc., lyginant su kontrole.



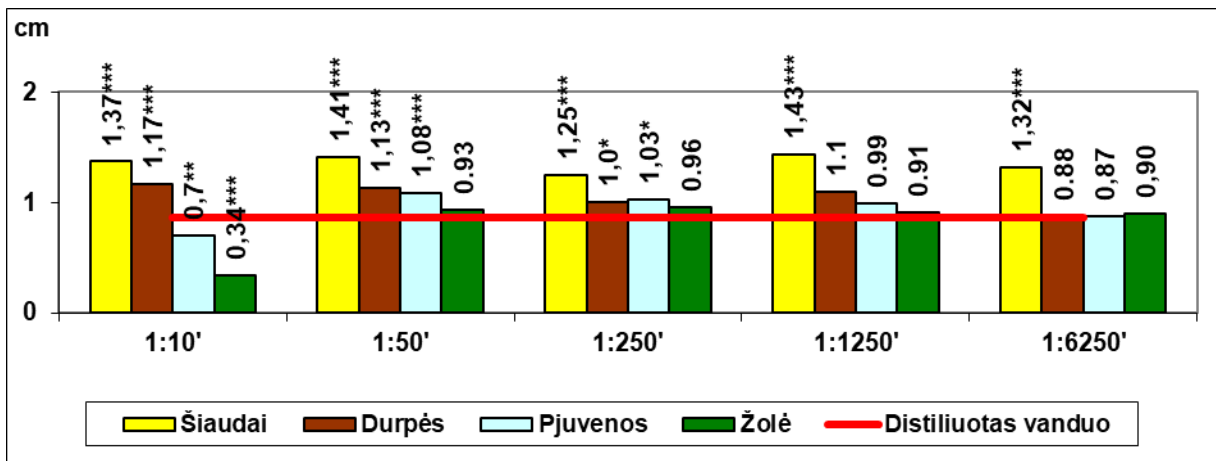
1.4 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka valgomojo ridikėlio (*Raphanus sativus* L.) dygimui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

Išmatavus ridikėlių šaknelių ilgį, nustatyta, kad distiliuotame vandenyje ridikėlių šaknelės siekė 2,97 cm (1.5 pav.). Organinių mulčių įvairių koncentracijų ištraukos ridikėlių šaknelių vystymuisi turėjo beveik vienodą slopinamąjį poveikį, tačiau pjuvenų mulčio ištraukos 1:50 konc. skatino šaknelių ilgį net 13 proc., lyginant su distiliuotu vandeniu.



1.5 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka valgomojo ridikėlio (*Raphanus sativus* L.) šaknelių ilgiui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

Išmatavus ridikėlių daigelių ilgį, nustatyta, kad distiliuotame vandenyje ridikėlių daigelių ilgis siekė 0,86 cm, o organinių mulčių ištraukų įvairios koncentracijos dažniausiai veikė skatinančiai (1.6 pav.).

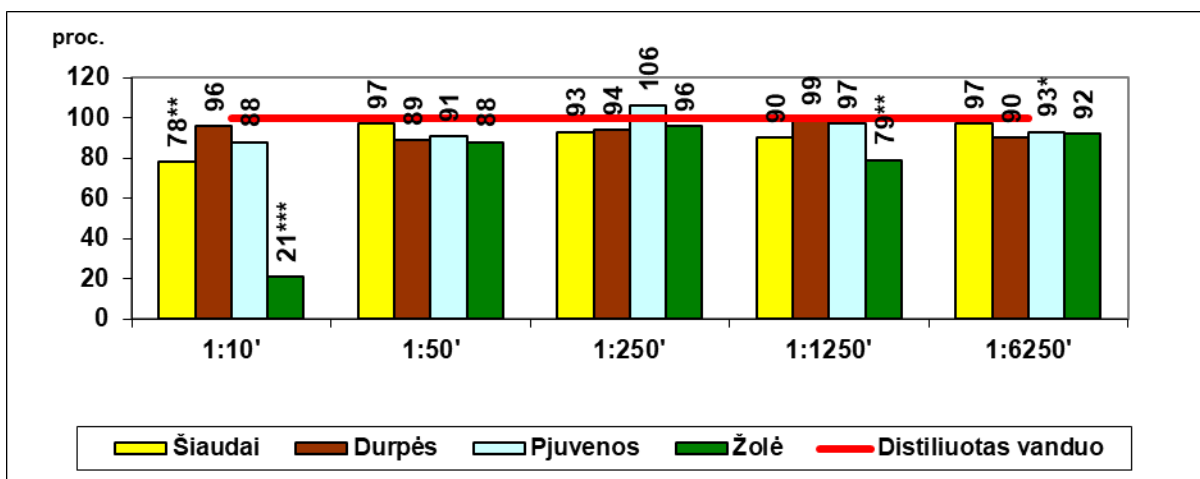


1.6 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka valgomojo ridikėlio (*Raphanus sativus* L.) daigelių ilgiui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

Šiaudų mulčio ištraukos visos koncentracijos ridikėlių daigelių vystymąsi esmingai skatino net 45–66 proc., lyginant su distiliuotu vandeniu ir buvo efektyviausios eksperimente.

1.6.2. Organinių mulčių ištraukų įtaka valgomosios morkos (*Daucus sativus* L.) sėklų dygimui, šaknų ir daigų augimui

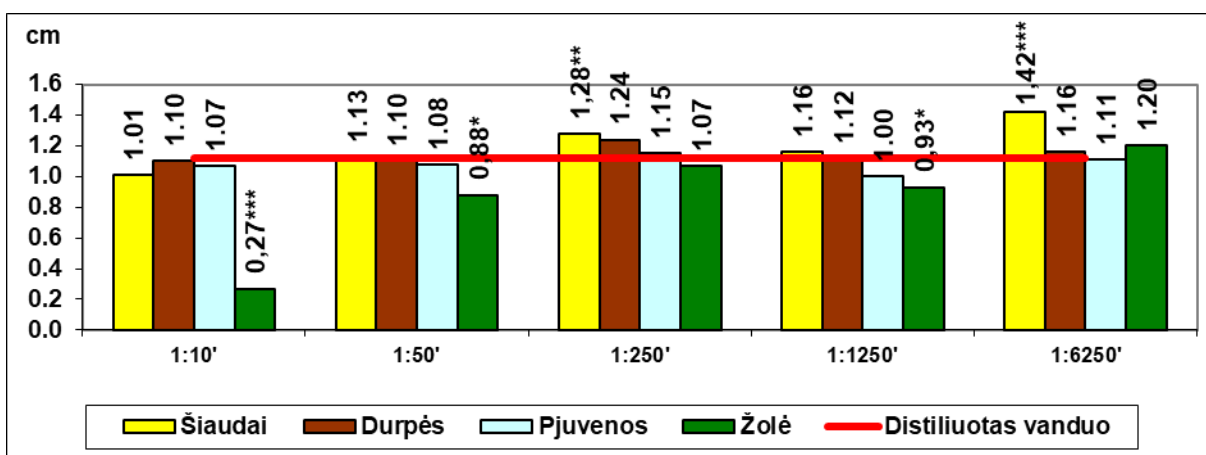
Ištyrus valgomosios morkos sėklų dygimą pastebėta, kad vandeninės įvairių mulčių ištraukos ir jų įvairios koncentracijos pasižymėjo beveik vienodu slopinančiu poveikiu (1.7 pav.), išskyrus pjuvenų 1:250 koncentracijos ištrauką, kuri pasižymėjo silpnu (tik 6 proc.) skatinamuoju poveikiu.



1.7 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka valgomosios morkos (*Daucus sativus* L.) dygimui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

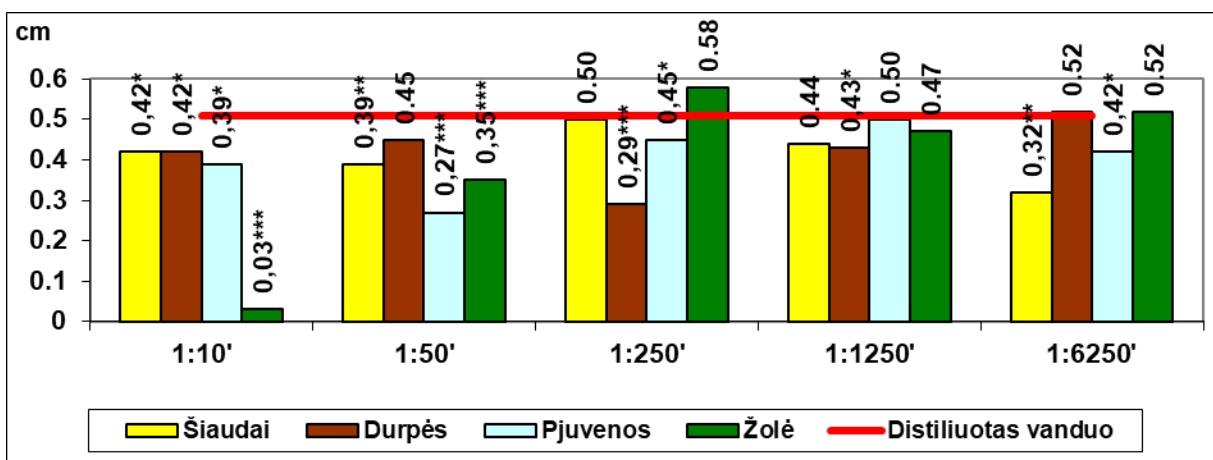
Išmatavus valgomosios morkos šaknelių ilgį, paaiškėjo, kad organinių mulčių ištraukos įvairios koncentracijos morkų šaknelių vystymąsi veikė nevienodai, tačiau dažniausiai slopinančiai (1.8 pav.). Tik šiaudų mulčio esant 1:250 ir 1:6250 koncentracijoms 14 – 27 proc. esmingai didino

morkų šaknų ilgį lyginant su kontrole.



1.8 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka valgomosios morkos (*Daucus sativus L.*) šaknelių ilgiui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

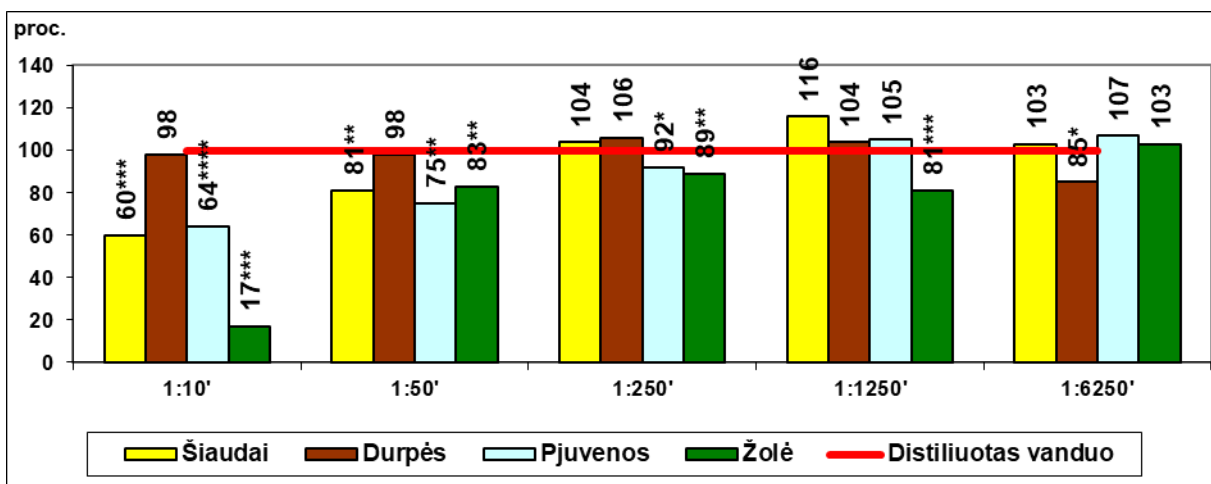
Išmatavus valgomosios morkos daigelių ilgį nustatyta, kad organinių mulčių ištraukos dažniausiai mažino šaknų ilgį (1.9 pav.). Tik 1:250 konc. žolės mulčio ištrauka morkų daigelių vystymąsi skatino 14 proc.



1.9 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka valgomosios morkos (*Daucus sativus L.*) daigelių ilgiui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

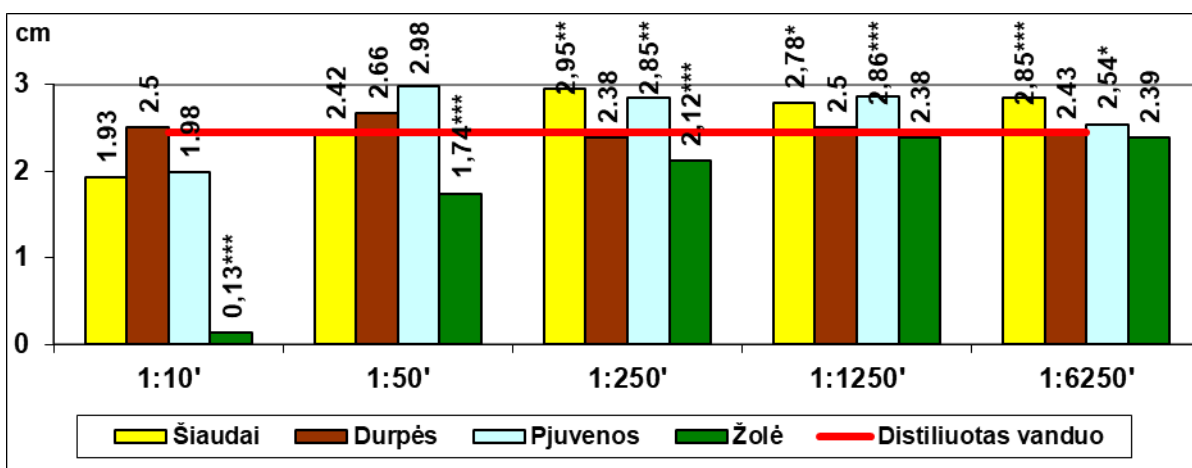
1.6.3. Organinių mulčių ištraukų įtaka sėjamosios salotos (*Lactuca sativa* L.) sėklų dygimui, šaknų ir daigų augimui

Organinių mulčių ištraukų įvairios koncentracijos dažniau veikė sėjamosios salotos sėklų dygimą neigiamai, nei teigiamai (1.10 pav.), tačiau šiaudų mulčio ištraukos 1:250, 1:1250 ir 1:6250 koncentracijų nustatytas skatinamasis poveikis nuo 3 iki 16 proc., lyginant su distiliuotu vandeniu.



1.10 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka sėjamosios salotos (*Lactuca sativa* L.) dygimui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

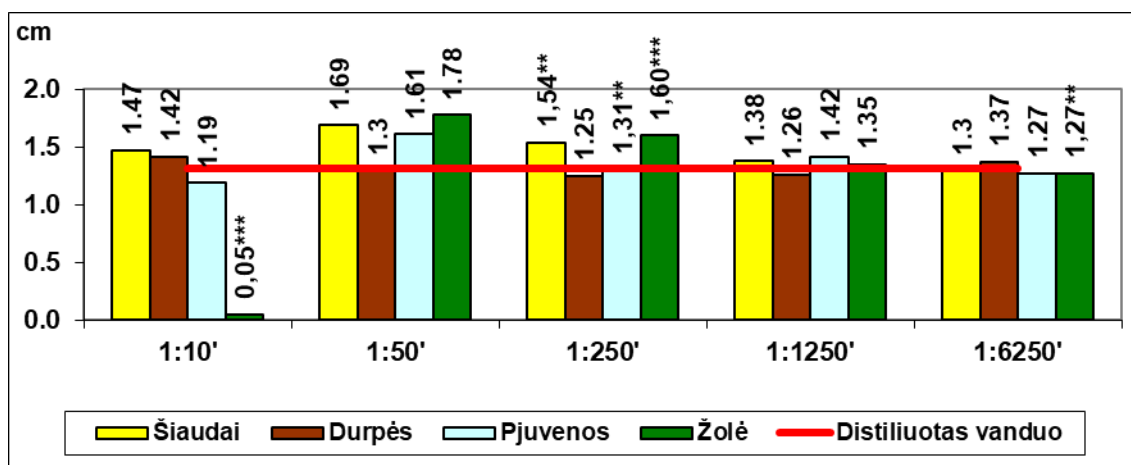
Išmatavus sėjamosios salotos šaknelių ilgį, paaiškėjo, kad organinių mulčių ištraukų įvairios koncentracijos salotų šaknelių vystymąsi veikė skirtingai ir daugiau teigiamai (1.11 pav.)



1.11 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka sėjamosios salotos (*Lactuca sativa* L.) šaknelių ilgiui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

Labiausiai šaknų augimą skatino šiaudų mulčio ištraukos 1:250, 1:1250 ir 1:6250 konc. - nuo 14 – 21 proc., lyginant su distiliuotu vandeniu. Panašiai, pjuvenų mulčio ištraukos 1:250, 1:1250 ir 1:6250 konc. salotų šaknelių vystymąsi esmingai skatino 4 – 17 proc.

Išmatavus sėjamosios salotos daigelių ilgį paaiškėjo, kad 1:50 ir 1:250 organinių mulčių koncentracijos tirpalai dažniausiai teigiamai veikė daigų ilgį, ypač žolės ir šiaudų (1.12 pav.).



1.12 pav. Organinių mulčių ištraukų skirtingų koncentracijų įtaka sėjamosios salotos (*Lactuca sativa* L.) daigelių ilgiui; * - esminiai skirtumai 95proc. tikimybės lygiui, ** - esminiai skirtumai 99 proc. tikimybės lygiui, *** - esminiai skirtumai 99,9 proc. tikimybės lygiui.

Ištyrus mulčių vandeninių tirpalų poveikį piktžolėms paaiškėjo, kad organinių mulčių ištraukų visos koncentracijos labiausiai skatino paprastosios rietmenės, bet slopino smulkiažiedės galinsogos dygimą. Tuo tarpu dirvinio garstuko dygimą esmingai skatino žolės mulčio ištraukos 1:50 – 1:6250 koncentracijos, o bekvapio šunramonio dygimą slopino šiaudų mulčio ištraukos. Organinių mulčių ištraukų įvairios koncentracijos nevienodai veikė tirtų piktžolių šaknelių ir daigelių vystymąsi. Skatinantysis poveikis (išskyrus žolės mulčio ištraukos 1:10 ir 1:50 koncentracijas) dažniausiai nustatytas paprastosios rietmenės ir smulkiažiedės galinsogos šaknelių ir daigelių ilgiui, o slopinantysis – dirvinio garstuko ir bekvapio šunramonio šaknelių ir daigelių ilgiui.

Apibendrinimas

Svarbu ne tik ištirti, kokie alelopatinį poveikį turintys junginiai yra augaluose, bet ir kaip jie veikia kitus augalus bei ieškoti galimybių pritaikyti alelopatiją žemės ūkyje. Dirvožemyje vyksta gausybė įvairių procesų, kurie veikia piktžolių sėklų dygimą, ligų sukėlėjų išlikimą ir t.t., tačiau rapsus ir kitus bastutinius augalus įtraukti į sėjomainos rotacijas verta, kad pasinaudoti ir jų alelopatinėmis savybėmis. Alelopatijos efektą galima panaudoti paprasčiausiais būdais – įtraukiant į sėjomainos rotaciją tokį poveikį turinčius augalus ir jų liekanas po derliaus nuėmimo paliekant lauke, naudojant organinius mulčius, auginant stipriu alelopatiniu poveikiu pasižyminčius augalus tarp žaladariams jautrių augalų (t.y. auginant augalų mišinius, tarpinius pasėlius, sudarytus iš įvairių augalų, įtraukiant į juos alelopatiniu poveikiu pasižyminčius augalus) ar purškiant žemės ūkio

augalus įvairių augalų ištraukomis. Šiuos būdus žinome, dalį jų naudojame nuo seno, tačiau tai galėtų būti daroma dažniau. Ūkininkai augalų alelopatijos tyrimų rezultatus taiko praktiškai – įtraukdami į sėjomainos rotaciją bastutinius augalus mažinti žalingų piktžolių, tokių kaip: kibisis lipikas, dirvinė pienė, bekvapis šunramunis - plitimą, taip pat kviečių pašaknio ligų sukėlėjų plitimą. Grikiai, pasižymintys stipriu alelopatiniu poveikiu, veikia tiek piktžoles, tiek ir žemės ūkio augalus. Lietuvoje nuo seno auginami grikiai ir ūkininkai praktiškai pastebėjo, kad po grikių laukuose sumažėja piktžolių. Tą patvirtino įvairiose šalyse atlikti moksliniai tyrimai. Lietuvoje jau galima įsigyti paruoštų tarpinių pasėlių sėklų mišinių, į kuriuos įtraukti grikiai.

Mūsų šalies ūkiuose nėra populiarus mulčiavimas, ypač augalų liekanomis. Įvairiapusiškas organinių mulčių poveikis, tame tarpe ir susijęs su alelopatija, padėtų sumažinti trąšų ir pesticidų poreikį, išauginti sveikesnį ir kokybišką maistą. A. Sinkevičienės ir kt. (2018), R. Pupalienės ir I. Zemblienės (2020) atlikti tyrimai tą parodė.

Pradėta alelopatinį poveikį sukeliančius junginius: alkaloidus, fenolius, terpenus ir kt. – išskirti iš augalų ir panaudoti augalų apsaugos produktų gamybai. Šiuo metu žemės ūkyje naudojami biologiniai preparatai, pagaminti augalų ištraukų pagrindu, kurie skatina augalų augimą, didina atsparumą žaladariams, atbaido juos ar naikina. Dažniausiai iš augalų išskirti junginiai naudojami žalingų vabzdžių kontrolei, tačiau yra atlikta tyrimų kaip alelochemikalus panaudoti piktžolių kontrolei. Biopesticidų poreikis auga, nors kol kas jie sudaro labai mažą dalį pesticidų rinkos. Nėra paprasta sukurti ir pagaminti pakankamus veiksmingus jų kiekius. Būtina išplėsti žemės ūkio augalų alelopatinio poveikio tyrimus tiek žemės ūkio, tiek nukultivuojamiems augams.

2. TYRIMŲ VYKDYMO SĄLYGOS IR METODAI

2.1. Laboratorinis eksperimentas: biomasės fenolinių junginių nustatymas

Fenolinių junginių tyrimai. Augalų biomasė užauginta VDU ŽŪA Bandymų stoties laukuose, vykdant šio projekto lauko eksperimento dalį. Sosnovskio biomasė ir sėklos surinktos VDU ŽŪA Pomologiniame sode. Tyrimai buvo atliekami VDU ŽŪA Agronomijos fakulteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų katedros laboratorijoje. Įsėlinių tarpinių augalų ir piktžolių žalioje biomasėje bei 30 dienų dirvoje irusioje šių mulčių biomasėje fenolinių junginių kiekis nustatomas Folin-Ciocalteu metodu pagal Ragaee ir kt. (2006) metodiką. Šis metodas pagrįstas fenolinių junginių ir Folin-Ciocalteu reagento spalvinėmis oksidacijos redukcijos reakcijomis, susidarant mėlyniems tirpalams bei jų spalvos intensyvumo spektrofotometriniu matavimu. Bendrasis fenolinių junginių kiekis išreiškiamas galo rūgšties ekvivalentais, mg g^{-1} .

Biomasės skaidymosi dirvožemyje tyrimai. Laboratorinėmis sąlygomis buvo tiriami 9 biomasės mėginiai (variantai): piktžolių (PKTZ), pupų (PUP), Sosnovskio barščių (*Heracleum sosnowskyi*) (visa augalo antžeminė dalis (SBVS) ir 3 dalys atskirai: žiedai (SBZD), lapai (SBLP), stiebai (SBKT)), Persinių dobilų (*Trifolium resupinatum* L.) (PERDB), purpurinių dobilų (PURDB), mėlynžiedžių liucernų (LCRN). Prieš įterpiant mėginius į dirvožemį nustatytas sausųjų medžiagų kiekis.

Skaidymosi tyrimui atlikti pusė konteinerio tūrio buvo pripildyta dirvožemiu (dirvožemis iš lauko eksperimento, jo savybės pateiktos metodikos aprašyme), patiesiama agroplėvelė, ant jos dedamas 30 g natūralaus drėgnumo biomasės mėginys, uždengiama su agroplėvele ir ant viršaus užpilama dirvožemio iki konteinerio viršaus (2.1.1 pav.).



2.1.1 pav. Augalų biomasės talpinimas į konteinerį ir jos būklė po 30 d. skaidymosi dirvožemyje

Dirvožemis sudrėkintas. Mėginiai buvo laikomi reguliuojamo klimato kameroje 30 dienų $+20^{\circ}\text{C}$ temperatūroje, 50 proc. oro drėgnumo sąlygomis drėgnumas (2.1.2 pav.). Po 30 d.

nustatytas skaidymosi intensyvumas. Planuojama iširti ir fenolinių junginių kiekį suirusioje biomasėje.



2.1.2 pav. Augalų biomasė įterpta į dirvožemį, laikoma reguliuojamo klimato kameroje.

Tyrimų duomenys įvertinti vieno veiksnio dispersinės analizės metodu DISVEG, iš programų paketo „SELEKCIJA“ (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

2.2. Laboratorinis-vegetacinis eksperimentas: augalinės biomasės alelopatinis poveikis kultūriniam augalams ir piktžolėms

Žemės ūkio augalų dygimas ir vystymasis. Tyrimai atlikti VDU ŽŪA Bandymų stoties laboratorijose pagal Grodzinskio (1990 m.) metodiką. Tyrimai atlikti su žieminių kviečių, kukurūzų ir žieminių rapsų sėklomis. Taip pat surinktos vyraujančių rūšių piktžolių sėklos. Joms subrendus buvo pakartoti analogiški tyrimai. Ruošiant ekstraktus, mulčiai-biomasė (naudoti laboratorinio eksperimento metu) užpilami distiliuotu vandeniu (masės santykiu 1:10), laikomi 18° C temperatūroje 24 val. Gautas ekstraktas nufiltruojamas ir praskiedžiamas iki 1:50, 1:250 koncentracijos. Į kiekvieną Petri lėkštelę pilama po 5 ml ekstrakto rapsų ir piktžolių sėklų daiginimui, po 10 ml ekstrakto kviečių daiginimui, po 15 ml ekstrakto kukurūzų daiginimui ir išdėliojamos tiriamų kultūrinių augalų (20-30 vnt.) ir piktžolių (30 vnt.) sėklos. Sėklų sudygimas bei šaknelių ir daigelių vystymasis iš skirtingų mulčių paruoštuose skirtingų koncentracijų vandeniniuose ekstraktuose palygintas su distiliuotame vandenyje dygstančiomis sėklomis. Taip pat išmatuotas daigų aukštis ir šaknų ilgis, bendra dešimties sudygusių grūdų biomasė ir sausųjų medžiagų kiekis, nustatytas dygimo indeksas (2.2.1 pav.).

Daigų sausųjų medžiagų kiekis proc. nustatytas džiovinant mėginius 105° C temperatūroje džiovinimo spintoje Memmert (Vokietija) iki pastovios masės (LST ISO 751:2000). Dygimo indeksas įvertintas suskaičiavus sudygusius grūdus ar sėklas praėjus dviem ir keturioms dienoms nuo daiginimo pradžios. Padalinus pirmą reikšmę iš antros suskaičiuojamas dygimo indeksas. Sudygimu laikomas sudygusių grūdų ir sėklų skaičius, nustatytas praėjus keturioms dienoms nuo daiginimo pradžios. Biomasės nustatymui pasverti 10 daigintų grūdų ar sėklų kartu su daigais ir šaknimis.



2.2.1 pav. Sudygę kukurūzų augalai prieš analizavimą

Statistinė analizė. Tyrimų duomenys statistškai įvertinti vieno ir dviejų veiksnių dispersinės analizės metodu (Raudonius, 2009), naudojant Fišerio ir LSD testą (R_{05}), kompiuterine programa ANOVA iš paketo SYSTAT 10 (SPSS Inc., 2000; Leonavičienė, 2007). Esant esminiam skirtumui tarp konkretaus varianto ir kontrolės, jo tikimybės lygmuo žymimas taip:

*, kai $P \leq 0,05 > 0,01$ (skirtumai esmingi 95 % tikimybės lygiui);

**, kai $P \leq 0,01 > 0,001$ (skirtumai esmingi 99 % tikimybės lygiui);

***, kai $P \leq 0,001$ (skirtumai esmingi 99,99 % tikimybės lygiui).

$P > 0,05$ – esminių skirtumų nėra (skirtumai esmingi mažiau kaip 95 % tikimybės lygiui).

2.3. Lauko eksperimentas: dvinarių kukurūzų pasėlių tyrimai

2.3.1. Eksperimento įrengimo vieta ir dirvožemis

Stacionarus lauko eksperimentas vykdomas 2023-2025 m. VDU ŽŪA Bandymų stotyje (54°53'N + 23°50'E). Eksperimento lauko dirvožemis yra giliau glėjiškas pasotintas palvažemis (*Endohypogleyic-Eutric Planosol-Ple-gln-w*) (WRB, 2014; Buivydaitė ir kt., 2001). Dirvožemio pH_{HCl} – nuo 7,3 iki 7,8, suminio azoto kiekis – nuo 0,08 iki 0,13%, humuso – nuo 1,5 iki 1,7%, judriojo fosforo – nuo 189 iki 280 mg kg⁻¹, judriojo kalio – nuo 97 iki 118 mg kg⁻¹, judriosios

sieros – nuo 1,2 iki 2,6 mg kg⁻¹, magnio – nuo 436 iki 790 mg kg⁻¹. Vandens režimas sureguliuotas uždaru drenažu, mikroreljefas išlygintas. Dirvožemio ariamasis sluoksnis - 27–30 cm storio.

2.3.2. Eksperimento variantai ir planas

2023-2025 m. buvo atliekamas vieno veiksnio stacionarus lauko eksperimentas. Kaip pagrindinį augalą sėjome kukurūzus, o jų tarpueiliuose – tarpinius pasėlius. Kukurūzai buvo atsėliuojami, kad būtų aiškiau nustatytas kaupiamasis poveikis. Kiekvienais tyrimų metais į kukurūzų monopasėlio tarpueilius buvo įsėjami skirtingi tarpiniai įsėliniai augalai. Pirmojo palyginamojo (kontrolinio) varianto laukeliuose tarpueiliai buvo purenami, o antrojo – išpjautos ir sumulčiuotos piktžolės, imituojant permakultūros sistemą.

Pirmais eksperimento vykdymo metais eksperimente auginti kukurūzai (*Zea mays* L.) (hibridas P7034) **su pupinių (*Fabaceae*) šeimos įsėliais**: lauko pupos (*Vicia faba* L.) (veislė – „Trumpet“), purpuriniai dobilai (*Trifolium incarnatum* L.) (veislė – „Kardinal“), persiniai dobilai (*Trifolium resupinatum* L.) (veislė – „Rusty“), mėlynžiedės liucernos (*Medicago sativa* L.) (veislė – „Giulia“). Iš viso 6 variantai (2.3.1 lentelė).

2.3.1 lentelė. Lauko eksperimento variantai 2023–2025 m.

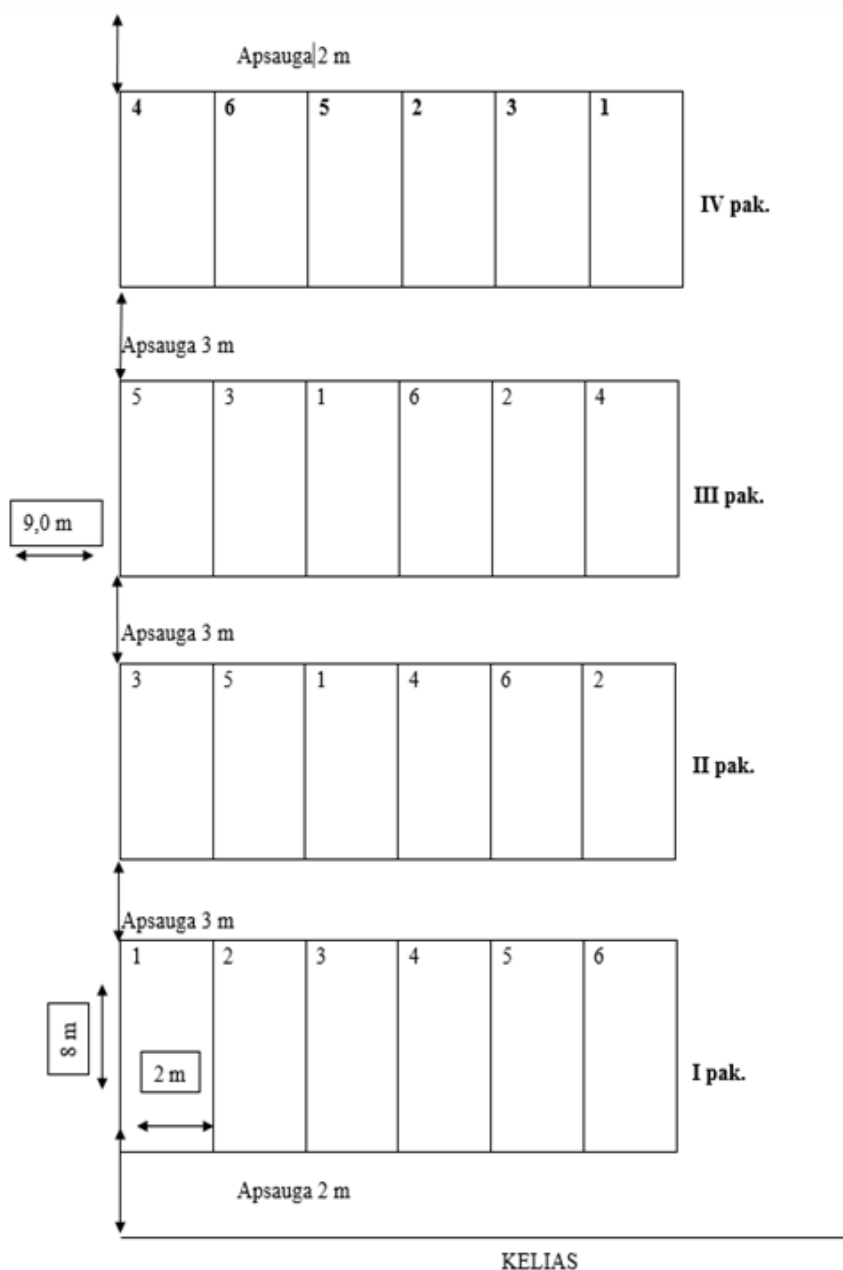
Kukurūzai			Kukurūzai + įsėliai			
2023 m.			Pupiniai augalai			
			3. Lauko pupos (LUP)	4. Purpuriniai dobilai (PUD)	5. Persiniai dobilai (PED)	6. Mėlynžiedė liucerna (MEL)
2024 m.	1. Tarpueilių purenimas (kontrolė 1, K1)	2. Tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2, K2)	Migliniai augalai			
			3. Žieminiai rugiai	4. Vienametės svidrės	5. Vasariniai miežiai	6. Sėjamosios avižos
2025 m.			Bastutiniai augalai			
			3. Baltosios garstyčios	4. Vasariniai rapsai	5. Aliejiniai ridikai	6. Sėjamosios judros

2024 metais eksperimente auginti kukurūzai **su miglinių (*Poaceae*) šeimos įsėliais**: žieminiai rugiai (*Secale cereale* L.) („Elias“), vasariniai miežiai (*Hordeum vulgare* L.) (veislė – „Prospect“), vienametės svidrės (*Lolium multiflorum* L.) (veislė – „Mowestra C“), sėjamosios avižos (*Avena sativa* L.) (veislė – „Delfin“) (2.3.1 lentelė).

Trečiaisiais eksperimento vykdymo metais (2025 m.) eksperimente buvo auginami kukurūzai **su bastutinių (*Brassicaceae*) šeimos įsėliais**: baltosios garstyčios (*Sinapsis alba* L.) (veislė – „Maryna“), vasariniai rapsai (*Brassica napus* L.) (veislė – „Mirakel“), aliejiniai ridikai (*Raphanus*

sativus L.) (veislė – „Arena“), sėjamosios (vasarinės) judros (*Camelina sativa* L.) (veislė – „Peredovik“) (2.3.1 lentelė).

Lauko eksperimentas buvo atliekamas 4 pakartojimais. Laukeliai išdėstyti randomizuotu būdu. Pradinis laukelių dydis – 18,4 m², apskaitomasis – 18 m². Iš viso eksperimente - 24 laukeliai. Laukelio apsauginė juosta – 0,5 m pločio, o tarp pakartojimų ir variantų – 3 m pločio (2.3.1 pav.). Eksperimento įrengimo metais priešsėlis – juodasis pūdymas.



2.3.1 pav. Detalizuotas lauko eksperimento planas

2.3.3. Agrotechninės priemonės

Rudenį, prieš eksperimento įrengimą, dirvožemis buvo suartas plūgu su pusiau sraigtinėmis Kverneland verstuvėmis. Taikant nearimines technologijas, arimo galima atsisakyti. Pavasarį, dirvožemiui pasiekus fizinę brandą, jis buvo įdirbamas su sudėtinu kultivatoriumi KLG – 4, 3-4 cm gyliu. (2.3.2 lentelė). Kukurūzai sėti pneumomechanine sėjamaža mašina Kverneland Accord Optima 45 cm pločio tarpueiliais, punktyrinio būdu atstumu tarp sėklų – 21 cm. Iki tarpueilių purenimo išbarstytos mineralinės trąšos NPK 5:15:29. Trąšų norma - 300 kg ha⁻¹. Kukurūzams sudygus buvo supurenti tarpueiliai ir rankine šiltnamiams skirta sėjamaža, kuri užsėja 6 eilutes, įsėti įsėliai. Kraštinės įsėtų įsėlių eilutės nuo kukurūzų nutolusios apie 1–2 cm. Kukurūzai ir įsėliniai augalai sėti pagal numatytas sėjos normas (2.3.3 lentelė).

2.3.2 lentelė. Agrotechninės priemonės ir darbų atlikimo terminai

Nr.	Agrotechninės priemonės	Darbų atlikimo terminas
1	Rudeninis arimas	Po priešsėlio derliaus nuėmimo
2	Priešsėjinis žemės įdirbimas pavasarį	Dirvožemiui fiziškai subrendus
3	Sėja	Tuo pat po priešsėjinio įdirbimo
4	Bazinis (minimalus) tręšimas NPK trąšomis	Po sėjos, prieš tarpueilių purenimą.
5	Tarpueilių purenimas ir įsėlinių tarpinių augalų sėja	Kukurūzams sudygus
6	Tarpueilių purenimas, įsėlių ir piktžolių smulkinimas bei paskleidimas	Pagal poreikį 2-3 kartus, bet ne vėliau kaip kukurūzams pasiekus 70-100 cm aukštį
7	Derliaus nuėmimas	Kukurūzams baigiant vegetaciją

Kukurūzų tarpueiliai purenami, įsėliniai tarpiniai augalai ir piktžolės pjaunamos ir susmulkinamos 2-3 kartus kukurūzų vegetacijos metu iki kukurūzams pasiekus 50-70 cm aukštį. 2023 ir 2025 m. operacija buvo atlikta 2 kartus, o 2024 m. – vieną kartą, nes įsėliai dėl sausros vystėsi lėtai.

Įsėliai išpjauti modifikuota rankine krūmapjove „Stihl“ FS–550, panaudojant suprojektuotą ir pagamintą operatoriaus apkrovą mažinantį vežimėlį su apsaugos gaubtu, kuris biomasę tolygiai paskleidžia pasėlio tarpueilyje ir apsaugo pasėlį nuo mechaninių pažeidimų (Kryžiokas, 2011) (2.3.2 pav.). Tarpiniai augalai pradėti pjauti, kai jie siekia 20–25 cm aukštį. Žalioji įsėlinių tarpinių

augalų ir piktžolių biomasė paskleista kukurūzų tarpueiliuose. Tarpueiliai supurenti (1 variantas) rankiniu būdu.

2.3.3 lentelė. Sėjos norma eksperimente. 2023–2025 m.

Augalai	Sėklos norma
Kukurūzai	27-30 kg ha ⁻¹
Lauko pupos	200 kg ha ⁻¹
Purpuriniai dobilai	30 kg ha ⁻¹
Persiniai dobilai	18 kg ha ⁻¹
Mėlynžiedės liucernos	20 kg ha ⁻¹
Žieminiai rugiai	200 kg ha ⁻¹
Vienametės svidrės	30 kg ha ⁻¹
Vasariniai miežiai	200 kg ha ⁻¹
Sėjamosios avižos	220 kg ha ⁻¹
Baltosios garstyčios	15 kg ha ⁻¹
Vasariniai rapsai	5 kg ha ⁻¹
Aliejiniai ridikai	25 kg ha ⁻¹
Vasarinės judros	8 kg ha ⁻¹

Po derliaus nuėmimo likusios augalų liekanos užartos vartomu plūgu su pusiau sraigtinėmis verstuvėmis 20–22 cm gyliu. Galimas ir sekclusis arimas arba tik sekclus lėkščiavimas. Ankstesniuose mūsų tyrimuose tai šiek tiek padidindavo piktžolių skaičių pasėliuose, tačiau bendroji piktžolių biomasė nebūdavo esmingai didesnė palyginus su arimu.



2.3.2 pav. Įsėlių pjovimo įrenginys (K. Romanecko nuotrauka).

Pesticidai agrotechnikoje netaikomi. Biomasės ir burbuolių derlius nuimamas baigiantis kukurūzų vegetacijai (grūdams pasiekus kietosios brandos pradžią) rankiniu būdu.

2.3.4. Atlikti stebėjimai, analizės ir jų metodai

Dirvožemio granulimetrinės sudėties nustatymas. Granulimetrinė dirvožemio sudėtis nustatoma prieš įrengiant eksperimentą lazerinės difrakcijos metodu su lazerinės difrakcijos sistema „Mastersizer 2000 Hydro 2000 Mu“ (2.3.3 pav.). Dirvožemio ėminiai paimami agrocheminiu grąžtu ne mažiau kaip 10 eksperimento vietų, iki orasausės masės džiovinami sausoje patalpoje ir siojami per sietą su 2 mm skylutėmis.



2.3.3 pav. „Mastersizer 2000 Hydro 2000 Mu“: 1– optinis blokas; 2 – ėminio sklaidos įrenginys (nuotrauka A. Adamavičienės)

3 moduliai sudaro lazerinę difrakcijos sistemą: optinis blokas (1), ėminio sklaidos įrenginys (2) ir kompiuterinė sistema. Ruošti ir teikti mėginį į optinį bloką – ėminio sklaidos įrenginio paskirtis. Matuojant naudojami mėlynos ir raudonos šviesos šaltiniai. Autonominis kompiuteris su įdiegta lazerinei difrakcijai, kuriai yra skirta programinė įranga, sudaro kompiuterinę sistemą, valdanti optinį bloką ir įrengimus bei analizuojanti gautus pirminius duomenis. Matavimai atliekami taikant standartinę veiksmų seką „SOP“ (angl. *Standard Operating Procedure*). Tyrimai atliekami VDU ŽŪA laboratorijose.

Dirvožemio agrocheminių savybių nustatymas. Nustatomos eksperimento vegetacijos pradžioje ir pabaigoje, kasmet. Ėminiai imami dirvožemio 0-25 cm gylyje ne mažiau kaip 10 eksperimento laukelio vietų. Sudaromas vidutinis mėginys, jame laboratorinių analizių pagrindu nustatomas dirvožemio pH ir pagrindinių makroelementų (N, P, K, Mg) kiekiai. Tyrimo metodai: pH_{KCl} – ISO 10390 (potenciometrinis); P_2O_5 , K_2O – AL metodas (P - spektrometrinis, K – atomų emisijos spektrometrinis); judriojo magnio (MgO) - LVP D-13:2016, 2 leidimas; $N_{sum.}$ – ISO 11261 (Kjeldalio). Humuso kiekis nustatytas I. Tiurino metodu (ISO 10694:1995). Tyrimai atlikti

Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro Agrocheminių tyrimų laboratorijoje (šiuo metu VDU Nacionalinė aplinkos ir žemės ūkio tyrimų laboratorija), Kaune.

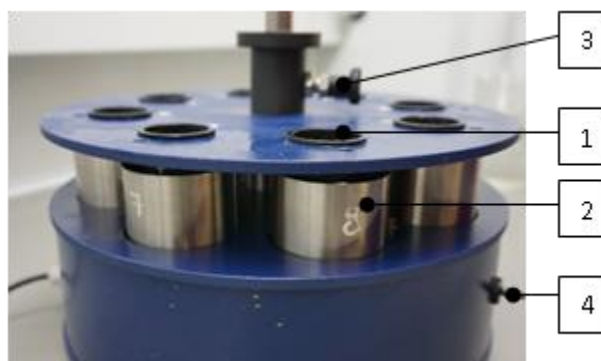
Dirvožemio struktūros ir jos patvarumo nustatymas. Mėginiai imami po sėjos prieš tarpueilių purenimą ir prieš derliaus nuėmimą 0-25 cm dirvožemio sluoksnyje ne mažiau kaip 4-5 kiekvieno laukelio vietose. Sudaromas vidutinis ėminys. Tyrimams atlikti naudojamas „Retsch“ sijojimo aparatas (Retsch Lab Equipment, VERDER Group, Nyderlandai) ir sietų komplektas (2.3.4 pav.).



2.3.4 pav. „Retsch“ sijojimo aparatas. 1 – jungtukas įjungti – išjungti sijojimo aparatą, 2 – dugnas, 3 – dangtis, 4 – sraigčiai tvirtinimui, 5 – purtyklė, 6 – greičio amplitudės reguliatorius, 7 – laikmatis, 8 – sietų komplektas (nuotrauka A. Adamavičienės).

Jis surenkamas pagal skylių diametrą: 10 mm, 7,1 mm, 5,6 mm, 3,15 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm. Dugnas sietų komplekto apačioje, o viršuje – dangtis. Surinktas sietų komplektas uždedamas ant purtyklės. Prieš sijojimą atvežti dirvožemio ėminiai išdžiovinami 105 °C temperatūroje, o išdžiūvę – sijojami per sietų rinkinį. Nusėdusios ant sietų dalelės pasveriamos.

Dirvožemio agregatų patvarumas (drėgnasis sijojimas) nustatomas drėgno sijojimo prietaisu „Retsch“ tik prieš tai iš sausai išsijotos 1–2 mm dydžio dirvožemio frakcijos (susidariusios virš 1 mm sieto) (2.3.5 pav.).



2.5 pav. Drėgnojo sijojimo prietaisas. 1 – sietai, 2 – metaliniai svėrimo indeliai, 3 – reguliavimo rankenėlė, 4 – jungiklis (nuotrauka A. Adamavičienės).

Optimalios dirvožemio struktūros išraiškos: mega struktūra (didesni nei 10 mm dirvos agregatai) – ne daugiau nei 5 proc.; makro struktūra (nuo 0,25 iki 10 mm) – daugiau nei 90 proc.; mikro struktūra (mažesni nei 0,25 mm agregatai) – ne daugiau nei 5 proc. Agronominiu požiūriu vertinga yra makro struktūra (3-5 mm agregatai), kurios turėtų būti ne mažiau kaip 60 proc. Optimalaus struktūros patvarumo dirvožemis esti tada, kai paveikus vandeniui nesuyra 50 ir daugiau proc. dirvožemio agregatų.

Kompleksinis dirvožemio elektrinio laidumo, drėgmės ir temperatūros nustatymas.

Atliekamas ne mažiau kaip 3 kartus vegetacijos metu, matuojant ne mažiau kaip 5 kiekvieno eksperimento laukelio vietose. Naudojamas matavimo prietaiso „HH2 Moisture Meter“ (Delta-T-Devices) pagrindas – WET jutiklis (2.3.6 pav.). Pavadinimas kilęs iš žodžių vanduo (angl. *water*), elektros laidumas (*electric conductivity*) ir temperatūra (*temperature*). WET jutiklis tiesiogiai matuoja dirvožemio dielektrinę skvarbą, elektros laidumą ir temperatūrą. Jis yra naudojamas atliekant tikslus dirvožemio ir dirbtinių substratų tyrimus iki 10 cm gyliu.



2.3.6 pav. Prietaisas „HH2 Moisture Meter“

CO₂ ir O₂ dujų koncentracijos dirvožemyje nustatymas. Kiekviename apskaitiniame laukelyje pavasarį įkaltas 20 cm diametro žiedas, kuriame atliekama po 3 matavimus (2.3.7 pav.).



2.3.7 pav. Matavimo žiedas kukurūzų pasėlyje (K. Romanecko nuotrauka)

Matavimai atliekami mažiausiai 3 kartus: augalų vegetacijos pradžioje, viduryje ir pabaigoje. Nustatoma IRGA metodu (angl. *Infra Red Gas Analyzer*). Naudojama portatyvinė dirvožemio respiracijos sistema LI-8100A su kamera 8100-103.

Pasėlio tankumo įvertinimas. Nustatomas masinio pasėlio (įskaitant ir išėlius) sudygimo pavasarį ir derliaus nuėmimo metu. Apskaitiniuose laukeliuose atliekami kiekvieno augalo 5 skirtingose 50 cm ilgio eilutėse arba metalinio lankelio 20x30 cm plote.

Pasėlio apšvitos sąlygų (fotosintetiškai aktyvi radiacija, FAR) įvertinimas. Fotosintetiškai aktyvioji radiacija (spinduliuotė) (FAR) matuojama HD 9021 RAD/PAR radiometru (FAR E m⁻², 400–700 nm spindulių ilgis). Tyrimas atliekamas kukurūzų žydėjimo metu ne mažiau kaip 4-iose apskaitomojo laukelio vietose. FAR nustatyta skirtinguose pasėlio arduose: dirvos paviršiuje, ¹/₂ kukurūzų pasėlio aukštyje ir foninė. Foninė FAR prilyginta 100 proc.

Kukurūzų tarpueilių projekcinis padengimas. Kukurūzų tarpueilių komponentų (išėlinių augalų, piktžolių ir dirvos) projekcinis plotas procentais nustatytas prieš kiekvieną išėlio nupjovimą ne mažiau kaip 4-iose apskaitomojo laukelio vietose. Tyrimui panaudotas 20×30 cm dydžio metalinis rėmelis.

Pasėlio vystymosi rodiklių nustatymas. Nustatomas prieš kiekvieną tarpueilių purenimą ar mulčiavimą – ne mažiau kaip tris kartus per vegetaciją. Įvertintas kukurūzų vystymosi tarpsnis (pagal BBCH skalę, Meier, 2001), aukštis, viso pasėlio (kartu ir išėlių) žalioji ir sausoji biomasė, chlorofilo koncentraciją ir kt. Tyrimams kiekviename apskaitiniame laukelyje išpjauta po 5 vnt. kukurūzo augalus. Vystymosi tarpsnio vertinimas atliekamas vizualiai ne mažiau kaip 10 skirtingų toliau viena nuo kitos atitolusių laukelio vietų. Išmatuotas kukurūzų aukštis, jie pasverti, taip nustatant jų žaliąją biomasę. Biomasės mėginiai išdžiovinti termostate 105 °C temperatūroje. Taip bus nustatyta augalų sausoji biomasė.

Kiekviename apskaitiniame laukelyje, ne mažiau kaip 4 vietose 20x30 cm metalinio lankelio pagalba paimami įsėlių biomasės ėminiai. Laboratorijoje suskaičiuojamas augalų skaičius, rūšinė sudėtis, žalioji biomasė. Vėliau biomasė išdžiovinama laboratorijoje ir įvertinama orasausė biomasė. Tuose pačiuose ėminiuose įvertinama ir piktžolių gausa bei biomasė. Apie piktžoles aprašyta žemiau.

Ėminių paėmimo metu kukurūzų lapų chlorofilo koncentracija matuojama chlorofilo kiekio matuokliu MC-100 (Apogee Instruments). Jis chlorofilo koncentraciją matuoja nuo raudonųjų (653 nm) iki trumpųjų infraraudonųjų (931 nm) bangų (2.3.8 pav.). Išmatuojami ne mažiau kaip 10 kiekvienos augalų rūšies lapai.



2.3.8 pav. Chlorofilo koncentracijos matavimo prietaisas MC-100 (<https://www.apogeeinstruments.com>) (K. Romanecko nuotrauka)

Pasėlio piktžolėtumo nustatymas. Nustatomas įvertinant piktžolių rūšinę sudėtį, piktžolių skaičių prieš kiekvieną tarpueilių įdirbimą/išpjovimą ir vegetacijos pabaigoje - sausoji piktžolių biomasė. Pasėlio piktžolėtumas nustatytas ne mažiau kaip 4 apskaitinio laukelio vietose 0,06 m² plote (metalinis lankelis 20x30 cm). Išpjautuose ėminiuose laboratorijoje suskaičiuoti piktžolių daigai (vnt. m⁻²) ir nustatyta rūšinė sudėtis, o vegetacijos pabaigoje nustatytas piktžolių skaičius (vnt. m⁻²) ir sausųjų medžiagų masė (g m⁻²) bei rūšinė sudėtis (Stancevičius, 1979).

Ligų išplitimo nustatymas. Pūslėtomis kūlėmis (*Ustilago maydis* L.) kukurūzų burbuolėse pažeidimo indeksas nustatomas apžiūrėjus 5 kukurūzų augalus 10-yje kiekvieno eksperimento laukelio vietų (Šurkus, Gaurilčikienė, 2002). Įvertinamos pažeistos ir sveikos burbuolės. Nustatoma pažeistų pūslėtomis kūlėmis (*Ustilago maydis* L.) burbuolių procentas:

$$P = \frac{n}{N} * 100$$

n – pažeistų burbuolių skaičius;

N – tikrintų burbuolių skaičius.

Kukurūzų biometrinių, produktyvumo ir kokybinių rodiklių nustatymas. Atliekamas derliaus nuėmimo metu, įvertinant augalų aukštį, žaliąją ir sausąją biomasę, burbuolių skaičių, 1000 sėklų masę ir kt. Augalų antžeminės dalies sausųjų medžiagų derlingumas (SM t ha⁻¹) įvertinamas džiovinant ėminius 105 °C temperatūroje. Mėginiai šiems rodikliams nustatyti paimti ne mažiau kaip 5 apskaitinio laukelio vietose, 0,5 m išilginėje eilutėje. Sudarytas vidutinis mėginys. Iš viso 48 tyrimams skirtų pėdų. Baltymų kiekis kukurūzų grūduose, o taip pat ląsteliene nustatyti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centre Cheminių tyrimų laboratorijoje.

Kukurūzų ir tarpinių pasėlių biomasės siloso kokybė. Iš įsėtų pupų, Persinių ir purpurinių dobilų pasėlių bei kukurūzų biomasės laboratorijoje pagaminti siloso pavyzdžiai (2.3.9 pav.). LAMMC Cheminių tyrimų laboratorijoje nustatyta siloso energetinė vertė, o taip pat sausosios medžiagos, N, P, Ca, pH ir kt. rodikliai. Iš pupinių ir miglinių žolių pagamintas silosas pasirodė prastos kokybės dėl nestabilios fermentacijos, todėl į ataskaitą šie rezultatai neįtraukti.



2.3.9 pav. Talpos su kukurūzų silosu, brandintu 2-3 mėnesius.

Pasėlių auginimo energinis ir aplinkosauginis vertinimas. Energijos sąnaudos (MJ ha⁻¹) – tai rodiklis, kuris parodo kiek netiesioginių ir tiesioginių energijos sąnaudų yra patiriama pasėlių gamybos procese. Energija iš degalų ir žmogaus darbo sudaro tiesiogines sąnaudas. O

energija, kuri yra gaunama iš sėklų, trąšų, žemės ūkio mašinų ir pesticidų – priskiriama netiesioginėms sąnaudoms. Augalų derlių (kg ha^{-1}) dauginant iš energijos ekvivalento (MJ kg^{-1}) apskaičiuojame energijos pajamas. Santykis tarp nuimto derliaus gaunamos energijos (MJ kg^{-1}) ir sunaudojamos energijos (kg MJ^{-1}) parodo energetinio naudojimo efektyvumą (Pishgar-Komleh et al., 2013; Eskandari, Attar, 2015). Energijos produktyvumas (kg MJ^{-1}) parodo, kiek pasėlių derliaus kilogramais yra gaunama sunaudojus megadžaulių energijos. Kiek megadžaulių energijos būtina vienam kilogramui produkcijos pagaminti parodo specifinės energijos rodiklis.

2.3.5. Duomenų matematinis statistinis įvertinimas

Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti vieno veiksnio dispersinės analizės metodu, koreliacijos ir regresijos metodais. Tiriamųjų požymių tarpusavio priešastingumas įvertintas koreliacinės regresinės analizės metodu programa STAT ENG. Panaudota kompiuterinė programa ANOVA nustatant esminio skirtumo ribas R_{05} ir R_{01} tikimybės lygiams pagal F kriterijų (Tarakanovas ir Raudonius, 2003). Esant esminiam skirtumui tarp konkretaus varianto ir kontrolės tikimybės lygmuo žymimas taip:

*, kai $P \leq 0,050 > 0,010$ (skirtumai esmingi 95% tikimybės lygiui);

**, kai $P \leq 0,010 > 0,001$ (skirtumai esmingi 99% tikimybės lygiui).

$P > 0,050$ – esminių skirtumų nėra (skirtumai esmingi mažiau kaip 95% tikimybės lygiui).

Skirtinga raide (a, b, c,...) pažymėtų variantų vidurkių skirtumai esminiai, $P < 0,05$. Skaičiavimai atlikti Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijoje.

2.3.6. Meteorologinės sąlygos vegetacijos metu

Pagal kritulių kiekį Lietuvos teritorija yra perteklinės drėgmės zonoje. Vidutiniškai per metus iškrenta 600-650 mm kritulių, o išgaruoja apie 500 mm. Šiltasis periodas trunka 230-260 dienų. Meteorologinės sąlygos augalų vegetacijos metu pateiktos 2.3.4 ir 2.3.5 lentelėse.

Balandis. 2023 m. balandžio mėn. antroji pusė buvo šiltesnė nei įprasta, vidutinė mėnesio paros oro temperatūra buvo $8,5^{\circ}\text{C}$ arba net $1,6^{\circ}\text{C}$ aukštesnė už daugiametę vidutinę paros oro temperatūrą, o kritulių iškrito tik 26,7 mm, nors daugiametis vidurkis yra 41,3 mm. Dar šiltesnis balandis buvo 2024 m., kai vidutinė mėnesio paros oro temperatūra buvo $9,1^{\circ}\text{C}$ arba net $2,2^{\circ}\text{C}$ aukštesnė už daugiametę vidutinę paros oro temperatūrą, o kritulių iškrito daugiau – net 63 mm. Taigi sąlygos kukurūzų sėjai ir dygimui buvo puikios (2.3.4-2.3.5 lentelės). 2025 m. buvo dar šiek tiek šiltesnis, tačiau sausas, kaip ir 2023 m. Iškrito tik apie pusė kritulių normos.

2.3.4 lentelė. Vidutinė paros oro temperatūra augalų vegetacijos metu. Kauno meteorologijos stotis, 2023-2025 m.

Mėnesiai	Metai			Daugiametė vidutinė
	2023	2024	2025	
IV	8,5	9,1	9,3	6,9
V	12,6	15,6	10,2	13,2
VI	17,3	17,8	15,7	16,1
VII	18,0	20,1	19,2	18,7
VIII	20,2	19,7	16,7	17,3
IX	17,1	17,3	15,7	12,6

Gegužė. 2023 m. gegužės mėn. buvo vėsesnis nei įprasta ir labai sausas – iškrito tik 14,3 mm kritulių. 2024 m. gegužė buvo šiltesnė nei įprasta, ypač jos pabaiga, kai temperatūra per dekadą pasiekė 19,8° C . Iškrito tik apie trečdalis daugiamečių normos kritulių. Lietingesnės buvo 25 ir 31 dienos, kurių bendras kritulių kiekis beveik prilygo mėnesiniam kritulių kiekiui. Reikia konstatuoti, kad dirvožemio viršutinis sluoksnis pakankamai perdžiūvo ir įsėliai ilgai nedygo, kaip ir 2023 m. Dygstančius pasėlius puolė paukščiai, ypač dygstančias avižas. 2025 m. gegužė buvo apie 3° C vėsesnė nei įprasta, augalus kamavo šalnos. Kritulių taip pat stigo. Nežiūrint to, pasėliai sudygo pakankamai tolygiai.

2.3.5 lentelė. Kritulių kiekis (mm) augalų vegetacijos metu. Kauno meteorologijos stotis, 2023-2025 m.

Mėnesiai	Metai			Daugiametis vidurkis
	2023	2024	2025	
IV	26,7	63,0	19,9	41,3
V	14,3	25,1	31,5	61,7
VI	64,0	36,8	82,3	76,9
VII	36,8	109,4	118,0	96,6
VIII	96,2	40,9	31,3	88,9
IX	11,6	52,6	34,4	60,0

Birželis. 2023 m. birželio pradžia taip pat buvo sausa, bet gana šilta, todėl teko pasėlius palaistyti apie 5-7 mm kritulių norma. Mėnesio pradžioje augalus vargino intensyvos šalnos. Nežiūrint to, mėnuo buvo kiek šiltesnis nei įprasta, o antrąją dekadą iškrito net 47,4 mm kritulių, todėl pasėliai spėjo po sausringo laikotarpio ir šalnų atsigauti, sudygo (nors pavėluotai) įsėliai. 2024 m. birželio mėnuo taip pat buvo sausas, kiek daugiau kritulių iškrito tik birželio 23 d. (13,5 mm). Mėnuo buvo kiek šiltesnis nei įprasta apie 1,5° C. Birželio 23-24 dienomis vidutinė paros oro temperatūra viršijo 20-21° C. Taigi, birželio pabaiga priminė tropinį klimatą, kuris migliniams įsėliams nebuvo palankus. Skirtingai, 2025 m. birželis buvo artimas daugiamečiam vidurkiui ir

pagal temperatūrą, ir pagal kritulius. Lijo net 23 dienas, nors ir ne po daug, o kartais – 0,0 mm. Tokios sąlygos buvo palankios įsėliams vystytis.

Liepa. 2023 m. liepa vėl buvo sausa ir šiek tiek vėsesnė nei daugiametis vidurkis. Nors lijo 23 dienas, tačiau iškrito tik apie trečdalį daugiametės kritulių normos. Nemažai dienų iškrito mažiau nei 0,5 mm kritulių. 2024 m. liepos mėnuo buvo net šiek tiek drėgnesnis nei įprasta, tačiau krituliai pasiskirstė netolygiai. Liepos 13 d. iškrito 24 mm kritulių, o 07 25 d. – 21,1 mm, 07 29 d. – net 37,5 mm. Kauno raj. pasėliai mažai nukentėjo nuo škvalinio vėjo, tačiau didesnis kritulių kiekis spėjo apgadinti dirvožemio paviršiaus struktūrą. 2025 m. liepa buvo šilta, drėgna ar net lietinga, nes liepos 30 d. iškrito net 46 mm kritulių. Lijo 20 dienų, nors dažniausiai - ne po daug. Įsėliai vystėsi gan greitai, todėl juos kukurūzuose išpjovėme du kartus.

Rugpjūtis. 2023 m. rugpjūtis labiau priminė liepos mėn. Jis buvo labai šiltas ir lietingas. Toks oras buvo palankus kukurūzams ir įsėliams vystytis, nes daugelio naktų temperatūra buvo būdinga tropikams. Tik dėka rugpjūčio mėnesio kritulių įsėliai išaugino reikšmingą ūkiniu požiūriu biomasės kiekį. Skirtingai, 2024 m. rugpjūtis buvo sausas ir apie dviem laipsniais šiltesnis nei įprasta. Iškrito mažiau nei pusė kritulių normos. Tai paskatino kukurūzų brandą, o įsėliai po vienintelio išpjovimo pradėjo nykti, net atspariosios vienametės svidrės. Derliaus nuėmimo metu įsėliai buvo praktiškai visai išnykę. 2025 m. rugpjūtis buvo vėsus ir itin sausas, daugumas įsėlių išnyko jau liepos pabaigoje.

Rugsėjis. 2023 m. rugsėjis buvo išskirtinai šiltas, net 4,5° C šiltesnis nei daugiametis vidurkis. Tačiau ir išskirtinai sausas, nes iškrito tik apie 12 mm kritulių. Tokiomis sąlygomis kukurūzai pradėjo anksti bręsti, o lapija džiūti ir nevykdyto fotosintezės. 2024 m. rugsėjo 24 d. kukurūzų stiebai ir lapai buvo praktiškai visai sudžiūvę. Juose buvo mažiau nei 30 proc. drėgmės, o burbuolėse – 30-40 proc. Rugsėjis buvo 2-5° C šiltesnis nei įprasta, o kritulių iškrito tik II-III dekadomis ir jų kiekis buvo artimas daugiamečiam vidurkiui. 2025 m. rugsėjis buvo šiltesnis nei įprasta (kiek vėsesnis nei 2023 ir 2024 m.), tačiau kritulių iškrito tik apie pusė normos.

Apibendrinant, galima padaryti išvadą, kad 2023 ir 2025 m. pavasaris buvo vėsus ir sausas, o 2024 m. - šiltesnis ir drėgnesnis. Skirtingai nei 2023 ir 2025 m., 2024 m. vasaros mėnesiai buvo išimtinai šiltesni nei įprasta. 2023 m. drėgnesnis buvo tik rugpjūčio mėnuo, o 2024 ir 2025 m. - liepa. Jei per 2023 m. kukurūzų vegetaciją iškrito 250 mm kritulių, tai per 2024 m. – apie 280 mm, 2025 – beveik 300 mm. Net ir 250 mm kritulių kukurūzams pakanka, tačiau mūsų klimato sąlygomis augantys įsėliai skursta ir neišaugina gausesnės biomasės derliaus.

3. EKSPERIMENTO DUOMENŲ ANALIZĖ

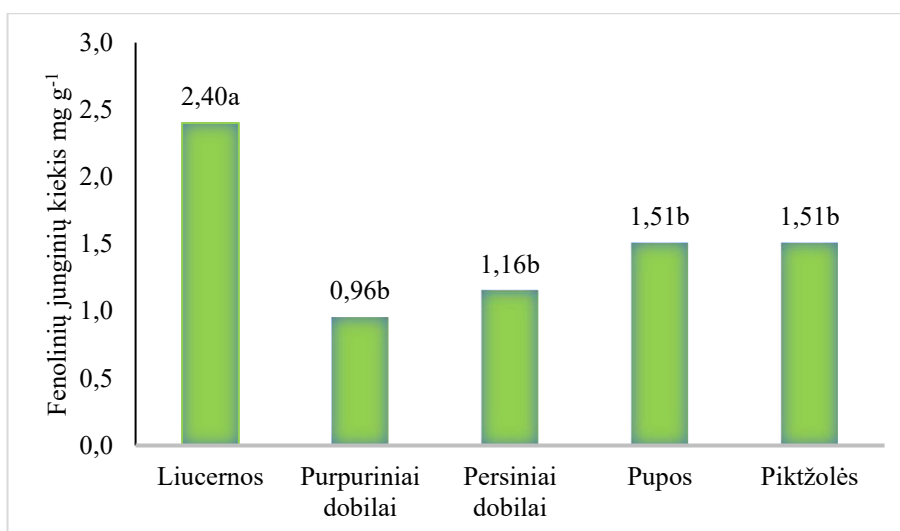
3.1. Laboratorinis eksperimentas

3.1.1. Fenolinių junginių kiekis ir jo pokytis augalų žaliojoje biomasėje

Alelopatija, kuriai būdinga augalų ir alelocheminių medžiagų sąveika, gali pasireikšti tiesiogiai per gyvus augalus arba netiesiogiai skaidant augalų liekanas, tarpininkaujant mikroorganizmams. Dalis alelopatinių medžiagų į aplinką patenka per šaknų eksudaciją, kai šaknys į dirvožemį išskiria fitotoksinius antrinius metabolitus (Al-Qthanin et al., 2024). Alelopatijos panaudojimas apima alelocheminių medžiagų, išgautų iš pasėlių, naudojimą kaip ekologiškus herbicidus arba alelopatinių kultūrų integravimą į tarpinių pasėlių sistemas ar sėjomainos programas. Alelochemikalai dažnai turi selektyvų poveikį, skatina arba slopina daigumą, augalų augimą, priklausomai nuo rūšies arba junginių koncentracijos. Be to, sąveika tarp alelocheminių junginių daro didelę įtaką įvairių augalų rūšių pasiskirstymui ir gausai (Boutagayout et al., 2024).

Augalų medžiagų apykaitos sistema gamina įvairų ir didelį fenolinių junginių kiekį, kurie, kaip alelocheminiai junginiai, turi įvairią ekologinę ir fiziologinę paskirtį. Gebėjimas sintetinti fenolinius junginius atsirado evoliucijos eigoje konkrečiam augalo poreikiui patenkinti. Tai leidžia augalams prisitaikyti prie besikeičiančių aplinkos sąlygų ir daryti alelopatinį poveikį kitiems greta augantiems augalams ir šaknų rizosferoje gyvenantiems mikroorganizmams. Tarpiniai augalai yra svarbi agrotechnikos priemonė leidžianti sumažinti agroekosistemos priklausomybę nuo sintetinių priemonių ir su jomis susijusį neigiamą poveikį aplinkai. Be naudos dirvožemio derlingumui, tarpiniai augalai ir jų dengiamieji mulčiai gali kontroliuoti piktžoles dėl savo alelopatinių savybių. Cheminė tarpinių miglinių augalų antžeminės dalies ir dirvoje yrusių liekanų charakteristika rodo, kad jose gausu alelopatinių savybių turinčių fenolinių junginių, kurie gali būti potencialūs natūralūs herbicidai dėl lėto skilimo. Tarpinio pasėlio augalų alelopatinį potencialą galima įtraukti į piktžolių valdymo strategijas atsižvelgiant į pasėlių sistemos poreikius, nes piktžolių naikinimas sintetiniais herbicidais, dėl jų toksiškumo ir patvarumo aplinkoje, ribojamas vis griežtesniais teisės aktais. Alelopatija gali suvaidinti svarbų vaidmenį, nes daugelis augalų gali gaminti įvairias alelochemines medžiagas, pasižyminčias skirtinga struktūra ir veikimo būdais, galinčias slopinti įvairių piktžolių rūšių dygimą ir augimą.

Pupinių augalų ir piktžolių biomasės fenoliai. Tirtų tarpinių pasėlių augalų ir piktžolių antžeminėje žalioje masėje esantis fenolinių junginių kiekis buvo nevienodas (3.1.1. pav.).

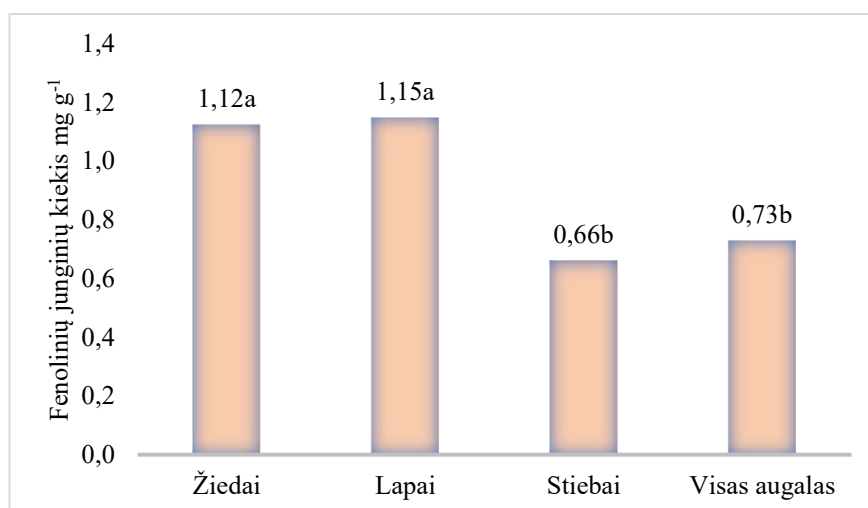


Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b) skiriasi esmingai, $P < 0,05$.

3.1.1. pav. Fenolinių junginių kiekis pupinių tarpinių pasėlių ir piktžolių žaliojoje biomasėje

Esmingai ($P < 0,05$) didžiausias fenolinių junginių kiekis buvo nustatytas liucernose. Jose šių alelocheminių junginių buvo net 2,5 karto daugiau nei purpuriniuose dobiluose ir 1,5 karto daugiau nei pupose ar kukurūzų tarpueiliuose augusių piktžolių (variantas K2). Kitų tarpinių pasėlių augalų: pupų, purpurinių ir Persinių dobilų - antžeminėje žalioje biomasėje esantis fenolinių junginių kiekis esmingai nesiskyrė, nors pupose šių junginių buvo atitinkamai 57 ir 30 proc. daugiau.

Mūsų tyrimams VDU ŽŪA Pomologiniame sode buvo išpjauti žydinčio Sosnovskio barščio (*Heracleum sosnowskyi*) augalo skirtingų dalių mėginiai. Barščio antžeminėje dalyje fenoliniai junginiai buvo pasiskirstę nevienodai (3.1.2 pav.).

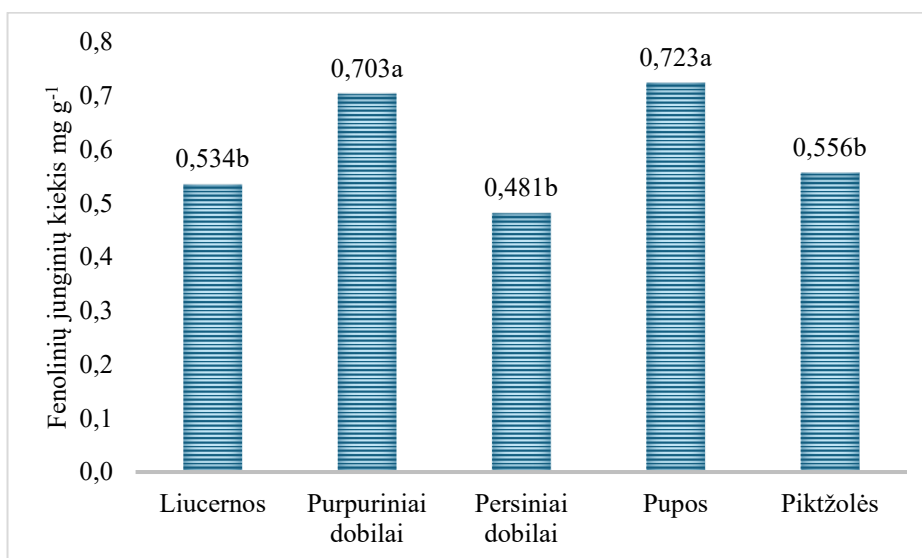


Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b) skiriasi esmingai, $P < 0,05$

3.1.2 pav. Fenolinių junginių kiekis Sosnovskio barščio augalo skirtingų morfologinių dalių žaliojoje biomasėje

Žieduose ir lapuose šių junginių kiekis nesiskyrė, tačiau stiebuose jų buvo atitinkamai 41 ir 43 proc., t. y. esmingai ($P < 0,05$), mažiau nei žieduose ir lapuose. Nustatytas fenolinių junginių kiekis jungtiniame visų Sosnovskio barščio augalo antžeminės dalies morfologinių dalių mėginyje. Jame nustatytas fenolinių junginių kiekis esmingai nesiskyrė, nors ir jų buvo 11 proc. daugiau, nuo šių junginių kiekio stiebuose.

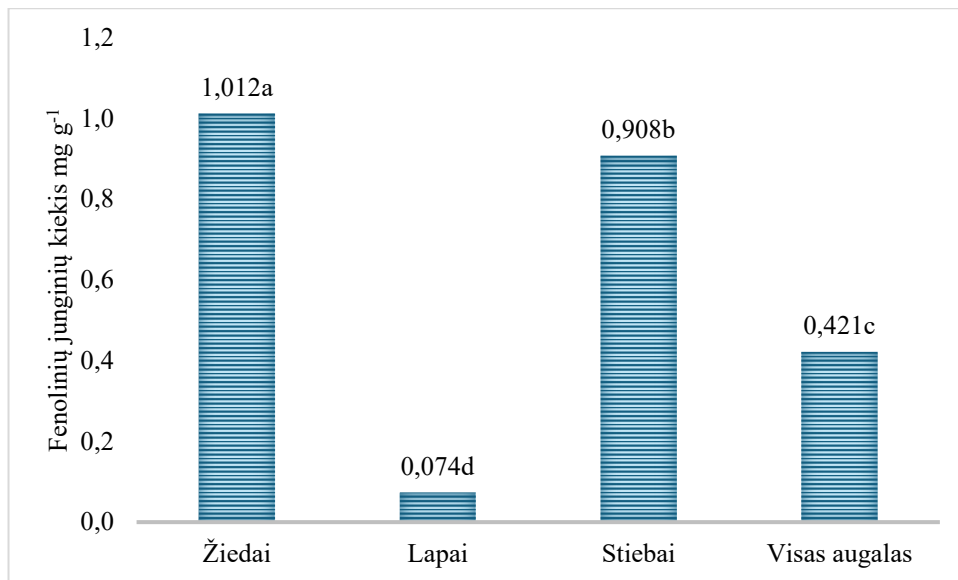
Dirvožemyje 30 dienų irusioje pupinių įsėlių ir piktžolių biomasėje fenolinių junginių kiekis kito nevienodai. Daugiausiai (78 proc.) fenolinių junginių per mėnesį į dirvožemį buvo įnešta iš liucernų (3.1.3 pav.), ir jų irstančioje biomasėje šių junginių liko esmingai mažiau nei purpurinių dobilų ir pupų biomasėje. Lėčiausiai fenoliniai junginiai buvo tirpinami iš purpurinių dobilų. Šių tarpinių augalų biomasėje fenolinių junginių per mėnesį sumažėjo tik 27 proc.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b) skiriasi esmingai, $P < 0,05$

3.1.3 pav. Fenolinių junginių kiekis dirvožemyje irusioje pupinių tarpinių pasėlių ir piktžolių augalų biomasėje

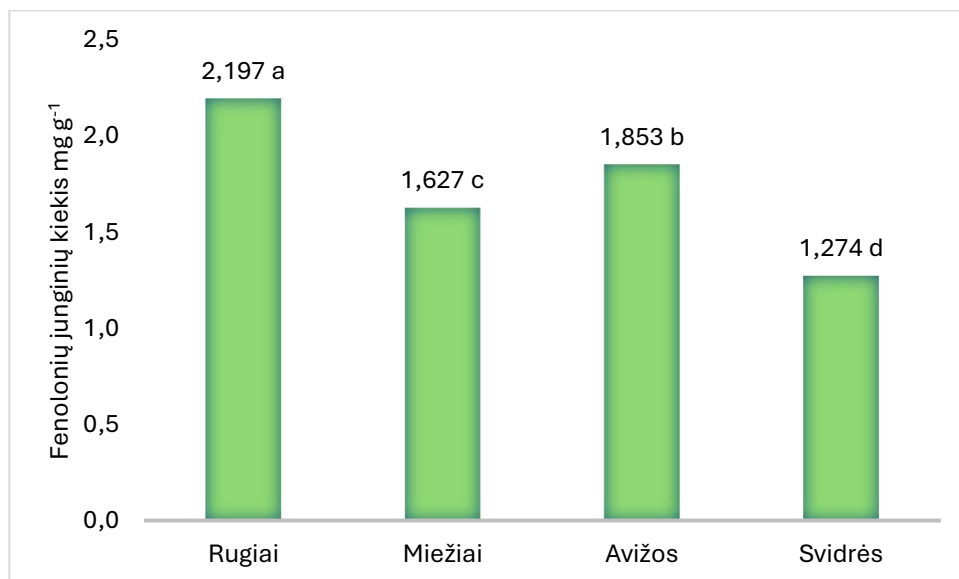
Dirvoje irstančiuose Sosnovskio barščių lapuose fenolinių junginių tirpimas ir skaidymasis vyko intensyviau nei kitose šio augalo morfologinėse dalyse (3.1.4 pav.). Po mėnesio irstančių lapų biomasėje fenolinių junginių buvo esmingai mažiau nei žiedų ir stiebų biomasėje, bei viso augalo antžeminės dalies biomasėje. Dirvožemyje irstančiuose Sosnovskio barščių žieduose liko patikimai didžiausias fenolinių junginių kiekis.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b) skiriasi esmingai, $P < 0,05$

3.1.4 pav. Fenolinių junginių kiekis dirvožemyje irusioje Sosnovskio barščiu augalo ir skirtingų morfologinių dalių biomasėje

Miglinių augalų biomasės fenoliai. Tirtų miglinių – rugių, miežių, avižų ir svidrių, tarpinių pasėlių augalų antžeminėje mulčiui naudotoje žalioje masėje esantis fenolinių junginių kiekis buvo nevienodas – skyrėsi esmingai (3.1.5 pav.).



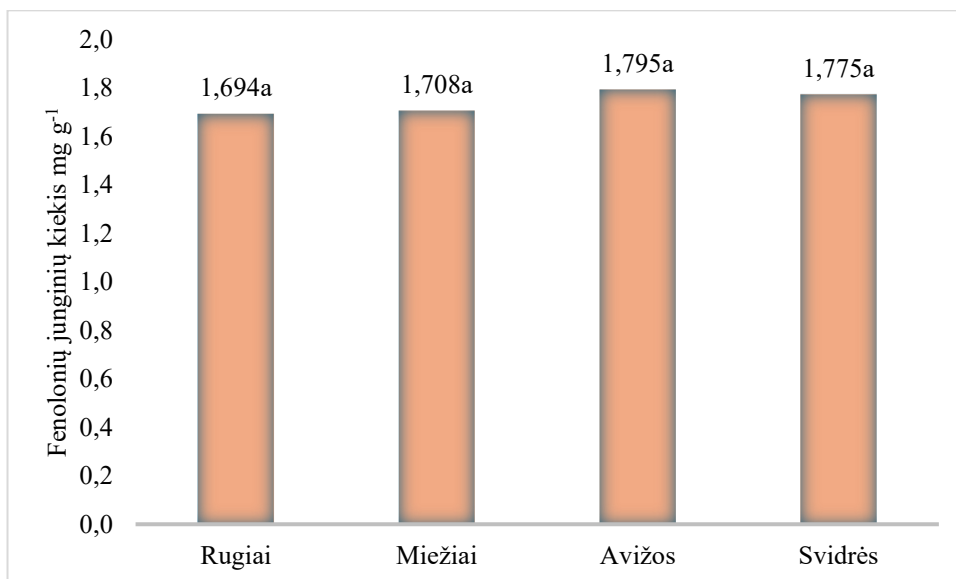
Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b, ...) skiriasi esmingai, $P < 0,05$

3.1.5 pav. Fenolinių junginių kiekis miglinių tarpinių pasėlių žalioje biomasėje

Esmingai ($P < 0,05$) didžiausias fenolinių junginių kiekis buvo nustatytas rugių antžeminėje dalyje. Ruginuose šių alelocheminių junginių buvo net 1,7 karto daugiau nei svidrėse ir 26 proc. daugiau nei miežių antžeminėje dalyje. Avižų antžeminės dalies žalioje biomasėje fenolinių junginių taip pat buvo esmingai (16 proc.) mažiau už šių junginių kiekį rugių žalioje biomasėje.

Visus tirtus miglinius tarpinių pasėlių augalus pagal jų antžeminės dalies biomasėje esantį fenolinių junginių kiekį, galima nurodyti seka: rugiai>avižos>miežiai>svidrės.

Įvertinus fenolinių junginių kiekį 30 dienų dirvožemyje irusioje tarpinių pasėlių miglinių augalų biomasėje, nustatyta, kad jų kiekis rugių, miežių, avižų ir svidrių biomasėje esmingai nesiskyrė (3.1.6 pav.).



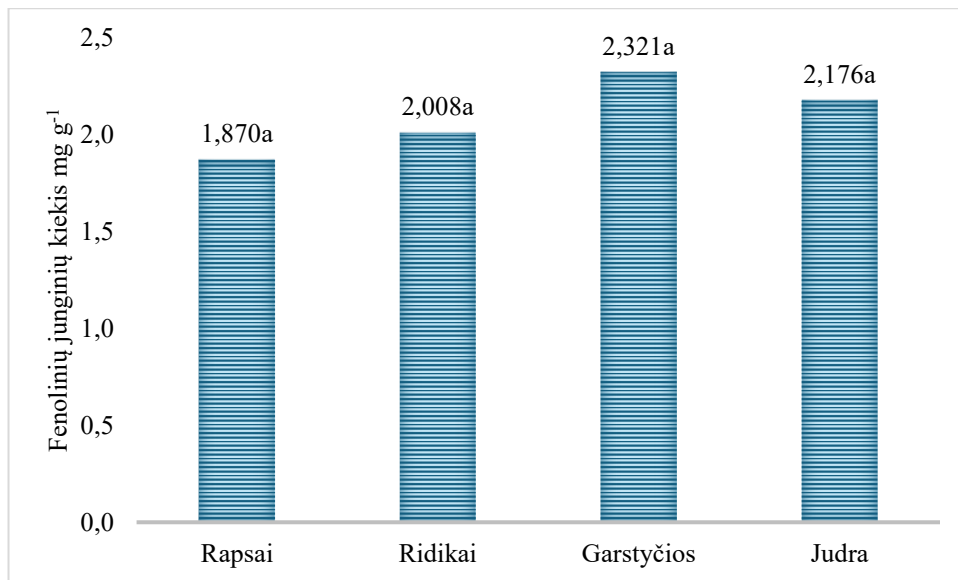
Pastaba: reikšmės, pažymėtos ta pačia raide (a) skiriasi neesmingai, $P>0,05$

3.1.6 pav. Fenolinių junginių kiekis dirvožemyje irusioje tarpinių pasėlių miglinių augalų biomasėje.

Daugiausiai fenolinių junginių per mėnesį į dirvožemį buvo išplauta iš rugių antžeminės dalies ir jų irstančioje biomasėje šių junginių liko mažiau nei kitų tirtų augalų biomasėje. Lėčiausiai fenoliniai junginiai buvo tirpinami iš avižų mulčiui nupjautos antžeminės dalies. Šių tarpinių augalų biomasėje fenolinių junginių per mėnesį sumažėjo tik 3 proc.

Bastutinių augalų biomasės fenoliai. Tirtų bastutinių įsėlių antžeminėje žaliojoje biomasėje esantis fenolinių junginių kiekis esmingai nesiskyrė (3.1.7 pav.).

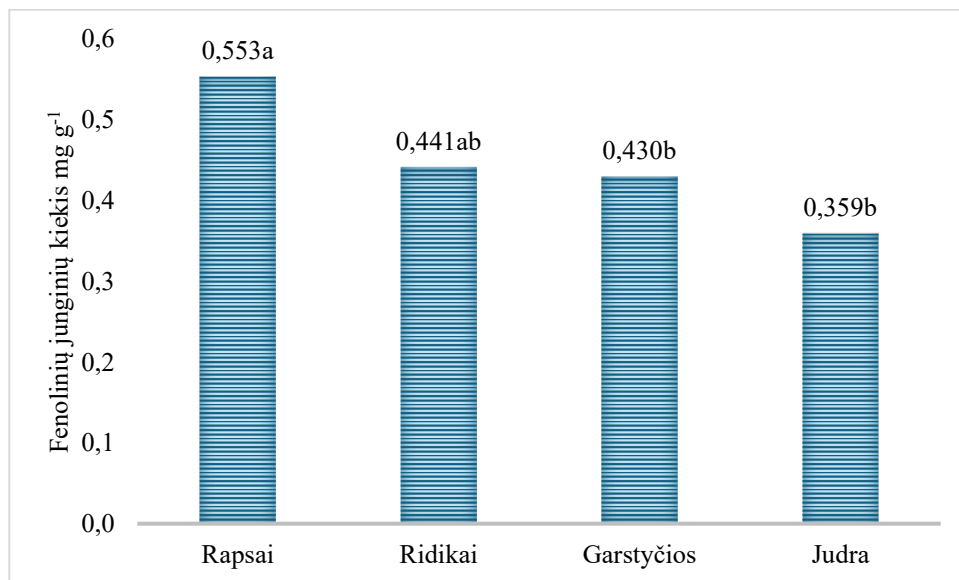
Didžiausias fenolinių junginių kiekis buvo nustatytas garstyčių antžeminės dalies biomasėje, tačiau jis nebuvo statistiškai reikšmingas. Garstyčiose šių alelocheminių junginių buvo atitinkamai 6, 13 ir 19 proc. daugiau nei kukurūzų tarpueiliuose augusiose judrose, ridikuose ir rapsuose.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos ta pačia raide (a) skiriasi neesmingai, $P > 0,05$

3.1.7 pav. Fenolinių junginių kiekis tarpinių pasėlių bastutinių augalų žalioje biomasėje

Trisdešimt dienų dirvožemyje irusioje bastutinių išėlių antžeminės dalies biomasėje fenolinių junginių kiekis kito nevienodai (3.1.8 pav.). Esmingai didžiausias fenolinių junginių kiekis nustatytas rapsų biomasėje, kuris buvo nuo 20 iki 35 proc. didesnis, lyginant su šių junginių kiekiu dirvožemyje irusioje biomasėje ridikų ir kitų tirtų bastutinių tarpinių augalų.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis (a, b) skiriasi esmingai, $P < 0,05$

3.1.8 pav. Fenolinių junginių kiekis dirvožemyje irusioje tarpinių pasėlių bastutinių augalų biomasėje

Daugiausiai fenolinių junginių per mėnesį į dirvožemį buvo išnešta iš judrų ir garstyčių antžeminės dalies ir jų irstančioje biomasėje šių junginių liko atitinkamai 6 ir 5 kartus mažiau, nei

buvo žalioje biomasėje. Lėčiausiai fenoliniai junginiai buvo tirpinami rapsų biomasėje ir per mėnesį jų kiekis sumažėjo tris kartus.

3.1.2. Biomasės skaidymasis dirvožemyje

Žemės ūkio augalų (pasėlių) liekanų skaidymas yra svarbus procesas tvarioje žemdirbystėje, kuris prisideda prie dirvožemio derlingumo, maistinių medžiagų apytakos ir anglies kaupimo dirvožemyje (Singh ir kt., 2021). Žemės ūkio augalų (pasėlių) liekanos – tai lauke po derliaus nuėmimo likusios augalų dalys, kurios, skaidydamosi natūraliai, ne tik praturtina dirvožemį organinėmis medžiagomis, bet ir pagerina jo struktūrą bei padidina maistinių medžiagų prieinamumą (Wang ir kt., 2019). Liekanoms pašalinti greičiau dažnai buvo naudojamas deginimas, tačiau nauji tyrimai parodė, kad leidžiant liekanoms irti natūraliai galima išgauti daug ekologinės naudos (Huang ir kt., 2020).

Mason (1977) išskyrė tris pagrindinius biomasės skaidymo procesus: biologinį poveikį, irimą ir išplovimą. Pagrindiniai veiksniai, darantys įtaką skaidymui, yra: skaidytojų bendrija ir jos kompleksiskumas (Swift ir kt., 1979), liekanų kokybė (Moretto ir kt., 2001, Ross ir kt., 2002, Kriaučiūnienė, 2008), fizikinės ir cheminės aplinkos savybės (Kalburtji ir kt., 1998, Koukoura ir kt., 2003). Pasėlių liekanų skaidymą daugiausia lemia mikroorganizmų, įskaitant bakterijas, grybus ir aktinomicetus, aktyvumas, nes jie skaido sudėtingus organinius junginius. Mikrobu fermentai, tokie kaip celiulazė ir ligninazė, būtini, kad būtų suskaidytos pagrindinės augalinės medžiagos dalys – celiuliozė ir ligninas. Pagrindiniai cheminiai veiksniai, darantys įtaką skaidymo greičiui, yra anglies ir azoto (C:N) santykis bei lignino ir celiuliozės kiekiai (Ruffo & Bollero, 2003). Tokios fizinės sąlygos kaip dirvožemio temperatūra, drėgmė ir dalelių dydis taip pat turi įtakos mikroorganizmų veiksmingumui, o optimalus skaidymas vyksta šiltoje ir drėgnoje aplinkoje (Ghimire ir kt., 2017).

Įvairios pasėlių liekanos skaidosi skirtingu greičiu dėl biocheminių skirtumų. Pavyzdžiui, pupinių augalų liekanos, kaip sojos ir liucernos, paprastai skaidosi greičiau nei grūdinių javų, tokių kaip kviečiai ar kukurūzai, liekanos, nes pupiniai augalai paprastai turi mažesnę lignino kiekį ir didesnę azoto kiekį (Tian ir kt., 1995). Lyginamieji tyrimai parodė, kad grūdinių augalų liekanos yra linkusios skaidytis lėčiau dėl jų didesnio lignino kiekio, o tai lemia lėtesnę maistinių medžiagų apytaką posėliams (Stewart ir kt., 2015).

Aplinkos sąlygos, tokios kaip dirvožemio temperatūra, drėgmė, tekstūra ir pH, taip pat daro įtaką skaidymo procesui. Šilta ir drėgna dirva paprastai yra palankesnė mikroorganizmų veiklai, o ypač didelis ar mažas pH gali skatinti arba slopinti tam tikras mikroorganizmų grupes, kurios dalyvauja liekanų irimo procese. Klimato kaita gali paveikti skaidymo modelius, pakeisdama šiuos aplinkos veiksnius ir darydama įtaką maistinių medžiagų apytakai bei anglies kaupimui

dirvožemyje (Huang ir kt., 2020).

Liekanų skaidymas prisideda prie dirvožemio sveikatos palaikymo, ypač dėl maistinių medžiagų ciklo ir organinės medžiagos kaupimosi dirvožemyje. Skaidant liekanas, į dirvą gražinami tokie svarbūs elementai kaip azotas, fosforas ir kalis, o tai padidina dirvožemio derlingumą. Šių elementų išsiskyrimo laikas yra itin svarbus, nes nuo jo priklauso maistinių medžiagų prieinamumas augalams (Malhi ir kt., 2011). Skaidomos liekanos taip pat prisideda prie dirvožemio organinės anglies (DOC) kiekio, kuris gerina dirvožemio struktūrą, padidina vandens sulaikymą ir sumažina erozijos riziką. Ilgalaikiai tyrimai rodo, kad reguliariai įterpiant pasėlių liekanas dirvožemis tampa derlingesnis, nors poveikis skiriasi priklausomai nuo liekanų tipo ir dirvožemio naudojimo metodų (Six ir kt., 2002).

Liekanų tvarkymo būdai, tokie kaip tradicinė ar tausojamoji žemdirbystė bei mulčiavimas, daro įtaką skaidymo procesui. Tradicinė žemdirbystė, kai liekanos įterpiamos į dirvą, dažnai paspartina skaidymą, tačiau gali sutrikdyti mikroorganizmų buveines ir dirvožemio struktūrą (Wilhelm ir kt., 2004). Tausojamoji žemdirbystė, kai liekanos paliekamos dirvos paviršiuje, lėtina skaidymą ir padeda išlaikyti dirvožemio drėgmę. Mulčiavimas taip pat padeda išlaikyti drėgmę ir skatina lėtesnį, tačiau kontroliuojamą skaidymo procesą, naudingą dirvožemio sveikatai ir struktūrai (Ghimire ir kt., 2017). Liekanų deginimas, nors vis dar praktikuojamas kai kuriose vietovėse, sukelia anglies nuostolius ir oro taršą (Lal, 2005).

Naujausios inovacijos augalų liekanų skaidymo valdymo srityje apima mikroorganizmų inokuliantų naudojimą, siekiant paspartinti skaidymą ir pagerinti maistinių medžiagų apytaką. Tam tikrų mikroorganizmų įterpimas į dirvą gali padidinti liekanų skaidymo greitį, o tai padeda pagerinti dirvožemio sveikatą ir derlingumą (Jastrow ir kt., 2007). Taip pat tiriama biologiškai skaidžių polimerų, kurie gali būti sumaišyti su liekanomis, plėtra – jie leidžia kontroliuoti skaidymo greitį dirvožemyje. Agroekologinės praktikos, tokios kaip agro miškininkystė, kuri integruoja mišrias augalų ir medžių liekanas, taip pat vis labiau vertinamos dėl jų galimybės įvairinti dirvožemio mikroorganizmų bendruomenes ir skatinti skaidymo procesus (Vanlauwe ir kt., 2014).

Didelis azoto kiekis pupiniuose augaluose pagreitina irimą, todėl išmetamas didesnis CO₂ kiekis, palyginti su daug lignino turinčiais augalais, tokiais kaip kukurūzai ir medvilnė. Tai rodo, kad pupiniai augalai prisideda mažiau prie ilgalaikio anglies dioksido kaupimo dirvožemyje nei javai, kurie suyra lėčiau. Skaidymo greičiui turi įtakos liekanų kokybė (anglies, azoto, lignino kiekis) ir dirvožemio sąlygos (tekstūra, pH ir dirvožemio organinė anglis). Daug lignino turinčių augalų liekanos paprastai yra lėčiau, o tai reiškia, kad jos gali būti tinkamesnės ilgalaikiai anglies dioksido sekvestracijos dirvožemyje strategijai. Pabrėžiama pasėlių pasirinkimo ir liekanų tvarkymo svarba anglies dioksido sekvestravimo strategijose, kuriomis siekiama didinti

dirvožemio derlingumą ir švelninti klimato kaitos poveikį.

Nepaisant pasiekimų, lieka iššūkių pritaikant liekanų tvarkymą prie klimato kaitos, kuriant tvarias praktikas, kurios sumažintų neigiamą poveikį aplinkai, ir geriau suprantant specifines mikroorganizmų bendruomenes, dalyvaujančias skaidyme. Anglies kaupimas dirvožemyje dėl geresnės liekanų tvarkymo praktikos teikia ilgalaikę naudą dirvožemio anglies atsargoms bei klimato kaitos mažinimui (Paustian ir kt., 2016).

Apibendrinant, pasėlių liekanų skaidymas yra svarbus dirvožemio sveikatai ir tvariam žemės ūkiui, nes jis skatina maistinių medžiagų apytaką ir anglies kaupimąsi. Ateities tyrimai turėtų siekti sukurti tikslius augalų lieknų tvarkymo metodus, kurie optimizuoja liekanų skaidymą, nesukeliant žalos aplinkai, bei prisidedant prie atsparių ir ekologiškai subalansuotų žemės ūkio sistemų plėtos.

Pupinių augalų ir piktžolių biomasės pokyčiai. Prieš įterpiant augalų biomasę į dirvožemį didžiausias sausųjų medžiagų kiekis (23,98 proc.) nustatytas mėlynžiedės liucernos biomasėje, mažiausiai sausųjų medžiagų (8,76 proc.) buvo Sosnovskio barščio stiebuose (3.1.1 lentelė).

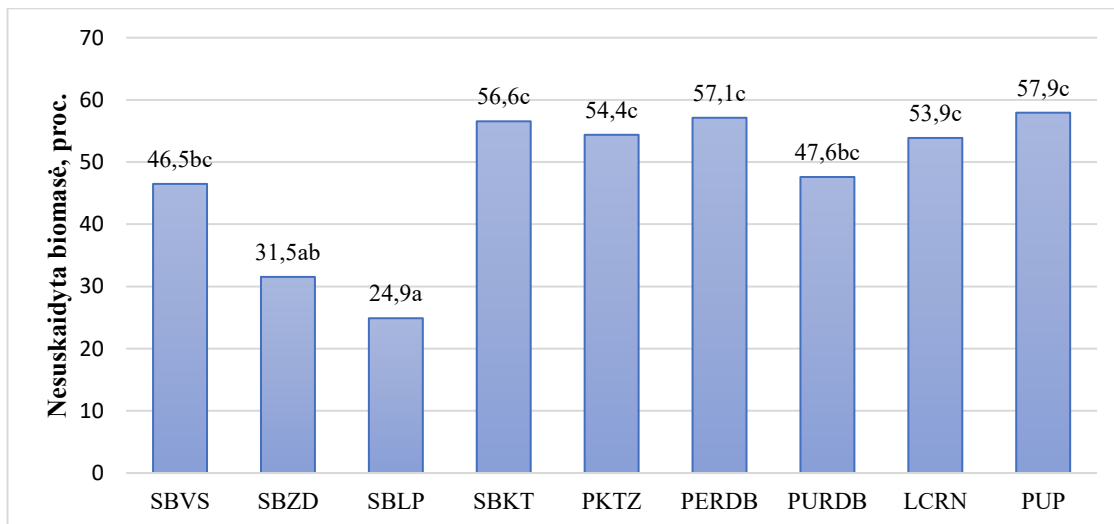
3.1.1 lentelė. Pupinių augalų ir piktžolių biomasės skaidymosi rodikliai

Tirta augalinė biomasė	Eksperimento pradžioje		Po 30 dienų			
	Biomassės sausųjų medž. proc.	Biomassės sausoji masė, g	Biomassės natūralaus drėgnumo masė, g	Biomassės sausųjų medž. proc.	Biomassės sausoji masė, g	Biomassės susiskaidymas, proc.
SBVS	11,47cd	3,44bc	4,36cd	36,70ab	1,60bc	53,51bc
SBZD	12,47cd	3,74bc	2,28d	51,75a	1,18c	68,46ab
SBLP	19,96ab	5,99ab	3,72d	40,05a	1,49c	75,11a
SBKT	8,76d	2,63c	5,35bcd	27,82b	1,49c	43,45c
PKTZ	19,44ab	5,83ab	9,12abc	34,77ab	3,17ab	45,62c
PERDB	18,69b	5,61ab	10,86a	29,50ab	3,20ab	42,87c
PURDB	20,25ab	6,08ab	9,38ab	30,85ab	2,89ab	52,40bc
LCRN	23,98a	7,19a	11,42a	33,94ab	3,88a	46,12c
PUP	15,47bc	4,64abc	10,30ab	26,11b	2,69b	42,06c

Pastaba: PKTZ - piktžolių biomasė iš lauko eksperimento, PUP - pupų biomasė, SBVS - Sosnovskio barščio visos antžeminės dalies jungtinis biomasės mėginys, SBZD – Sosnovskio barščio žiedų biomasė, SBLP – Sosnovskio barščio lapų biomasė, SBKT – Sosnovskio barščio stiebų biomasė, PERDB - Persinių dobilų biomasė, PURDB - purpurinių dobilų biomasė, LCRN - mėlynžiedžių liucernų biomasė. Variantų vidurkiai stulpeliuose, pažymėti ne ta pačia raide (a, b, c, d), skiriasi esmingai ($P < 0,05$).

Įterpus į dirvožemį po 30 g natūralaus drėgnumo augalų biomasės, buvo paskaičiuota, kad priklausomai nuo augalo rūšies į dirvožemį buvo įterpta nuo 2,63 iki 7,19 g sausosios biomasės. Po 30 d. išėmus biomasės liekanas iš dirvožemio nustatyta, kad jų natūralus drėgnumo svoris

svyravo 2,28 iki 11,42 g. Daugiausiai sausųjų medžiagų buvo Sosnovskio barščio žieduose (51,75 proc.), o mažiausiai – kaip ir tyrimo pradžioje, buvo Sosnovskio barščio stiebuose (27,82 proc.). Sausųjų medžiagų kiekis po skaidymosi dirvožemyje visose augalų liekanose padidėjo nuo 1,4 iki 4,1 karto. Po 30 d. augalų liekanos susiskaidė nuo 42,06 iki 75,11 proc. Intensyviausiai skaidėsi Sosnovskio barščio lapai ir žiedai (3.1.9 pav.).



Pastaba: PKTZ - piktžolių biomasė iš lauko eksperimento, PUP - pupų biomasė, SBVS - Sosnovskio barščio visos antžeminės dalies jungtinis biomasės mėginys, SBZD – Sosnovskio barščio žiedų biomasė, SBLP – Sosnovskio barščio lapų biomasė, SBKT – Sosnovskio barščio stiebų biomasė, PERDB - Persinių dobilų biomasė, PURDB - purpurinių dobilų biomasė, LCRN - mėlynžiedžių liucernų biomasė. Variantų vidurkiai stulpeliuose, pažymėti ne ta pačia raide (a, b, c, d), skiriasi esmingai ($P < 0,05$).

3.1.9 pav. Nesuskaidyta augalinė biomasė.

Sunkiausiai skaidėsi pupų ir Persinių dobilų biomasė (3.1.10 pav.). Nustatyta, kad per 30 d. dirvožemyje susiskaidė apie 50 proc. ir daugiau į dirvožemį įterptos augalų biomasės. Z. Kriaučiūnienė (2008) nustatė, kad raudonųjų dobilų liekanos, įterptos į dirvožemį natūraliomis lauko sąlygomis susiskaido iki 95 proc. per 26,5 mėn.



3.1.10 pav. Pupų ir Persinių dobilų biomasė po 30 d. skaidymosi dirvožemyje.

Miglinių augalų biomasės pokyčiai. Prieš įterpiant augalų biomasę į dirvožemį didžiausias sausųjų medžiagų kiekis (37,12 proc.) nustatytas avižų biomasėje, o mažiausias (21,44 proc.) buvo rugių biomasėje (3.1.2 lentelė).

3.1.2 lentelė. Miglinių augalų biomasės skaidymosi rodikliai

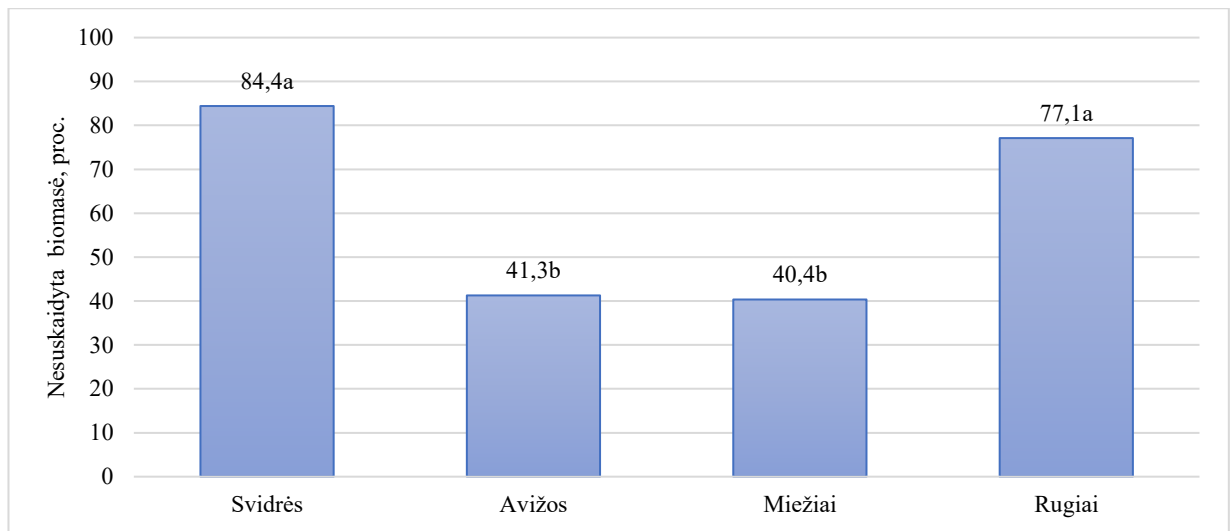
Tirta augalinė biomasė	Eksperimento pradžioje		Po 30 dienų			
	Biomasės sausųjų medž. proc.	Biomasės sausoji masė, g	Biomasės natūralaus drėgnumo masė, g	Biomasės sausųjų medž. proc.	Biomasės sausoji masė, g	Biomasės susiskaidymas, proc.
Svidrės	25,59b	7,68b	25,34b	25,97a	6,50a	15,59b
Avižos	37,12a	11,14a	25,28b	18,20ab	4,60b	58,72a
Miežiai	33,66a	10,10a	22,25b	18,45ab	4,06b	59,65a
Rugiai	21,45c	6,43c	41,39a	11,98b	4,96ab	22,89b

Pastaba: Variantų vidurkiai stulpeliuose, pažymėti ne ta pačia raide (a, b, c, d), skiriasi esmingai ($P < 0,05$).

Įterpus į dirvožemį po 30 g natūralaus drėgnumo augalų biomasės, buvo paskaičiuota, kad priklausomai nuo augalo rūšies į dirvožemį buvo įterpta nuo 6,43 iki 11,14 g sausos biomasės.

Po mėnesio išėmus liekanas iš dirvožemio, nustatyta, kad jų natūralaus drėgnumo biomasė svyravo 22,25 iki 41,39 g. Daugiausiai sausųjų medžiagų buvo svidrės biomasėje (25,97 proc.), o mažiausiai – rugių biomasėje (11,98 proc.). Sausųjų medžiagų kiekis, po skaidymosi dirvožemyje, svidrių liekanose nežymiai padidėjo, o avižų, miežių ir rugių – ženkliai sumažėjo. Po mėnesio augalų liekanos susiskaidė nuo 2,79 iki 59,33 proc.. Mažiausiai susiskaidę buvo rugių liekanos. Tyrimai rodo, kad žieminių rugių (*Secale cereale*) liekanos per pirmą mėnesį, įterpus jas į dirvą, paprastai suyra apie 10-25 proc. nuo pradinės biomasės kiekio. Šį skaidymo greitį lemia didelis C ir N santykis, kuris lėtina skaidymą, palyginti su mažesnio C ir N santykio liekanomis, pavyzdžiui, pupinių augalų (Kätterer et al., 2011; Ghimire et al., 2017). Be to, šiltesnės ir drėgnesnės dirvožemio sąlygos didina mikroorganizmų aktyvumą, kas pagreitina skaidymą. Pavyzdžiui, dirvožemiuose, kur yra aukštesnė temperatūra ir pakankamai drėgmės, skaidymo greitis yra ženkliai didesnis nei vėsesnėse ir sausesnėse dirvose (Six et al., 2002). Liekanų įterpimas į dirvą, o ne jų palikimas paviršiuje, taip pat spartina skaidymo procesą dėl tiesioginio mikroorganizmų kontakto (Ruffo & Bollero, 2003). Tyrimai rodo, kad skaidymo greitis labai priklauso nuo specifinių dirvožemio ir aplinkos sąlygų, o esant optimalioms sąlygoms, greitis gali pasiekti aukštesnes nurodyto intervalo ribas.

Mūsų atliktame tyrime intensyviausiai skaidėsi miežių ir avižų liekanos (3.1.11 pav.).



Pastaba: Variantų vidurkiai stulpeliuose, pažymėti ne ta pačia raide (a, b), skiriasi esmingai ($P < 0,05$).
3.1.11 pav. Biomasės skaidymosi intensyvumas.

Sunkiausiai skaidėsi rugių biomasė (suiro 22,89 proc.). Nustatyta, kad per mėnesį dirvožemyje gali susikaupti apie 50 proc. ir daugiau augalų liekanų biomasės. Z. Kriauciūnienė (2008) nustatė, kad raudonųjų dobilų liekanos, įterptos į dirvožemį natūraliomis lauko sąlygomis susiskaido iki 95 proc. per 26,5 mėn.

Apibendrinant galima teigti, kad sausųjų medžiagų kiekis, po skaidymosi dirvožemyje mėnesį, svidrių liekanose nežymiai padidėjo, o avižų, miežių ir rugių – žymiai sumažėjo. Nustatyta, kad per mėnesį dirvožemyje avižų ir miežių liekanos susiskaido apie 60 proc., o svidrių ir rugių, atitinkamai tik 15,59 ir 22,89 proc. Intensyviausiai skaidėsi miežių ir avižų liekanos, sunkiausiai skaidėsi rugių ir svidrių biomasė.

Bastutinių augalų biomasės pokyčiai. 2025 m. kontroliuojamo klimato sąlygose buvo įrengtas bastutinių augalų ir piktžolių skaidymosi eksperimentas. Tirtų bastutinių augalų ir piktžolių biomasės skaidymosi intensyvumas per 30 dienų eksperimentinį laikotarpį skyrėsi priklausomai nuo augalų rūšies. Intensyviausiai skaidėsi rapsų ir judrų biomasė, atitinkamai 86,3 ir 82,5 proc. (3.1.3 lentelė). Tai rodo, kad rapsų ir judrų liekanos irimo metu pasižymėjo sparčiausia organinės medžiagos mineralizacija.

Garstyčios biomasė skaidėsi lėčiau – jos biomasės susiskaidymas siekė 73,2 proc., o ridiko – 68,8 proc., kas leidžia manyti, kad šių augalų liekanos pasižymi didesniu struktūriniu atsparumu mikrobiologinei degradacijai. Lėčiausiai skaidėsi piktžolių mišinio (PKTZ) biomasė, kur susiskaidymo rodiklis buvo tik 59,1 proc., esmingai mažesnis nei visų bastutinių augalų biomasės ($P < 0,05$). Lyginant biomasės cheminės sudėties pokyčius, matyti, kad po 30 dienų visų variantų biomasės sausųjų medžiagų procentas sumažėjo, išskyrus ridiko biomasę, kurioje sausųjų

medžiagų kiekis padidėjo nuo 12,41 proc. iki 22,00 proc.. Tai gali būti susiję su intensyvesniu vandens praradimu, o ne su organinės medžiagos irimu.

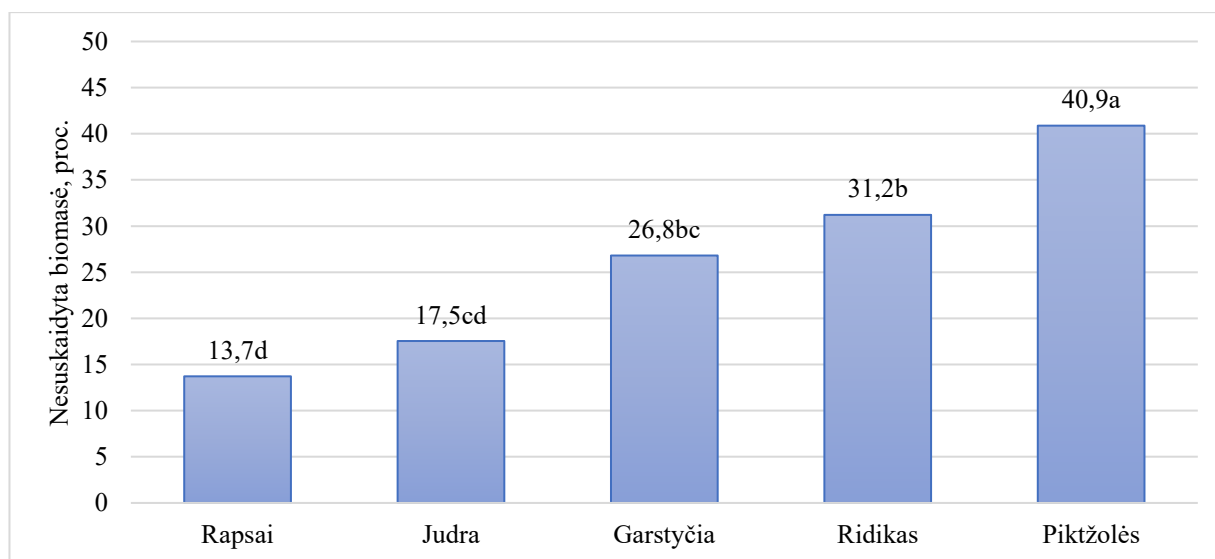
3.1.3 lentelė. Bastutinių augalų ir piktžolių biomasės skaidymosi rodikliai

Tirta augalinė biomasė	Eksperimento pradžioje		Po 30 dienų			
	Biomasės sausųjų medž. proc.	Biomasės sausoji masė, g	Biomasės natūralaus drėgnumo masė, g	Biomasės sausųjų medž. proc.	Biomasės sausoji masė, g	Biomasės susiskaidymas, proc.
R	15,84b	4,58b	4,84c	12,92b	0,62b	86,3a
JUD	18,96a	5,78a	6,89bc	14,76b	1,01b	82,5ab
GA	13,61c	4,07bc	7,14b	15,16b	1,09b	73,2bc
RD	12,41c	3,74c	5,03bc	22,00a	1,10b	68,8c
PKTZ	20,86c	6,15a	17,25a	14,51b	2,52a	59,1d

Pastaba: R – rapsų biomasė, JUD – judros biomasė, GA – garstyčios biomasė, RD – ridiko biomasė, PKTZ - piktžolių biomasė iš lauko eksperimento. Variantų vidurkiai stulpeliuose, pažymėti ne ta pačia raide (a, b, c, d), skiriasi esmingai ($P < 0,05$).

Apibendrinant galima teigti, kad bastutiniai augalai pasižymėjo intensyvesniu biomasės skaidymusi, palyginti su piktžolėmis, o sparčiausiai vyko rapsų ir judros biomasės irimo procesai. Tokie rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad bastutinių augalų liekanos gali būti efektyvesnės gerinant dirvožemio organinės medžiagos gausinimą trumpuoju laikotarpiu.

Paveiksle 3.1.12 pateikti duomenys rodo, kad po 30 dienų biomasės skaidymosi eksperimento didžiausia nesuskaidyta biomasės dalis liko piktžolių biomasėje – 40,9 proc., o tai esmingai daugiau nei bastutinių augalų biomasės ($P < 0,05$). Ridiko nesuskaidytos biomasės kiekis sudarė 31,2 proc., garstyčios – 26,8 proc., o judros – 17,5 proc. Mažiausias nesuskaidytos biomasės kiekis buvo rapsų – 13,7 proc., kas rodo, kad šių augalų liekanos skaidėsi sparčiausiai.



Pastaba: Variantų vidurkiai stulpeliuose, pažymėti ne ta pačia raide (a, b), skiriasi esmingai ($P < 0,05$).

3.1.12 pav. Biomasės skaidymosi intensyvumas.

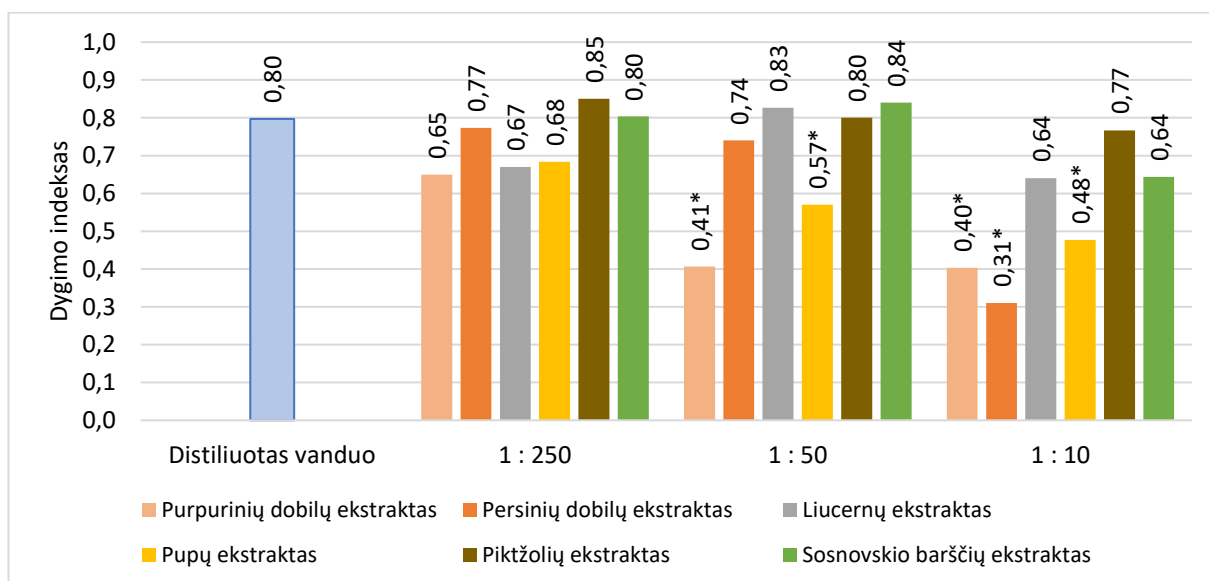
Bendrai vertinant, bastutiniai augalai pasižymėjo intensyvesniu biomasės irimu, palyginti su piktžolėmis, kurių nesuirusi biomasė buvo esmingai didesnė. Šie rezultatai rodo, kad bastutinių augalų liekanos yra palankesnės spartesnei organinės medžiagos mineralizacijai ir gali būti efektyviau panaudojamos dirvožemio biologinės veiklos skatinimui trumpalaikiu laikotarpiu.

3.2. Laboratorinis-vegetacinis eksperimentas

Alelopatija apima abi augalų sąveikas – skatinančią, stimuliuojančią bei slopinančią, inhibitorinę dėl išskiriamų biologiškai aktyvių junginių, kurie vadinami alelojunginiais arba alelochemikalais (Al-Watban, Salama, 2012). Manoma, kad paprastojo kveičio biomasės toksiškumas, nustatytas eksperimentuose, priklauso nuo tarpusavyje sąveikaujančių fitotoksiškų terpenų. Buvo nustatyta terpenų, sudarančių eterinius aliejus, sudėtis. Tai monoterpenai: α -pinenas, β -pinenas, limonenas, eukaliptolis (1,8-cineolis), kamporas, β -mircenas, santolino trianas, kamfenas (Marcinkevičienė, Eimutytė, Antanavičienė, 2014).

3.2.1. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka žeminių kviečių dygimui ir vystymuisi

Pupinių augalų ir piktžolių ekstraktai. Dygimo indeksas parodo kokią alelopatinę įtaką turėjo tirtų augalų skirtingų koncentracijų ekstraktai kviečių grūdų dygimo pradžiai. Stipriausią dygimą slopinančią įtaką turėjo purpuriniai dobilai ir pupos (3.2.1. pav.).

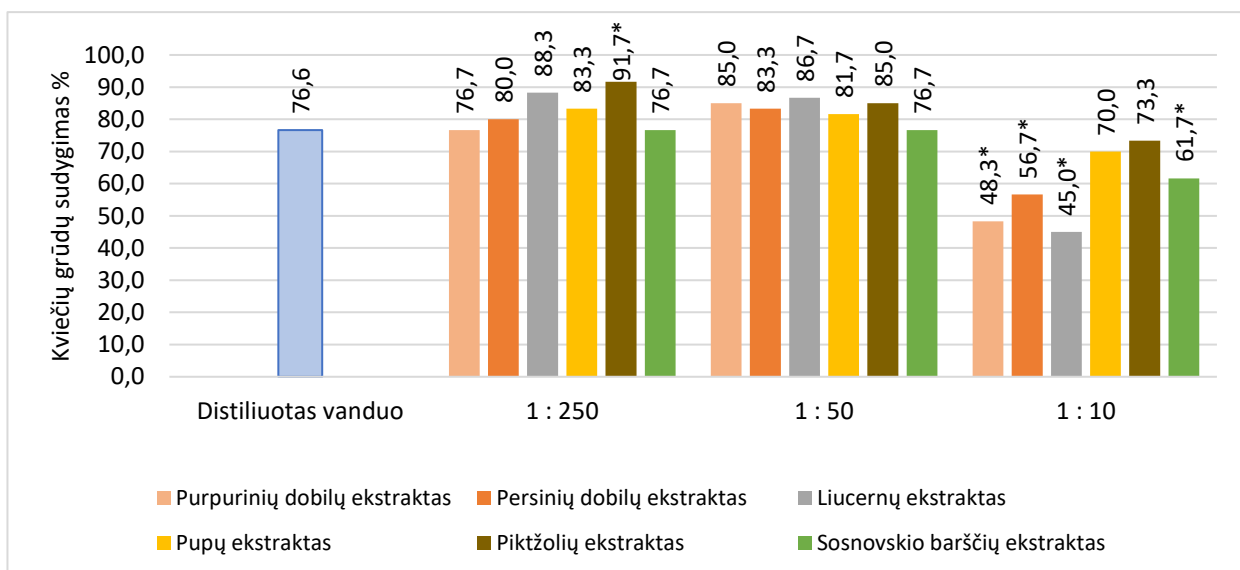


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.1. pav. Žeminių kviečių grūdų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Šių augalų didžiausios koncentracijos – 1:10 ir 1:50 ekstraktai esmingai ($P < 0,05$) sumažino kviečių grūdų dygimo indeksą. Grūdų dygimo indeksą esmingai mažino ir Persinių dobilų didžiausios koncentracijos ekstraktas. Jame dygusių grūdų šis rodiklis sumažėjo net 2,6 karto lyginant su dygimo indeksu grūdų, daigintų distiliuotame vandenyje.

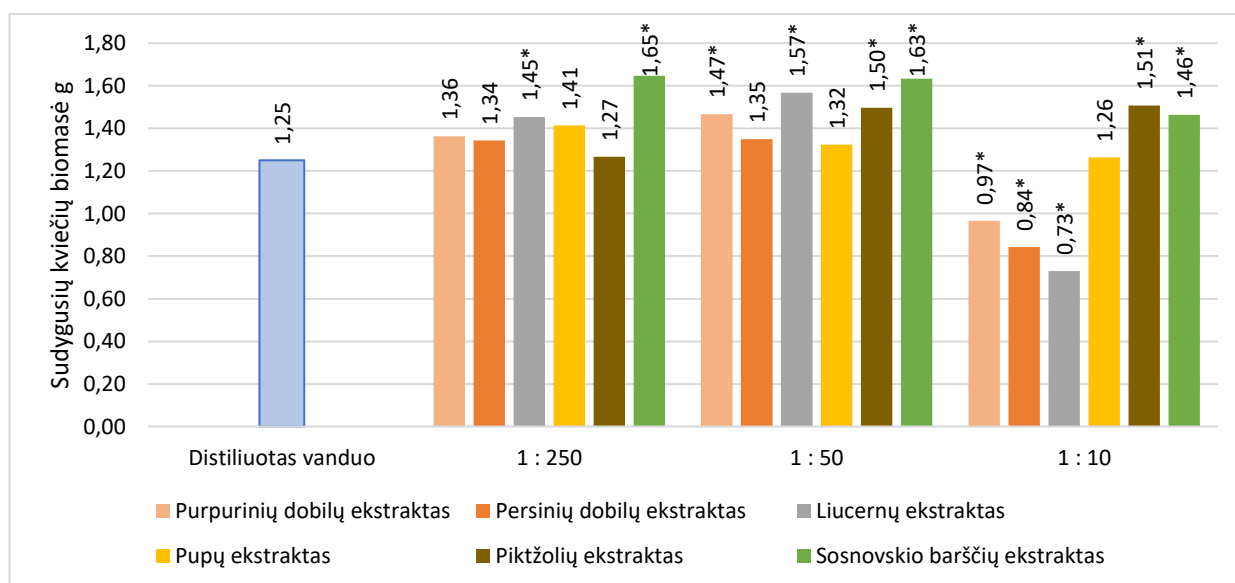
Žieminių kviečių sudygimą tirtų augalų ekstraktai veikė skirtingai (3.2.2 pav.). Didžiausios koncentracijos purpurinių ir Persinių dobilų, liucernų ir Sosnovskio barščių ekstraktai esmingai ($P<0,05$) sumažino sudygusių grūdų kiekį, o pupų ir piktžolių – turėjo tendenciją jį mažinti. 1:250 koncentracijos piktžolių ekstraktas esmingai ($P<0,05$) didino šį rodiklį 20 proc.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P<0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.2 pav. Žieminių kviečių grūdų sudygimas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Įvertinus dešimties sudygusių kviečių grūdų biomasę buvo nustatyta, kad Sosnovskio barščių visų koncentracijų ekstraktai statistiškai patikimai ($P<0,05$) ją didino (3.2.3 pav.).

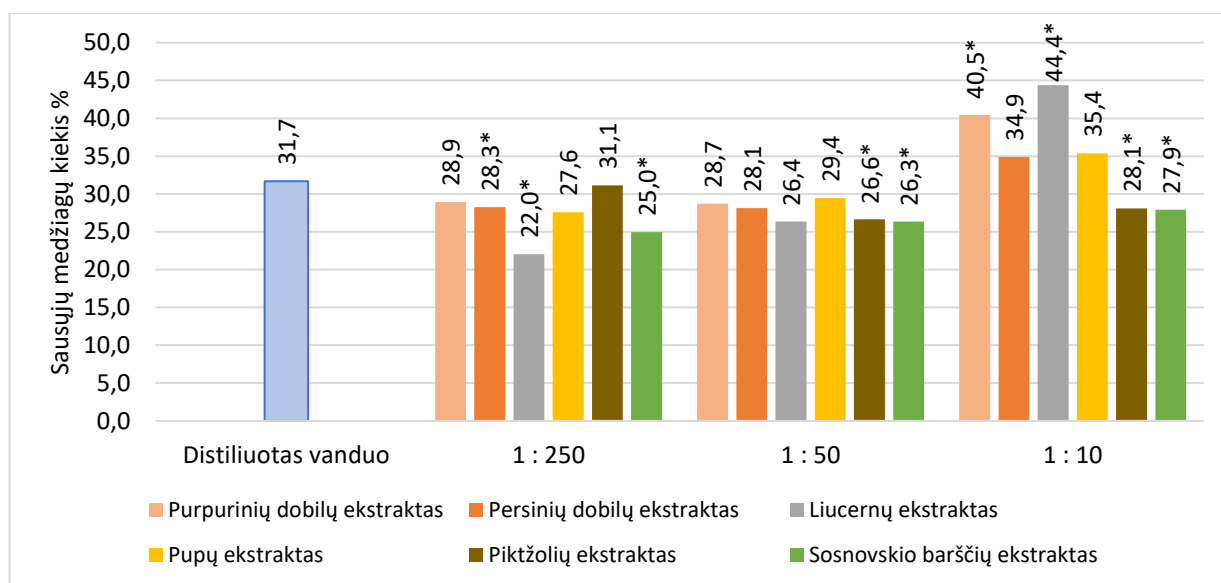


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P<0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.3 pav. Žieminių kviečių daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Didžiausios koncentracijos ekstrakte dygusių grūdų biomasė buvo 17 proc., o 1:250 koncentracijos ekstrakte net 32 proc. didesnė už distiliuotame vandenyje dygusių kviečių biomasę. Sudygusių kviečių biomasę esmingai didino ir piktžolės. Jų 1:10 ir 1:50 koncentracijų ekstraktuose daigintų kviečių biomasė buvo 21 proc. didesnė už distiliuotame vandenyje daigintų kviečių biomasę. Purpurinių ir Persinių dobilų bei liucernų mulčių 1:10 koncentracijos vandeniniai ekstraktai patikimai slopino dygstančių kviečių biomasės augimą. Šiuose ekstraktuose daigintų kviečių biomasė buvo atitinkamai 22, 32 ir 41 proc. mažesnė už distiliuotame vandenyje daigintų kviečių.

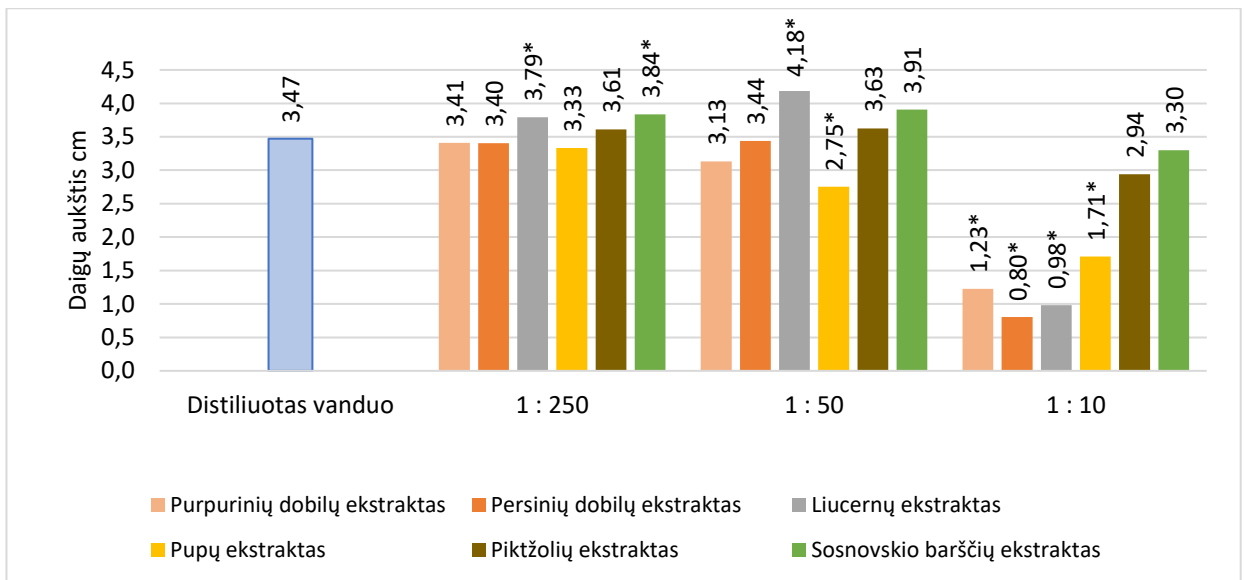
Sosnovskio barščių visų koncentracijų, o piktžolių 1:10 ir 1:50 koncentracijų ekstraktai statistiškai patikimai ($P < 0,05$) mažino sausųjų medžiagų kaupimąsi dygstančiuose kviečiuose (3.2.4 pav.). Didžiausios – 1:10 koncentracijos purpurinių dobilų ir liucernų ekstraktai esmingai didino, o Persinių dobilų ir pupų ekstraktai turėjo tendenciją didinti sausųjų medžiagų kiekį sudygusiuose kviečiuose.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.4 pav. Sausųjų medžiagų kiekis sudygusiuose žieminių kviečių grūduose skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

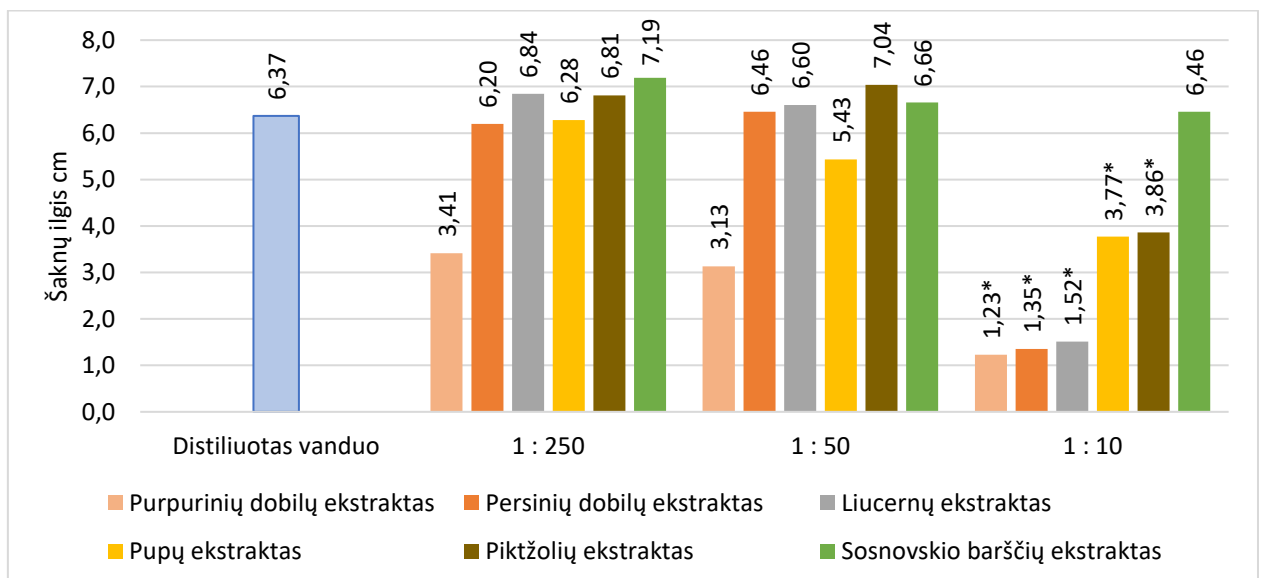
Žieminių kviečių daigų augimą skatino mažesnių koncentracijų (1:50 ir 1:250) liucernų ir barščių vandeniniai ekstraktai (3.2.5 pav.).



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.5 pav. Žieminių kviečių daigų aukštis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Visų tirtų pupinių augalų – purpurinių ir Persinių dobilų, liucernų ir pupų 1:10 koncentracijos vandeniniai ekstraktai patikimai slopino žieminių kviečių ne tik daigų, bet ir šaknų augimą (3.2.6 pav.). Šaknų augimą taip pat esmingai stabdė šios koncentracijos piktžolių ekstraktas. Teigiamą poveikį turėjo Sosnovskio barščio 1:250 koncentracijos ekstraktas.



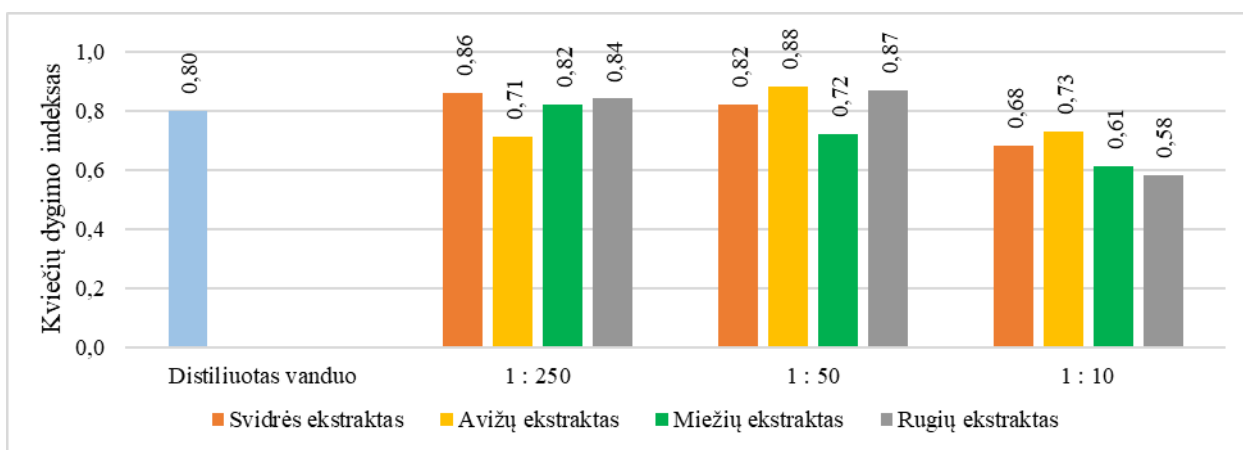
Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.6 pav. Žieminių kviečių daigų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrinant reikia konstatuoti, kad mažos koncentracijos (1:250) Sosnovskio barščio vandeninis ekstraktas turėjo stimuliuojantį poveikį žieminių kviečių vystymuisi. Nors šios

koncentracijos ekstraktas buvo neutralus grūdų dygimui (panašus kaip naudojant distiliuotą vandenį), tačiau turėjo esminę teigiamą įtaką daigų biomasei, aukščiui ir šaknų ilgiui. Tai įdomus faktas, nes galima būtų panaudoti šios žalingos invazinės piktžolės biomasę biostimuliatorių gamybai, taip kontroliuojant jos plitimą. Sosnovskio barščio ekstrakto poveikio žieminiams kviečiams tyrimai buvo atlikti 2024 m. pavasarį. Kviečiai purkšti BBCH 32 tarpsnyje. Tyrimų duomenys patvirtino barščio stimuliacinį poveikį, todėl šie duomenys pateikti LR Patentų biurui užregistruoti kaip išradimą, paraiška bus paskelbta biuro biuletenyje 2026 m. pradžioje.

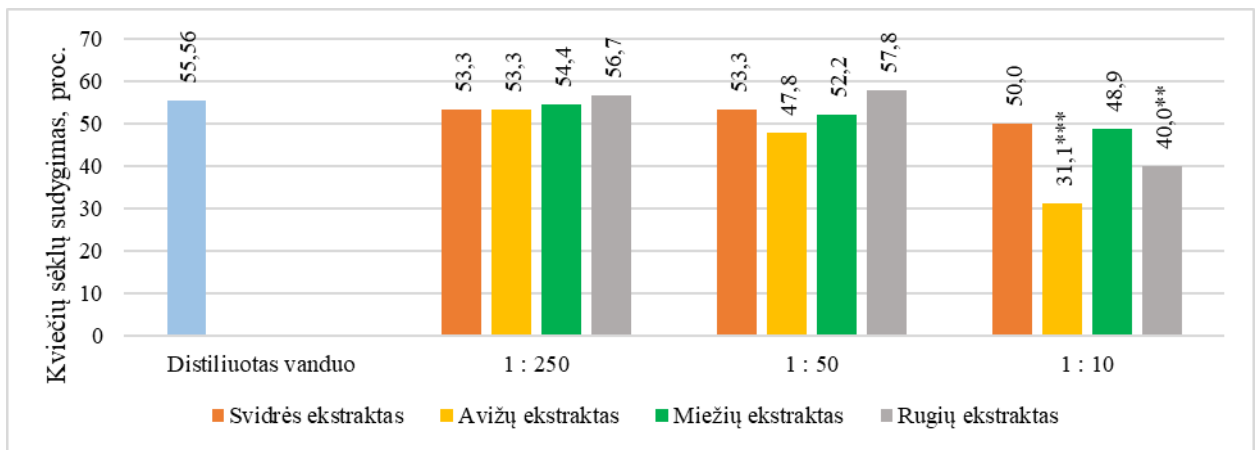
Miglinių augalų ekstraktai. Naudojant vienametės svidrės (*Lolium multiflorum* L.) ir sėjamojo rugio (*Secale cereale* L.) silpnesnes (1:50, 1:250) ištraukų koncentracijas žieminių kviečių dygimo indeksas didėjo nuo 2,5 iki 8,8 proc., lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.7 pav.). Nustačius žieminių kviečių dygimo indeksą, galima teigti, kad visi tirti ekstraktai turėjo neigiamą poveikį taikant didžiausią koncentraciją.



Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.7. pav. Žieminių kviečių grūdų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

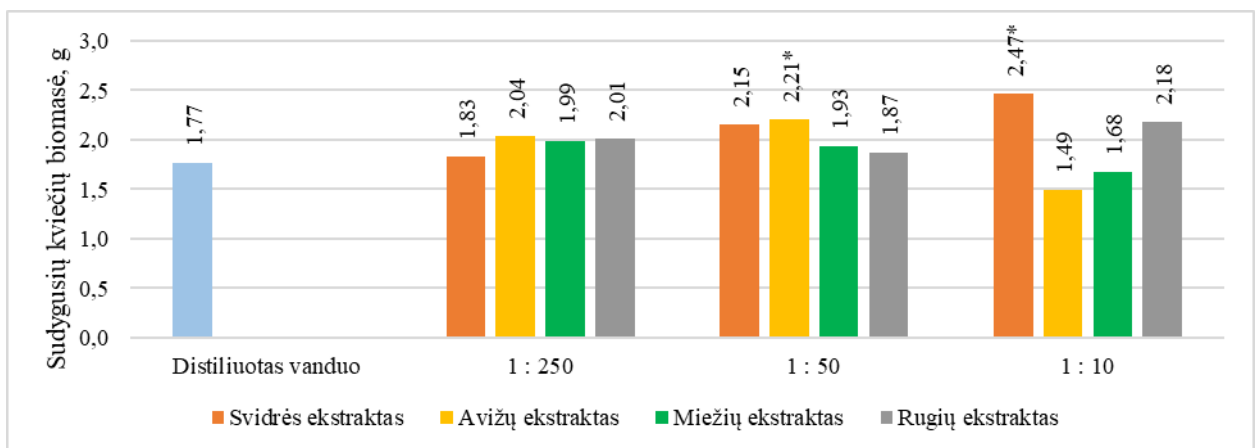
Visi ekstraktai prie taikytos didžiausios (1:10) koncentracijos mažino žieminių kviečių sudygimą, lyginat su kontroliniu variantu (3.2.8 pav.). Sėjamosios avižos ir sėjamojo rugio ištraukos esmingai mažino (1,8 ir 1,4 karto) žieminių kviečių sudygimą, lyginat su distiliuotu vandeniu.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** ir *** esmingai ($P<0,01$ ir $P<0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.8. pav. Žieminių kviečių grūdų sudygimas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

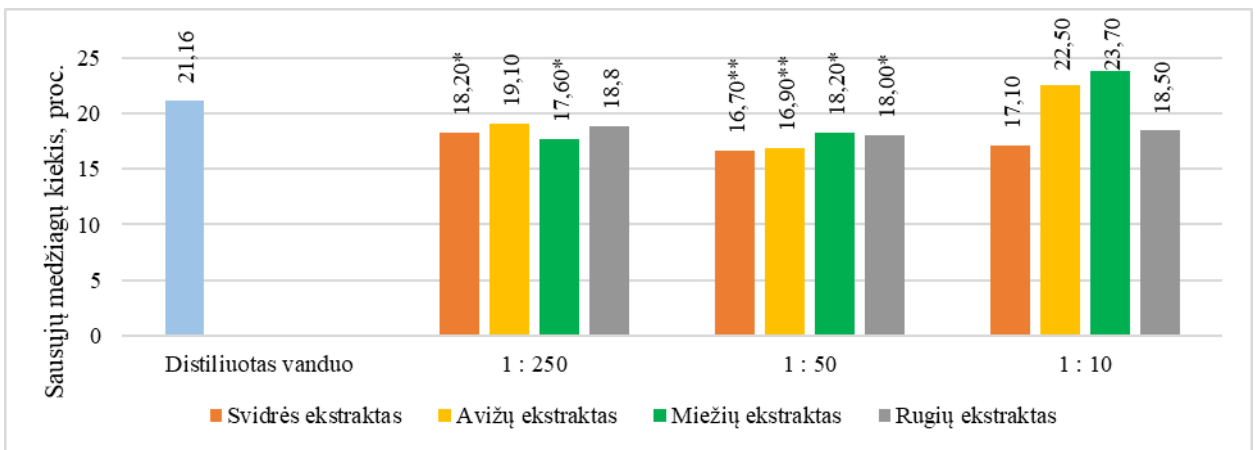
Naudojant visus tirtus ekstraktus taikant 1:50 ir 1:250 koncentracijas žieminių kviečių biomasė didėjo nuo 3,9 iki 24,9 proc., lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.9 pav.). Sėjamosios avižos prie 1:50 koncentracijos ir paprastojo miežio (*Hordeum vulgare* L.) prie 1:10 koncentracijos ekstraktas esmingai didino (1,2 ir 1,4 karto) žieminių kviečių biomasę. Naudojant sėjamosios avižos ir paprastojo miežio ištraukų 1:10 koncentraciją mažėjo (15,8 ir 5,1 proc.) žieminių kviečių biomasė, lyginat su kontroliniu variantu.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P<0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.9. pav. Žieminių kviečių daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

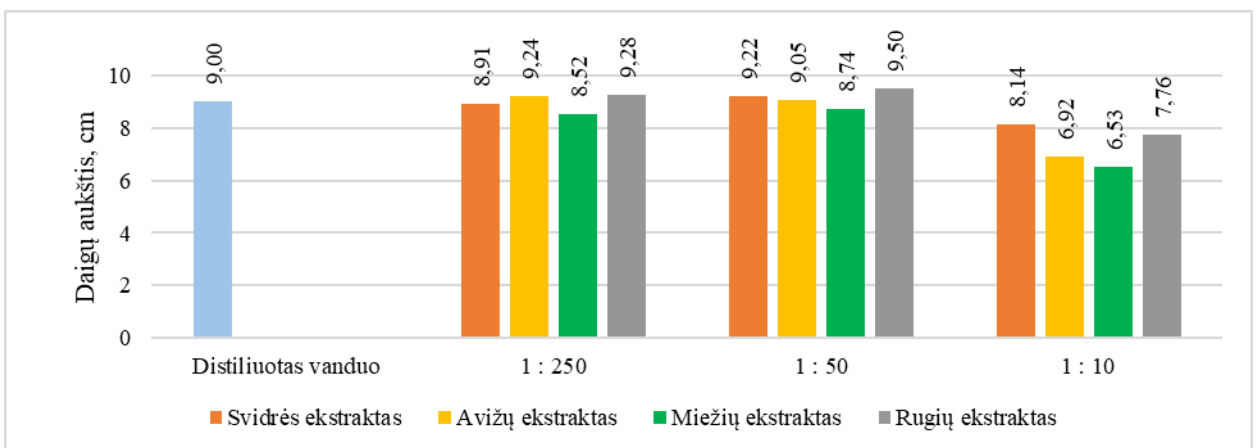
Silpnesnė (1:50) ištraukų koncentracija esmingai nuo 2,96 iki 4,46 proc. vnt. mažino žieminių kviečių sausųjų medžiagų kiekį, lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.10 pav.). Naudojant vienametės svidrės (*Lolium multiflorum* L.) ir paprastojo miežio ištraukų 1:250 koncentraciją esmingai mažėjo (2,96 ir 3,56 proc. vnt.) žieminių kviečių sausųjų medžiagų kiekis, lyginat su kontroliniu variantu.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.10 pav. Žieminių kviečių daigų sausosios biomasės procentui skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Taiktos ekstraktų koncentracijos turėjo neigiamą poveikio tendenciją (nuo 2,9 iki 27,4 proc.) žieminių kviečių daigų aukščiui, lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.11 pav.). Taiktos 1:50, 1:250 sėjamosios avižos ir sėjamojo rugio ekstraktų koncentracijos turėjo skatinamąjį poveikį. Naudojant vienametės svidrės, sėjamosios avižos, paprastojo miežio ir sėjamojo rugio ištraukų 1:10 koncentraciją žieminių kviečių daigų aukštis buvo nuo 9,5 iki 27,4 proc. mažesnis, lyginat su distiliuotu vandeniu.

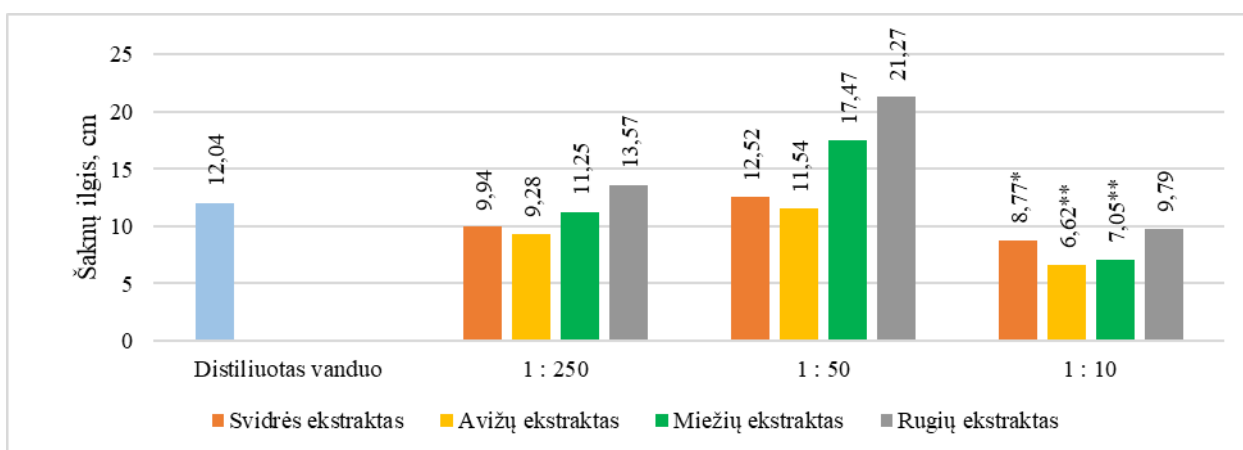


Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.11 pav. Žieminių kviečių daigų aukščiui skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Naudojant vienametės svidrės, sėjamosios avižos, paprastojo miežio 1:250 koncentracijos ištraukas, žieminių kviečių šaknų ilgis buvo nuo 6,6 iki 22,9 proc. mažesnis, lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.12 pav.). Sėjamojo rugio 1:50 ir 1:250 koncentracijos ekstraktai turėjo skatinamąjį (76,7 ir 12,7 proc.) poveikį žieminių kviečių šaknims. Vienametės svidrės, sėjamosios avižos ir

paprastojo miežio 1:10 koncentracijos ištraukos žieminių kviečių šaknų ilgį esmingai mažino nuo 27,2 iki 45,0 proc., lyginat su distiliuotu vandeniu.

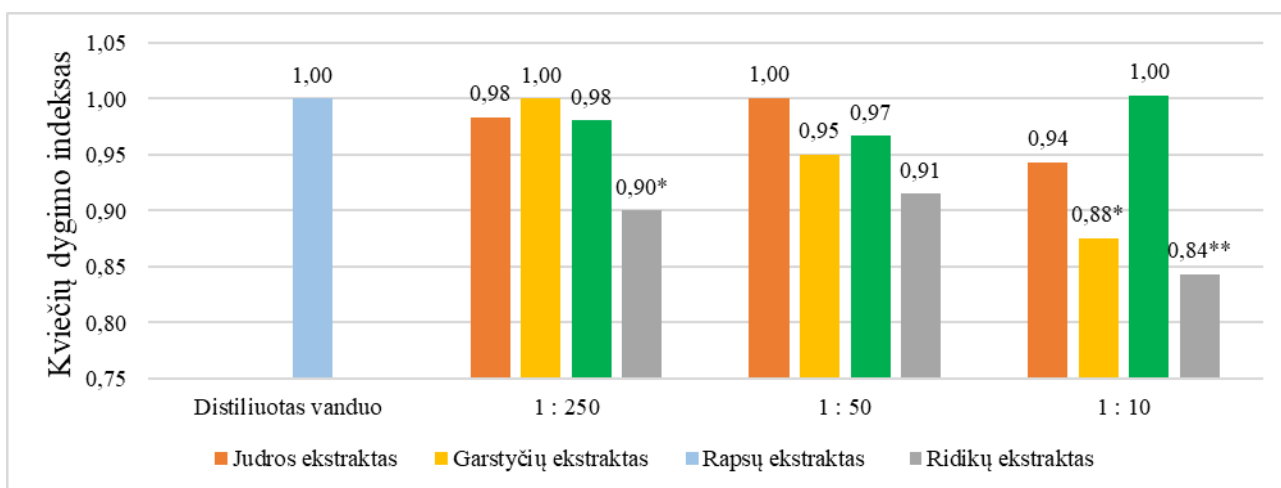


Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** esmingai ($P<0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.12 pav. Žieminių kviečių šaknų ilgiui skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrinant galima konstatuoti, kad dėsninga stimuliacinė miglinių augalų įtaka žieminių kviečių dygimui ir vystymuisi nenustatyta.

Bastutinių augalų ekstraktai. Skirtingų koncentracijų judros ir rapsų ištraukos neturėjo esminės įtakos žieminių kviečių dygimo indeksui (3.2.13 pav.). 1:10 koncentracijos baltosios garstyčios ir aliejinio ridiko ištraukos esmingai 1,1 karto mažino kviečių dygimo indeksą. Visų tirtų koncentracijų ridikų ištraukos aplamai mažino žieminių kviečių dygimo indeksą, tačiau 1:50 koncentracijos ištrauka mažino neesmingai. Mažiausias dygimo indeksas nustatytas daiginant žieminius kviečius stipriausios 1:10 koncentracijos garstyčių ištraukoje.

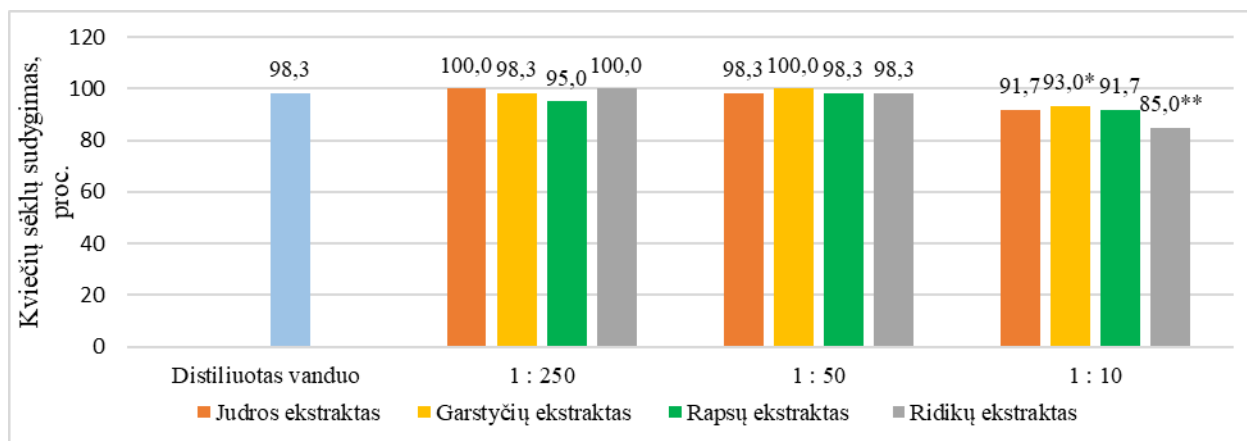


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P<0,05$ ir $P<0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.13 pav. Žieminių kviečių dygimo indeksas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Visos tirtos judros ir rapsų ištraukų koncentracijos neturėjo esminės įtakos žieminių kviečių

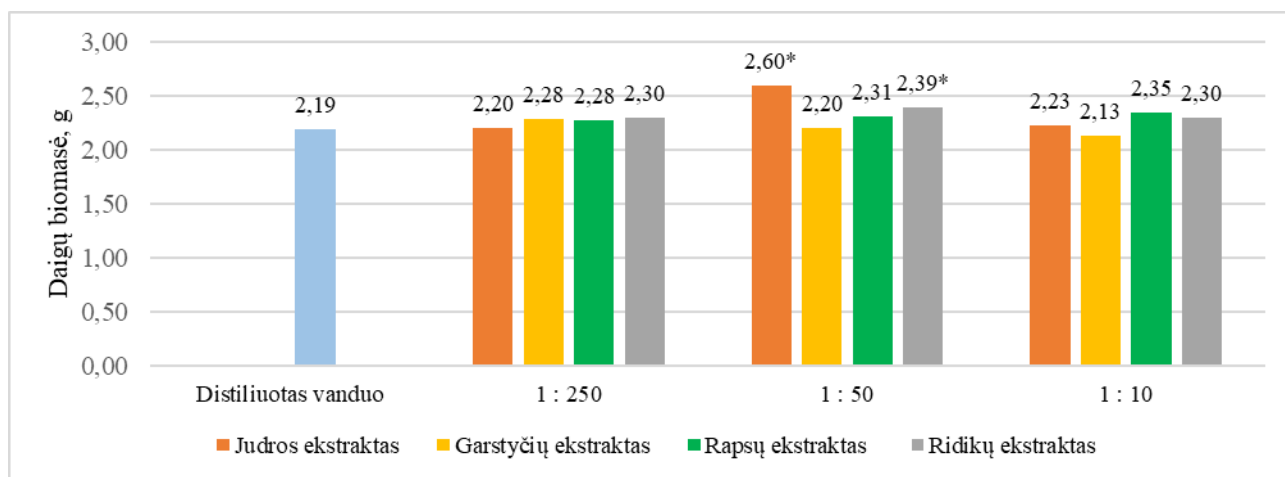
sėklų sudygimui (3.2.14 pav.). Sėklų sudygimą esmingai mažino didžiausios koncentracijos (1:10) garstyčios ir ridiko ištraukos. Stipriausias buvo ridiko ištraukos poveikis – 1:10 koncentracija sumažino žieminių kviečių sėklų sudygimą 1,2 karto.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P<0,05$ ir $P<0,005$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.14 pav. Žieminių kviečių sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Garstyčių ir rapsų įvairių koncentracijų ištraukos neturėjo esminės įtakos žieminių kviečių daigų biomasei (3.2.15 pav.). Nustatyta tendencija, kad ridikų ištraukos skatino žieminių kviečių daigų augimą, o 1:50 koncentracijos ekstraktas kviečių daigų masę didino esmingai. Vasarinės judros (*Camelina sativa* Crantz) ištraukos 1:50 koncentracija esmingai padidino žieminių kviečių daigų masę. Panaudojus šią ištrauką daigų biomasei buvo didžiausia palyginus su visais kitais eksperimento variantais.

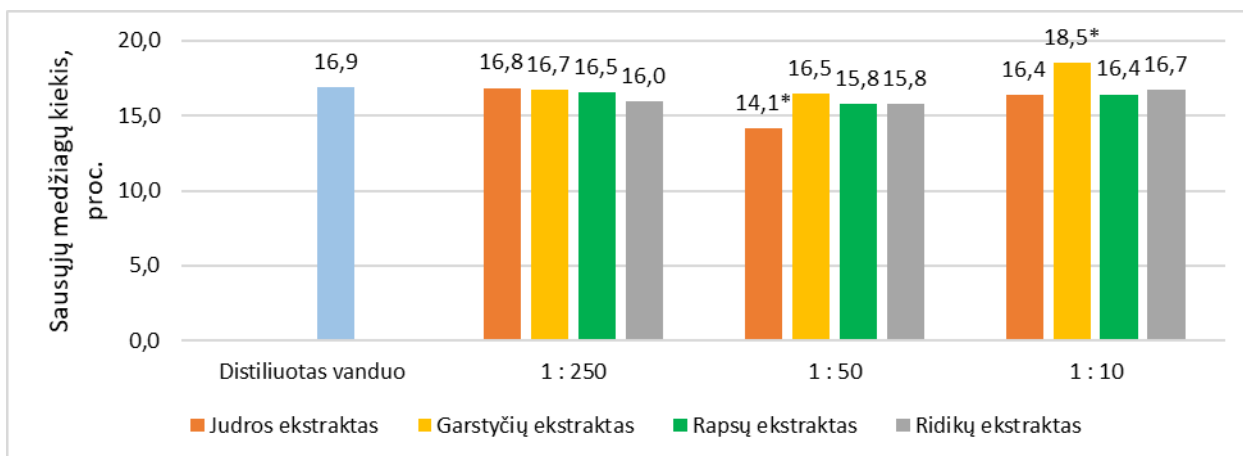


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P<0,05$ ir $P<0,005$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.15 pav. Žieminių kviečių daigų žalioji biomasa skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Rapsų ir ridikų ištraukos neturėjo esminės įtakos sausųjų medžiagų kiekiui žieminių kviečių daiguose (3.2.16 pav.). Garstyčių 1:10 koncentracijos ekstraktas esmingai didino sausųjų

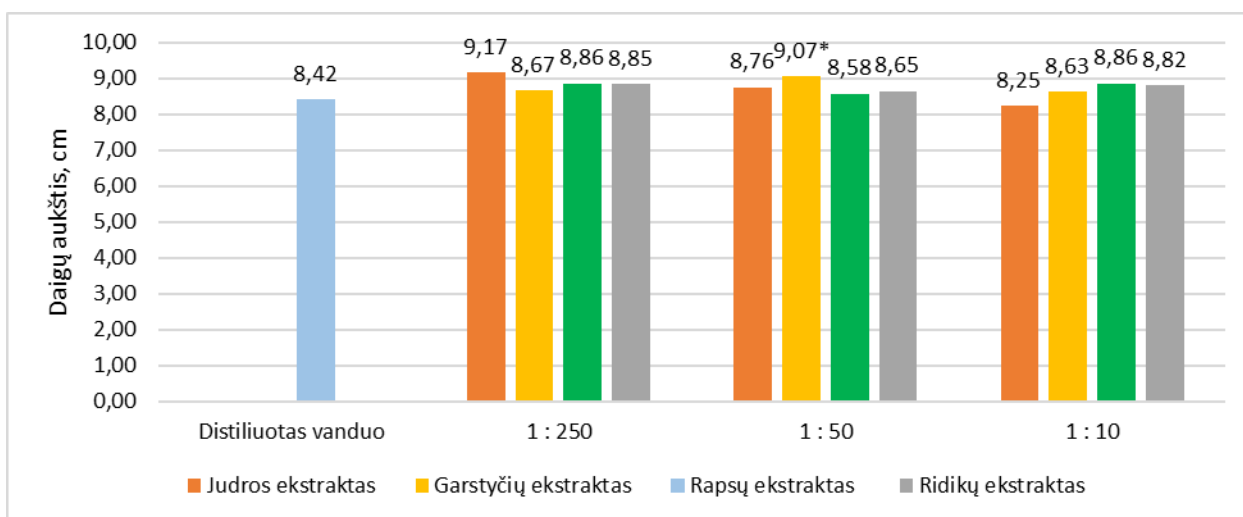
medžiagų kiekį palyginus su kitomis tirtomis šio augalo ekstraktų koncentracijomis ir distiliuotu vandeniu. Daiginant žieminių kviečių sėklas 1:50 koncentracijos judros ekstrakto sausųjų medžiagų kiekis daiguose sumažėjo esmingai.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,005$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.16 pav. Sausųjų medžiagų kiekis žieminių kviečių daiguose skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

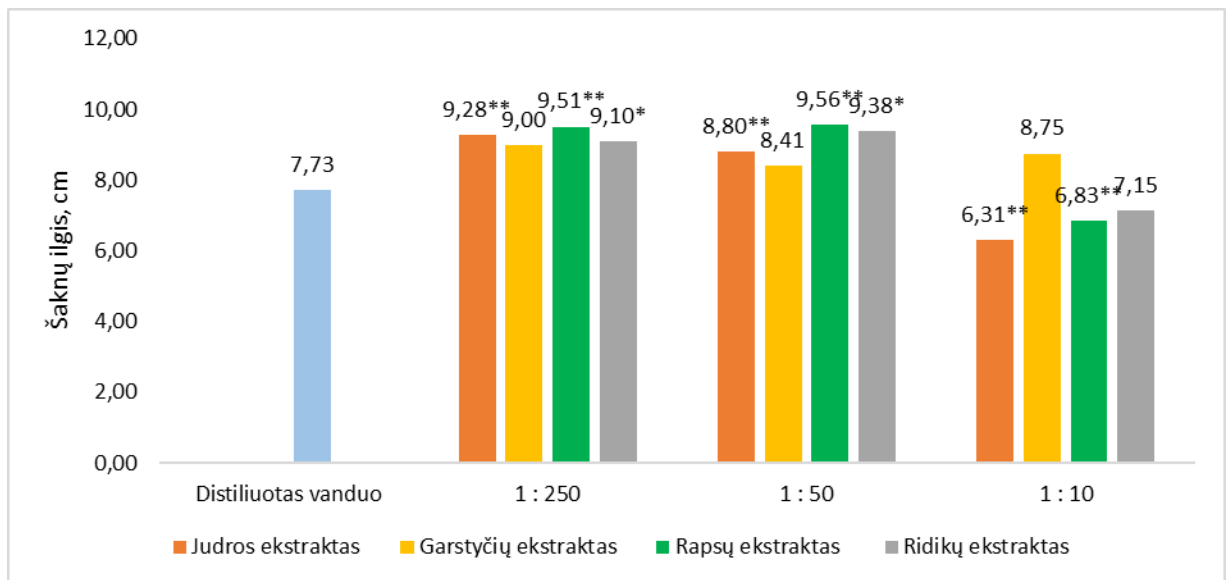
Žieminių kviečių daigų aukščiui judros, rapsų ir ridikų ekstraktų nei viena tirta koncentracija esminės įtakos neturėjo (3.2.17 pav.). Garstyčių 1:50 koncentracijos ekstraktas esmingai padidino žieminių kviečių daigų aukštį. Nors aukščiausi daigai rasti panaudojus mažiausios koncentracijos 1:250 judros ekstraktą, bet skirtumas, palyginus su distiliuotu vandeniu, buvo neesminis.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.17 pav. Žieminių kviečių daigų aukštis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Žieminių kviečių šaknų augimą esmingai 1,1-1,2 karto skatino silpnesnių koncentracijų 1:250 ir 1:50 judros, rapsų ir ridikų ekstraktai (3.2.18 pav.). Stipriausios koncentracijos 1:10 judros ir rapsų ekstraktai esmingai mažino kviečių šaknų ilgį, o tokios pačios koncentracijos ridikų ekstraktas mažino neesmingai.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,005$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

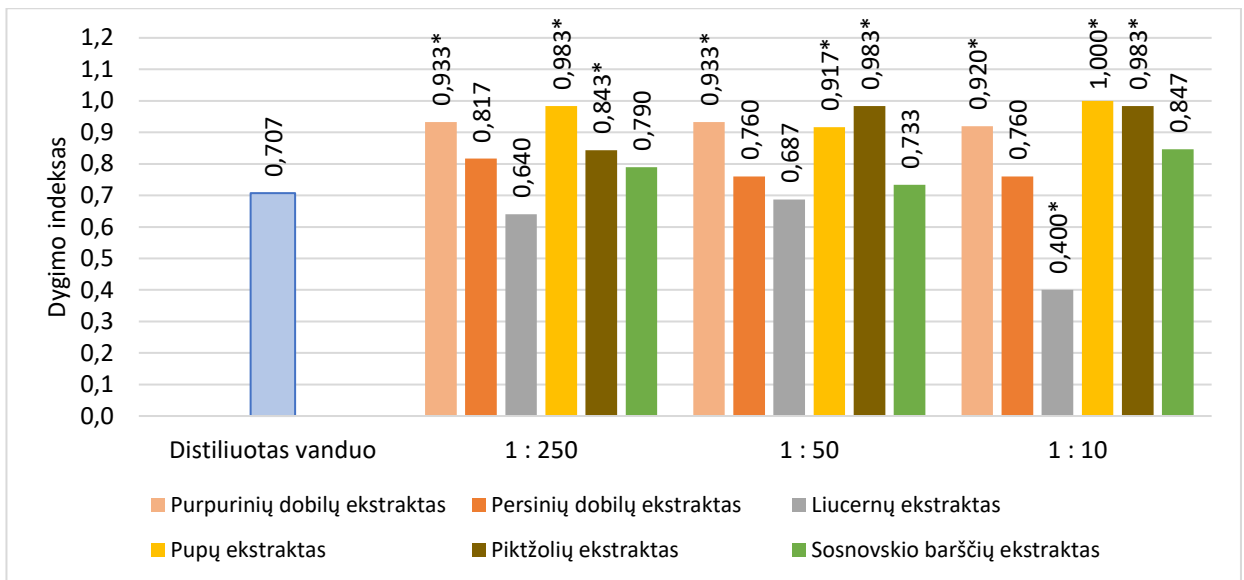
3.2.18 pav. Žieminių kviečių šaknų ilgis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrinant konstatuojame, kad daugumos tirtų bastutinių augalų (judrų, garstyčių, rapsų, ridikų) biomasės ekstraktai slopino žieminių kviečių sėklų dygimą. Vasarinių judrų 1:50 koncentracijos ekstraktas esmingai didino žieminių kviečių daigų biomasę, o 1:250 koncentracijos – daigų aukštį. Abu šie ekstraktai stimuliuo kviečių šaknų augimą. Nors judros ekstraktų poveikis dažnai buvo neesminis, tačiau vertas patikrinti lauko sąlygomis.

3.2.2. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka kukurūzų dygimui ir vystymuisi

Alelopatija gali būti ne tik žalinga ir neigiama, bet ir teigiama, skatinanti geresnį kaimyninio augalo augimą, didinanti atsparumą ligoms, didinanti produktyvumą, gerinanti vaisių skonį. Ankštiniai augalai stabdo kukurūzų augimą. Tačiau kukurūzai (kaip ir kiti grūdai), auginami su ankštiniais augalais, yra turtingesni baltymų. Sėjant kukurūzų ir žirnių mišinį (pašarui), žirnius rekomenduojama sėti po kukurūzų, kad jie spėtų sustiprėti ir atsispirti alelopatiniam žirnių poveikiui. Miglinės žolės yra agresyvios kukurūzams (kurie, beje, turi teigiamą poveikį daugeliui daržovių) (Gamtinė žemdirbystė, 2024).

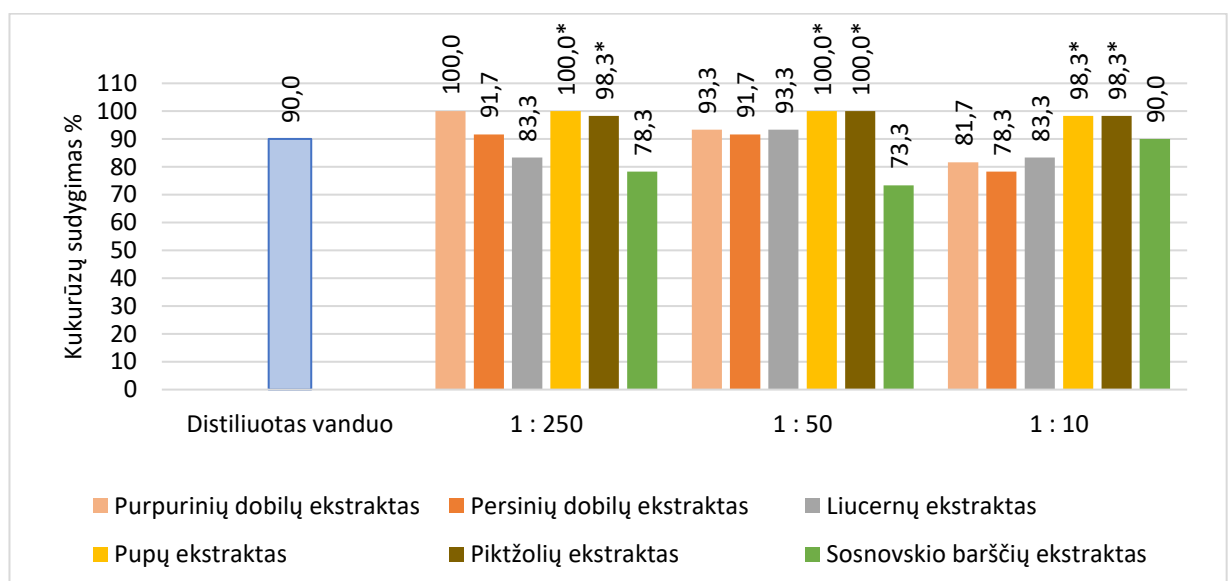
Pupinių augalų ir piktžolių ekstraktai. Kukurūzų dygimo indeksą patikimai didino visų trijų tirtų koncentracijų purpurinių dobilų, pupų ir piktžolių vandeniniai ekstraktai (3.2.19 pav.). Kukurūzų dygimo indeksą patikimai mažino tik 1:10 koncentracijos liucernų ekstraktas.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P<0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.19 pav. Kukurūzų grūdų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Kukurūzų daigumui esminę įtaką turėjo pupos ir piktžolės (3.2.20 pav.). Visuose tirtuose šių augalų ekstraktuose kukurūzų sudygo vidutiniškai 10 proc. daugiau nei distiliuotame vandenyje.

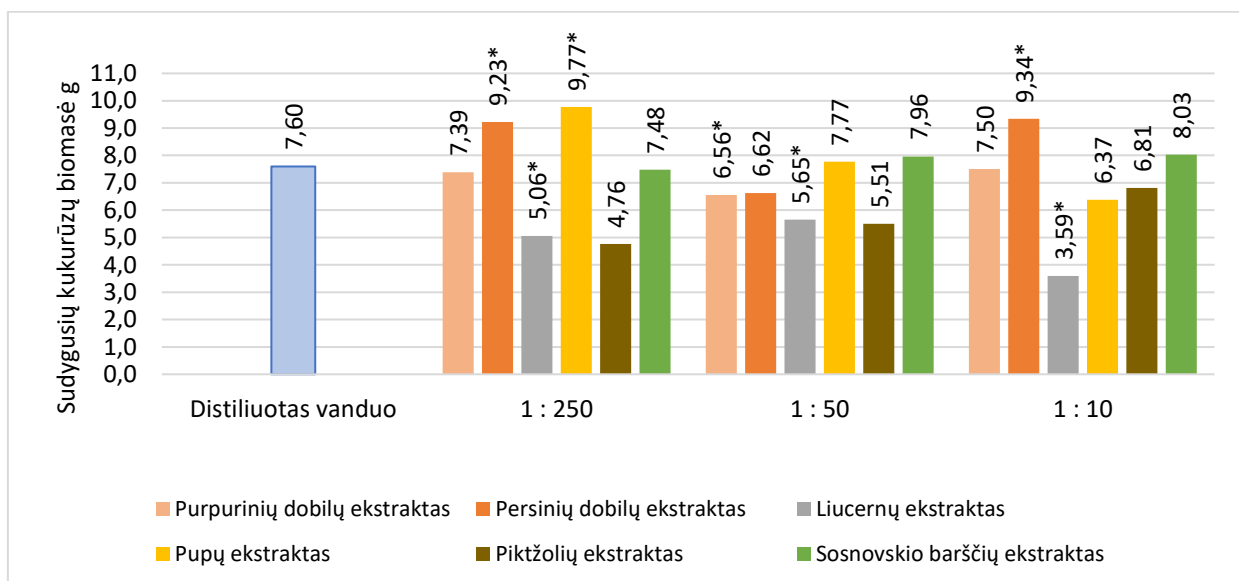


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P<0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.20 pav. Kukurūzų grūdų sudygimas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Didžiausią įtaką sudygusių kukurūzų žaliajai biomasei turėjo liucernos (3.2.21 pav.). Visų koncentracijų liucernų ekstraktai esmingai ($P<0,05$) slopino biomasės augimą. Stipriausias šis poveikis buvo 1:10 koncentracijos. Šiame ekstrakte dygusių kukurūzų biomasė buvo du kartus mažesnė už biomasę kukurūzų, dygusių distiliuotame vandenyje. Liucernų išėlių neigiamas

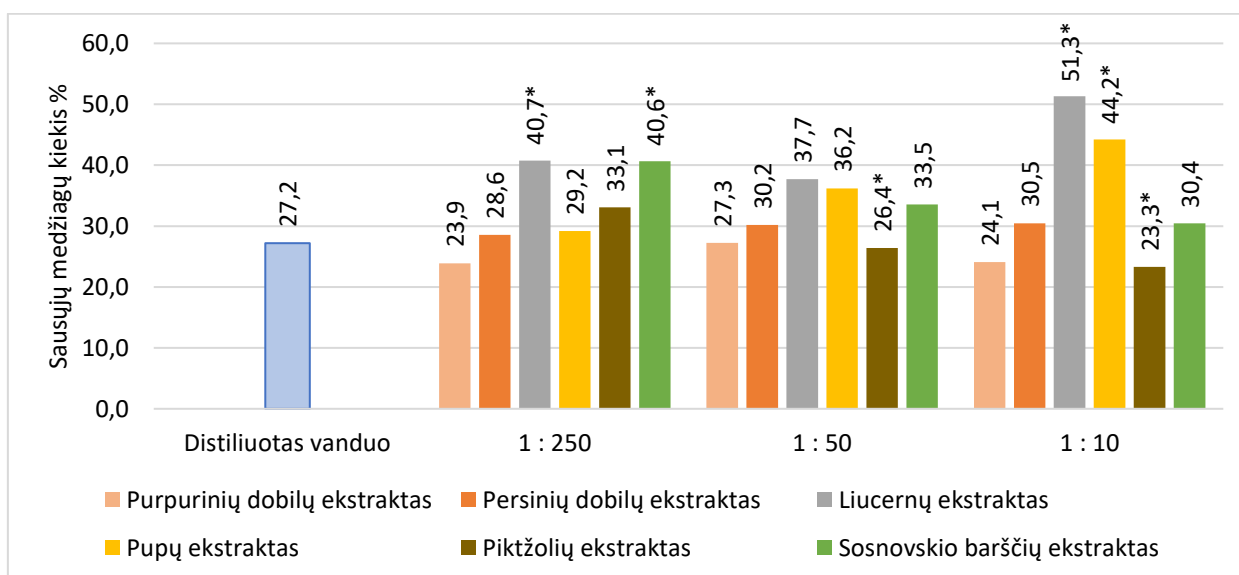
poveikis kukurūzų vystymasis stebėtas ir lauko eksperimente. Pupų 1:250 koncentracijos ekstraktas turėjo esmingai didžiausią teigiamą poveikį kukurūzų daigų biomasei.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.21 pav. Kukurūzų daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Sausųjų medžiagų kaupimąsi dygstančiuose kukurūzuose skatino liucernos ir Sosnovskio barščiai daiginant 1:250 koncentracijos ekstraktuose (3.2.22 pav.).

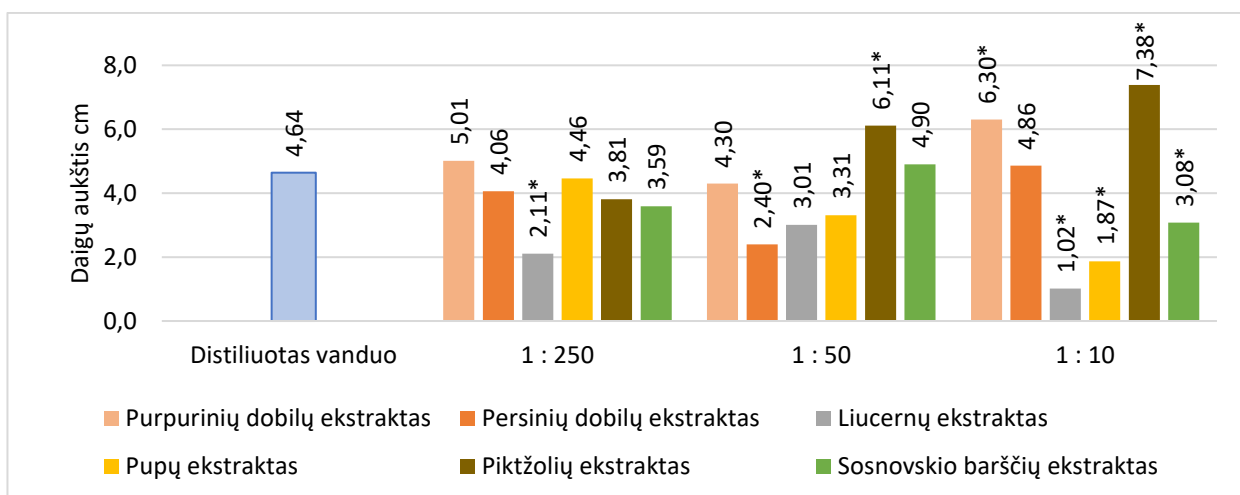


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.22 pav. Kukurūzų daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Lauko piktžolių didesnės koncentracijos ekstraktai esmingai ($P < 0,05$) mažino sausųjų medžiagų kiekį dygstančiuose kukurūzuose, bet skatino daigų ir šaknų augimą.

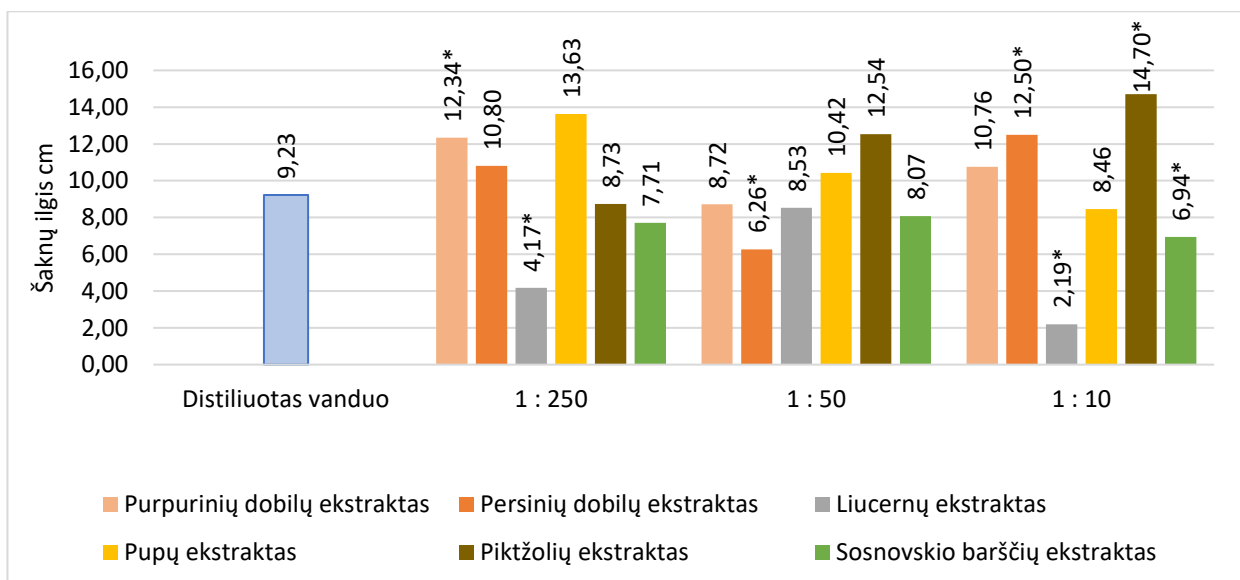
Sosnovskio barščių ir pupų 1:10 koncentracijos ekstraktai esmingai slopino kukurūzų daigų augimą (3.2.23 pav.). Jų aukštis buvo atitinkamai 34 ir 60 proc. mažesnis už daigus kukurūzų, daigintų distiliuotame vandenyje.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.23 pav. Kukurūzų daigų aukštis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Sosnovskio barščių mažesnės koncentracijos ekstraktai turėjo tendenciją slopinti kukurūzų šaknų augimą, o didžiausios koncentracijos 1:10 ekstraktas slopino esmingai ir lyginant su distiliuotame vandenyje dygusių kukurūzų šaknų ilgiu, čia augusios šaknys buvo 25 proc. trumpesnės (3.2.24 pav.).



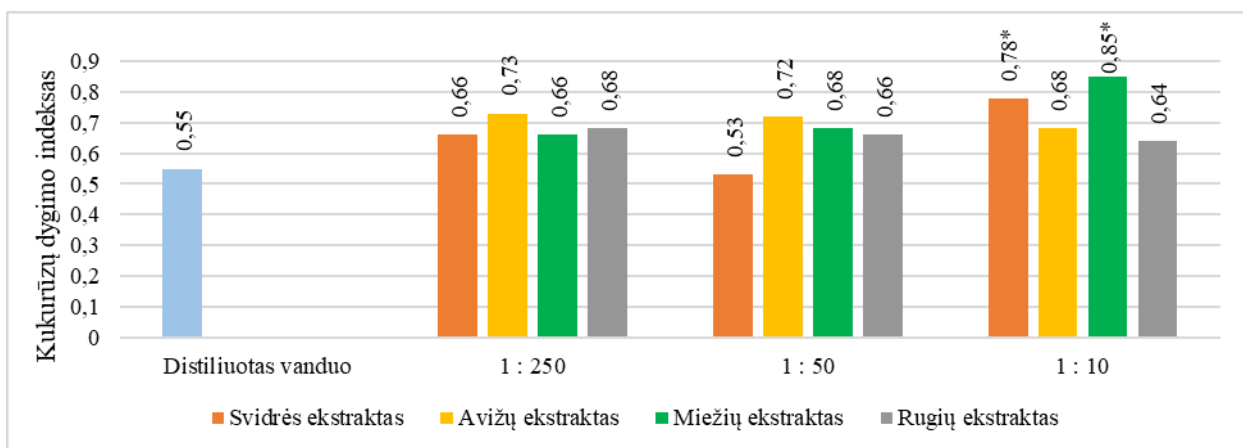
Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.24 pav. Kukurūzų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Skirtingai nei eksperimente su žiemniais kviečiais, kukurūzų dygimą ir daigų vystymąsi Sosnovskio barščio ekstraktai ne tik kad ne stimulavo, bet slopino. Panašiai slopino ir

liucernų ekstraktai. Pupų ir Persinių dobilų ekstraktai (1:250 konc.) gerino kukurūzų sėklų dygimą, tačiau daigų masei ir biometrijai didesnės įtakos neturėjo. Kaip nebūtų keista, piktžolių biomasės 1:10 koncentracijos vandeninis ekstraktas čia buvo efektyvus stimulatorius. Ėminyje tyrimams buvo nustatytos šios pagrindinės piktžolių rūšys: baltoji balanda, dirvinis garstukas, smulkiažiedė galinsoga, dėmėtasis rūgtis, paprastoji rietmenė, vienametė miglė, daržinė žliūgė, trumpamakštis rūgtis, rūgtis takažolė, trikertė žvaginė, veronika sp., bekvapis šunramunis, dirvinė usnis, paprastoji kiaulpienė, paprastasis varputis ir kt. Šių piktžolių santykis ir sudėtis biomasės mėginyje žinomi, juos galima atkurti tyrimams ir gamybai ateityje. 2025 m. piktžolių ekstraktas buvo išpurkštas pašarinių kukurūzų pasėlyje. Pirminiais duomenimis, stimuliacinis poveikis taip pat buvo.

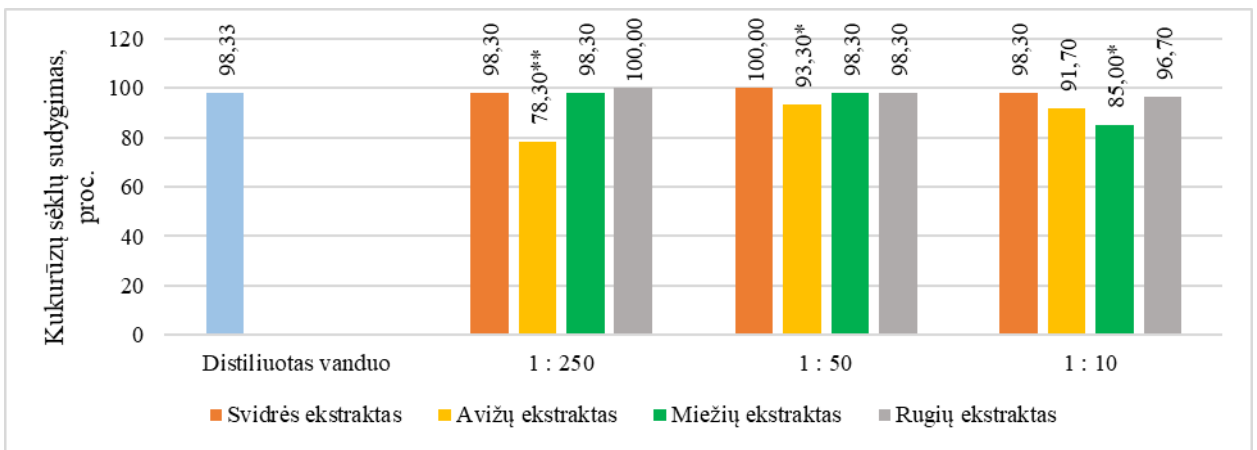
Miglinių augalų ekstraktai. Sėjamosios avižos, paprastojo miežio ir sėjamojo rugio skirtingos koncentracijos ekstraktai nuo 16,4 iki 54,6 proc. didino kukurūzų dygimo indeksą, lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.25 pav.). Vienametės svidrės ir paprastojo miežio 1:10 koncentracijos ekstraktas turėjo esminį teigiamą (41,8 ir 54,55 proc.) poveikį kukurūzų dygimo indeksui.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.25 pav. Kukurūzų grūdų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

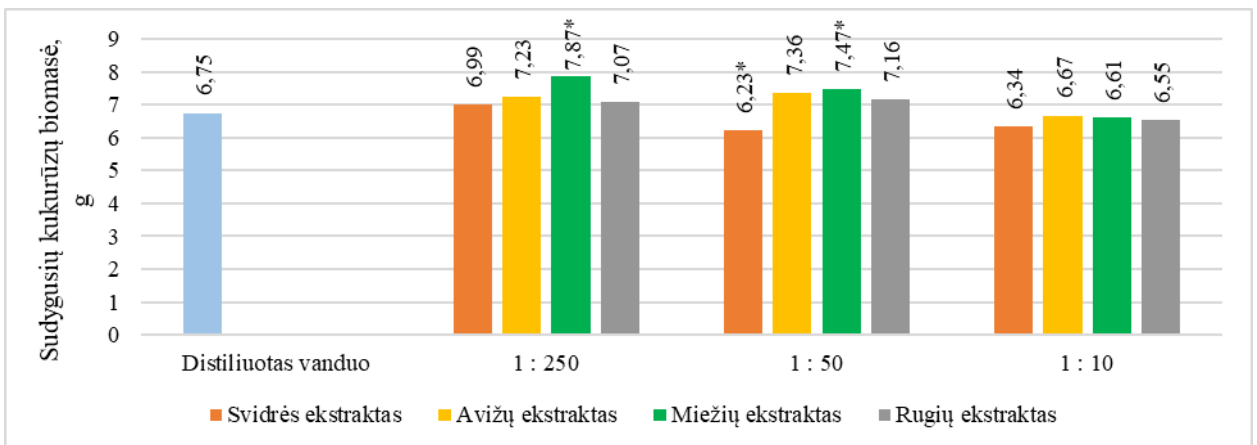
Ištyrus paprastojo kukurūzo sėklų sudygimą vandeninėse sėjamosios avižos ir paprastojo miežio ekstraktuose paaiškėjo, kad jie kukurūzų dygimą slopino nuo 0,03 iki 20,03 proc. vnt., lyginant su kontrole (3.2.26 pav.). Naudojant paprastojo miežio ekstraktų stipriausią (1:10) koncentraciją, 13,33 proc. vnt. esmingai mažėjo kukurūzų sudygimas. Tačiau silpnesnės 1:50 ir 1:250 sėjamosios avižos koncentracijos tai pat turėjo esmingai neigiamą (5,03 ir 20,03 proc. vnt.) poveikį kukurūzų dygimui.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.26 pav. Kukurūzų grūdų dygimas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

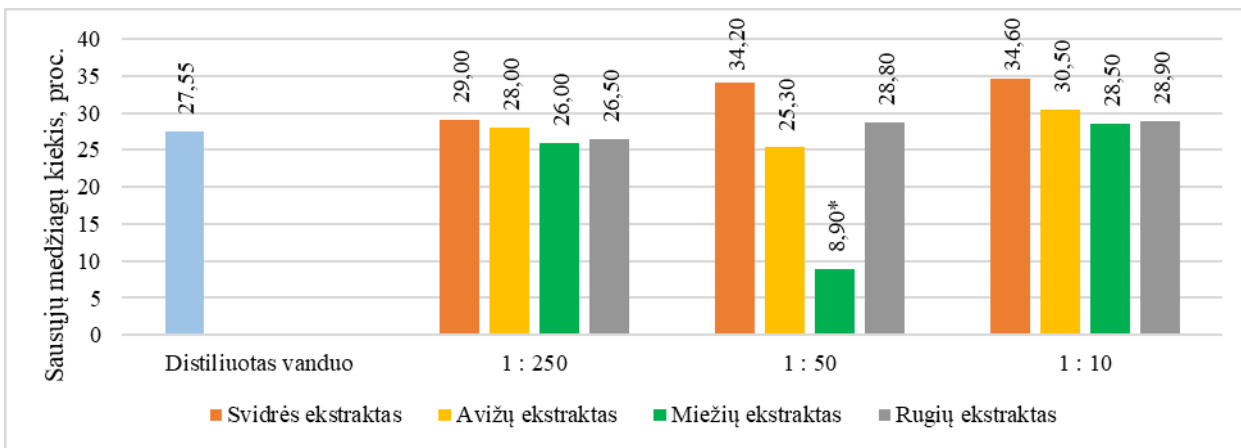
Tirtų augalų ekstraktų stipriausia 1:10 koncentracija nuo 1,2 iki 6,1 proc. mažino kukurūzų daigų žaliają biomasę, lyginat su kontroliniu variantu (3.2.27 pav.). Paprastojo miežio biomasės 1:50 ir 1:250 koncentracijos ekstraktai esmingai didino (nuo 10,7 iki 16,6 proc.) kukurūzų biomasę. Sėjamosios avižos 1:50 koncentracijos ekstraktas esmingai 7,7 proc. mažino kukurūzų biomasę, lyginat su distiliuotu vandeniu.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.27 pav. Kukurūzų daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

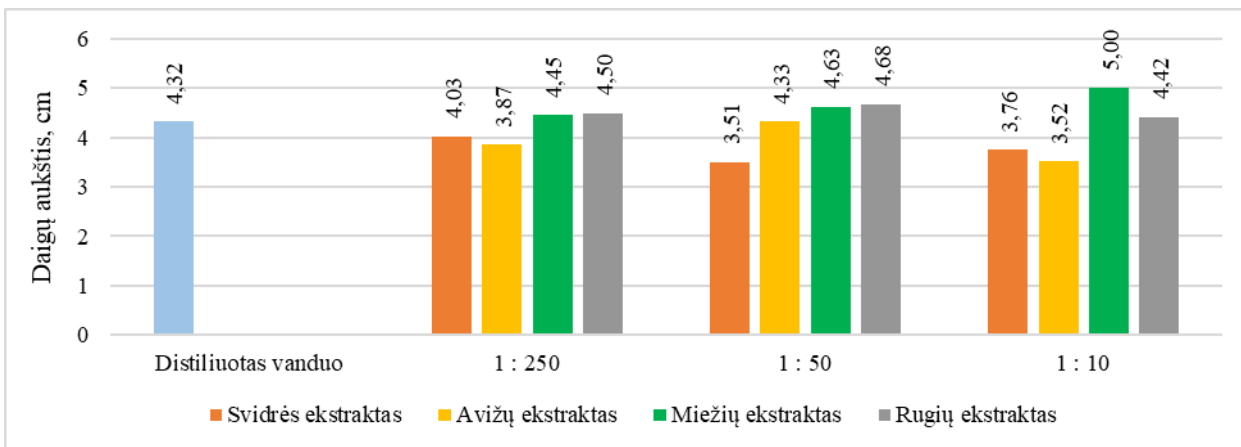
Visų tirtų augalų ekstraktų 1:10 koncentracija nuo 0,95 iki 7,05 proc. vnt. didino kukurūzų daigų biomasės sausųjų medžiagų procentą, lyginat su kontrole (3.2.28 pav.). Paprastojo miežio ekstrakto 1:50 koncentracija esmingai 18,65 proc. vnt. mažino kukurūzų sausųjų medžiagų kiekį, lyginat su vandeniu.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.28 pav. Kukurūzų daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

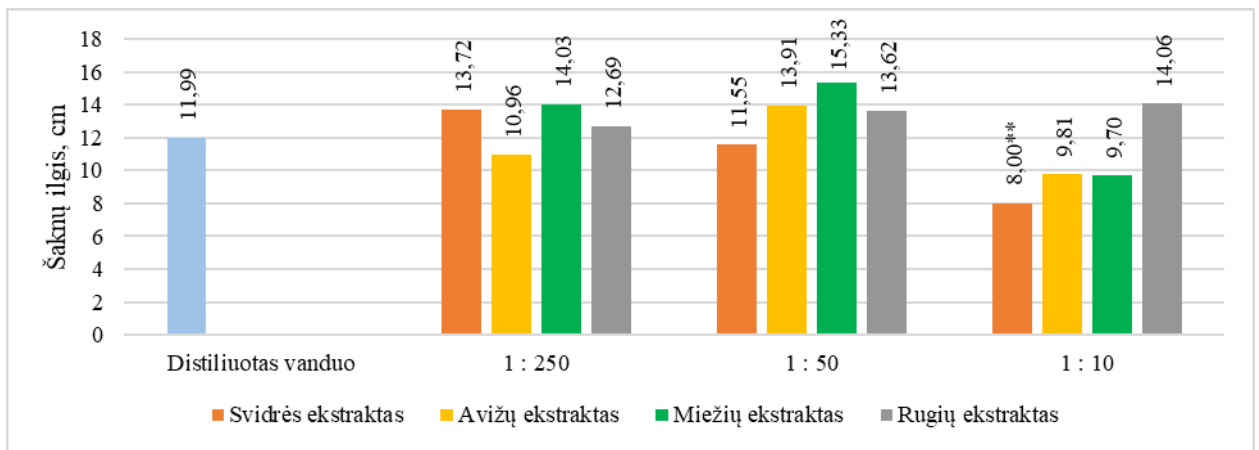
Išmatavus kukurūzų daigų aukštį nustatyta, kad distiliuotame vandenyje augusių kukurūzų daigai siekė 4,32 cm (3.2.29 pav.). Miežių ir ruginių ekstraktai neesmingai skatino daigelių augimą nuo 2,3 iki 15,7 proc., lyginant su distiliuotu vandeniu. Tačiau naudojant vienamečių svidrių ekstraktus, nustatytos priešingos tendencijos – visos koncentracijos nuo 10,4 iki 13,0 proc. slopino daigų augimą.



Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.23 pav. Kukurūzų daigų aukštis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Išmatavus paprastojo kukurūzo šaknų ilgį nustatyta, kad distiliuotame vandenyje ilgis siekė 11,99 cm (3.2.30 pav.). Tik ruginių ekstraktai turėjo skatinamąjį (nuo 5,8 iki 17,3 proc.) poveikį.

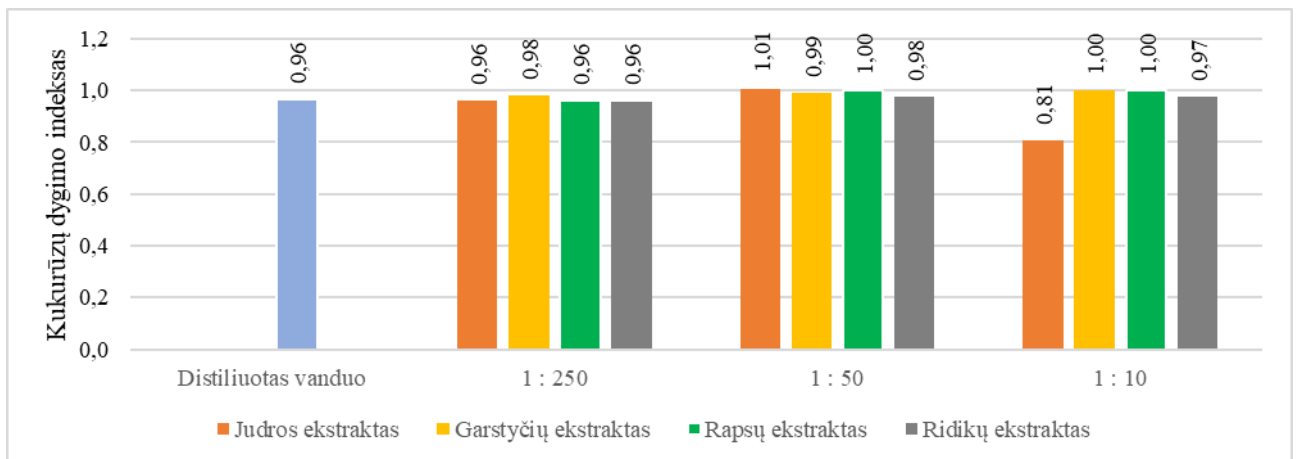


Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** esmingai ($P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.30 pav. Kukurūzų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Svidrių, avižių ir miežių 1:10 koncentracijos ekstraktai kukurūzų šaknų augimą stabdė (nuo 18,2 iki 33,3 proc.), lyginat su distiliuotu vandeniu. Svidrių ekstraktas turėjo esminį neigiamą poveikį.

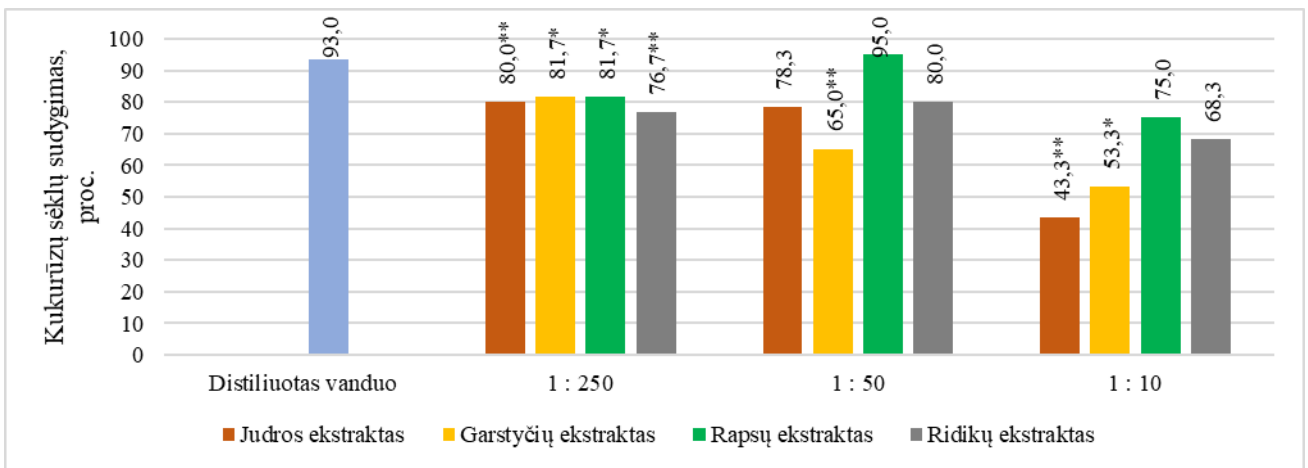
Bastutinių augalų ekstraktai. Bastutinių augalų ekstraktai neturėjo esminės įtakos kukurūzų sėklų dygimo indeksui (3.2.31 pav.). Mažesnis negu distiliuotame vandenyje kukurūzų dygimo indeksas nustatytas judrų 1:10 koncentracijos ekstrakto, kuriame dygimo indeksas buvo atitinkamai 1,19 karto mažesnis.



Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.31 pav. Kukurūzų grūdų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

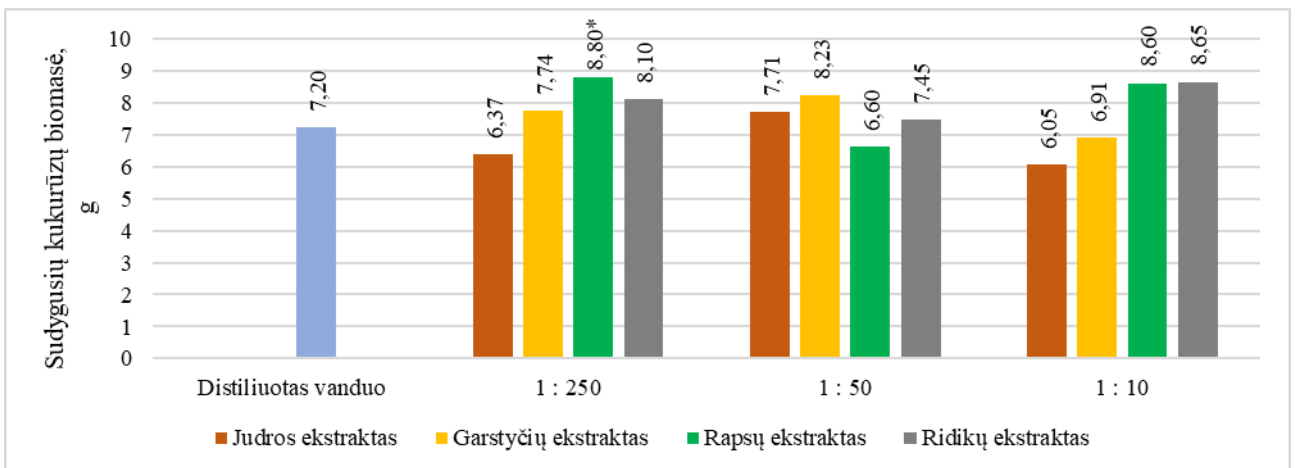
Ištyrus kukurūzų sėklų sudygimą nustatyta, kad visų koncentracijų ekstraktai mažino kukurūzų sudygimą, išskyrus 1:50 koncentracijos rapsų ekstraktas, tačiau ši teigiama įtaka buvo neesminė (3.2.32 pav.).



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.32 pav. Kukurūzų grūdų dygimas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

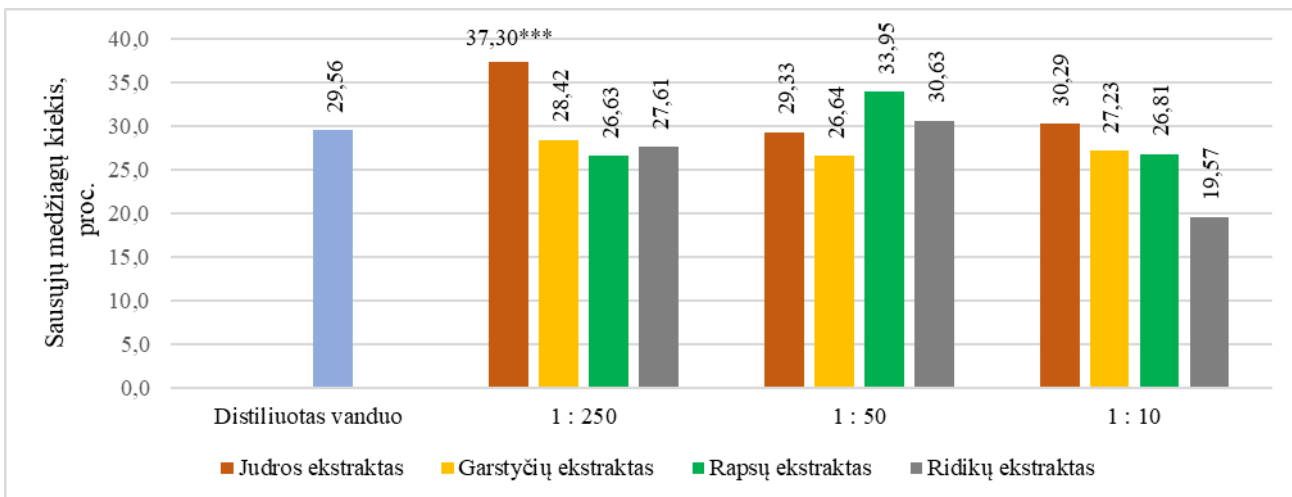
Nustatyta, kad visų koncentracijų ridikų ekstraktai didino kukurūzų daigų biomasę nuo 3,5 iki 20,1 proc. (3.2.33 pav.). Rapsų ekstraktas naudojant 1:250 koncentraciją esmingai 22,2 proc. didino kukurūzų biomasę. Čia ji buvo pati didžiausia eksperimente.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.33 pav. Kukurūzų daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

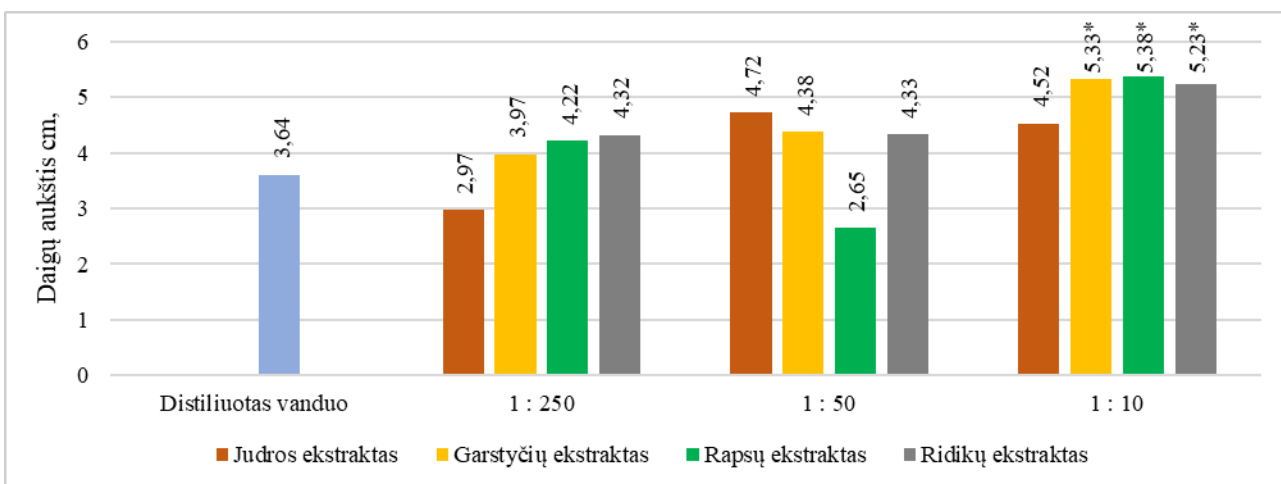
Esmingai didžiausias sausųjų medžiagų kiekis kukurūzuose nustatytas naudojant 1:250 koncentracijos judrų ekstraktą (3.2.34 pav.). Sausųjų medžiagų kiekį ženkliai didino ir 1:50 koncentracijos rapsų ekstraktas. Ridikų 1:10 koncentracijos ekstraktas turėjo didžiausią neigiamą įtaką kukurūzuose esančiam sausųjų medžiagų kiekiui.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *** esmingai ($P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.34 pav. Kukurūzų daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

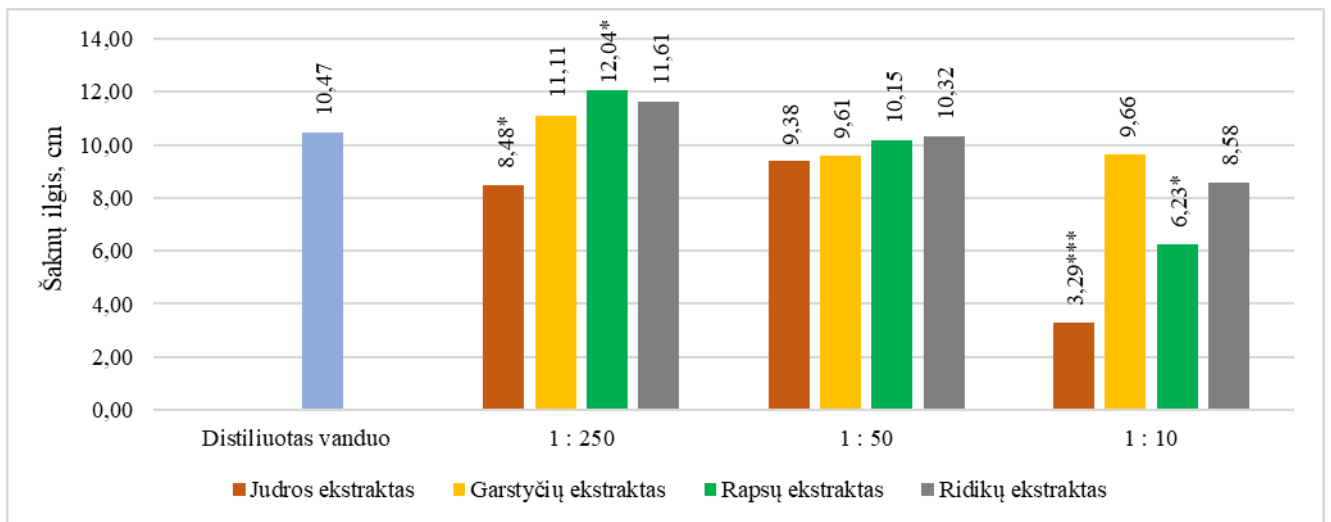
Beveik visi ekstraktai ir jų koncentracijos didino daigų aukštį, išskyrus judrų 1:250 ir rapsų 1:50 koncentracijų ekstraktus (3.2.35 pav.). Esmingai didino daigų aukštį garstyčių, rapsų ir ridikų ekstraktai naudojant 1:10 koncentraciją (nuo 1,44 iki 1,47 karto).



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.35 pav. Kukurūzų daigų aukštis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Visi ekstraktai naudojant 1:50 ir 1:10 koncentracijas mažino kukurūzų daigų šaknų ilgį, lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.36 pav.). Garstyčių, rapsų ir ridikų ekstraktai prie silpniausios koncentracijos turėjo teigiamos įtakos kukurūzų šaknų ilgiui, ypač rapsų ekstraktas.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** ir *** esmingai ($P < 0,05$) ir $P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

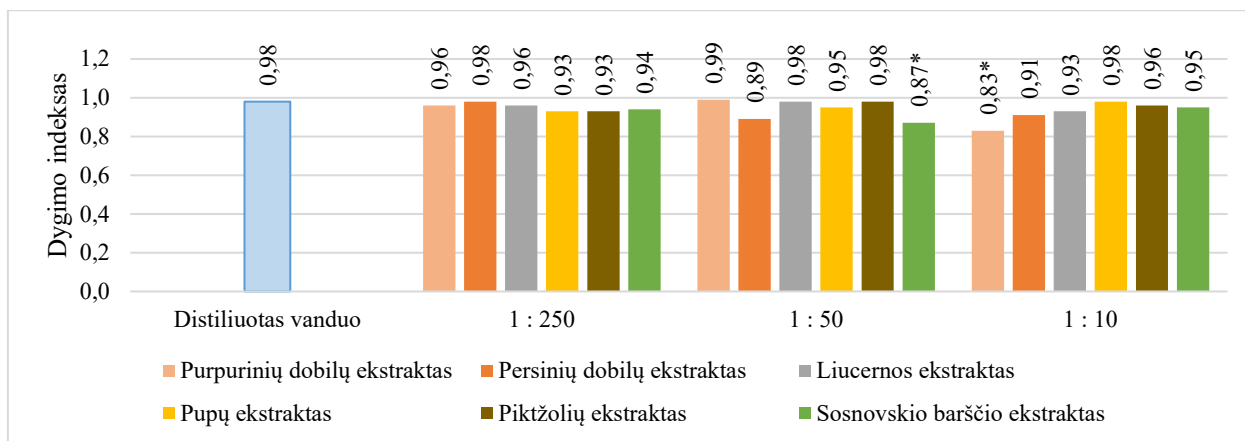
3.2.36 pav. Kukurūzų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Kukurūzų šaknų ilgis esmingai mažėjo (1,23 karto) judrų 1:250 koncentracijos ekstrakto, lyginat su distiliuotu vandeniu.

Apibendrinant reikia konstatuoti, kad rapsų ekstraktai dažnai stimuliuo kukurūzų dygimą ir augimą, tačiau vis kita koncentracija. Pavyzdžiui, 1:10 koncentracijos vasarinių rapsų ekstraktas didino kukurūzų daigų aukštį; 1:50 koncentracijos – gerino sudygimą ir didino sausosios medžiagos procentą daiguose, 1:250 koncentracijos – didino žaliąją daigų biomasę ir daigų šaknų ilgį. Taigi, vasarinių rapsų, kaip ir lauko piktžolių mišinio stimuliacinį poveikį kukurūzams reikia papildomai patikrinti laukų sąlygomis.

3.2.3. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka žieminių rapsų dygimui ir vystymuisi

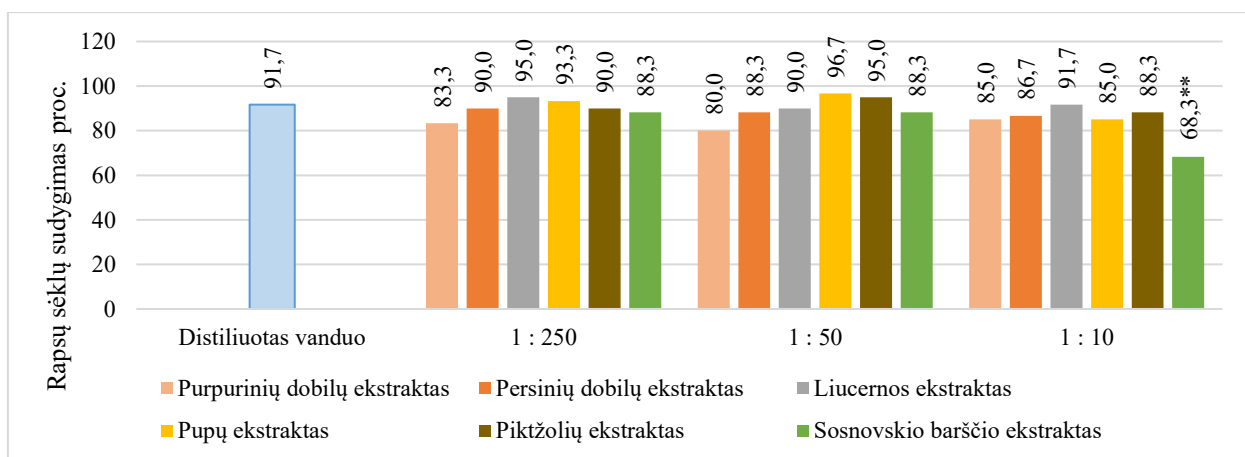
Pupinių augalų ir piktžolių ekstraktai. Purpurinio dobilo (*Trifolium incarnatum*), persinio dobilo (*Trifolium resupinatum*), liucernos (*Medicago*), lauko piktžolių ir Sosnovskio barščio (*Heracleum sosnowskyi*) ekstraktų 1:10 koncentracija nuo 2,0 iki 15,3 proc. mažino žieminių rapsų sėklų dygimo indeksą, lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.37 pav.). Sosnovskio barščių 1:50 ir purpurinių dobilų 1:10 ekstraktų koncentracijos esmingai nuo 11,2 iki 15,3 proc. mažino žieminių rapsų dygimo indeksą.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.37 pav. Žieminių rapsų sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

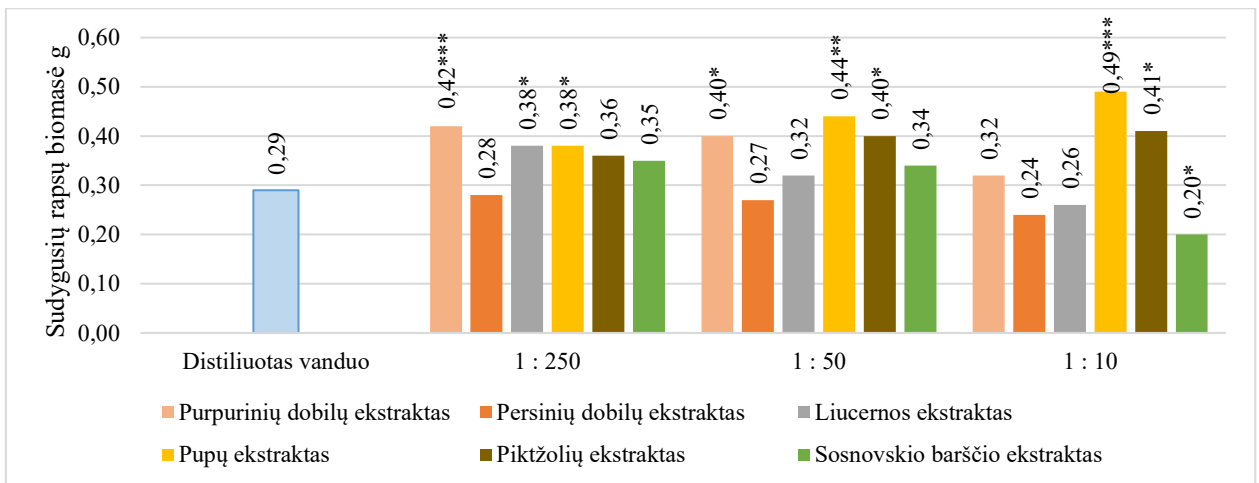
Purpurinių ir Persinių dobilų ekstraktai nuo 1,7 iki 11,7 proc. vnt. slopino rapsų dygimą, lyginant su kontrole (3.2.38 pav.). Sosnovskio barščių (*Heracleum sosnowskyi*) 1:10 koncentracijos ekstraktas esmingai 23,4 proc. vnt. mažino rapsų sudygimą.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** esmingai ($P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.38 pav. Žieminių rapsų sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

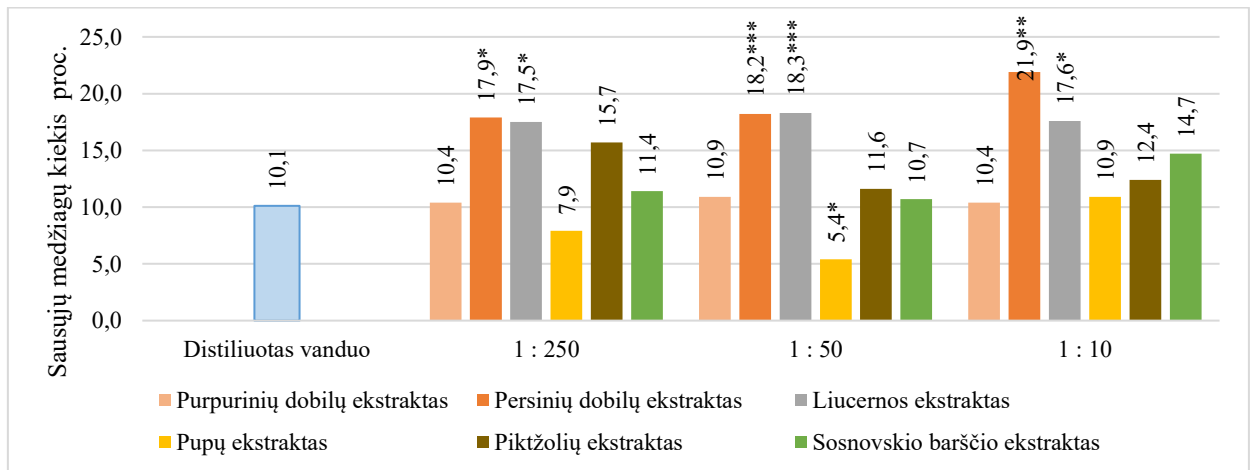
Visos purpurinių dobilų, pupų ir piktžolių ekstraktų koncentracijos nuo 1,1 iki 1,7 karto didino rapsų žaliąją biomasę, lyginat su distiliuotu vandeniu (3.2.39 pav.). Nustatyta, kad Persinių dobilų ekstraktai nuo 3,4 iki 17,2 proc. mažino žieminių rapsų biomasę.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, ** ir *** esmingai ($P < 0,05$, $P < 0,01$ ir $P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.39 pav. Žieminių rapsų daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Tiriant augalų ekstraktus nustatytas nuo 0,3 iki 11,8 proc. vnt. didesnis žieminių rapsų sausųjų medžiagų kiekis (3.2.40 pav.). Esmingai didžiausias (11,8 proc. vnt.) sausųjų medžiagų kiekis nustatytas naudojant Persinių dobilų 1:10 koncentracijos ekstraktą. Esmingai 4,7 proc. vnt. mažesnis rapsų sausųjų medžiagų kiekis nustatytas naudojant 1:50 koncentracijos pupų ekstraktą, lyginat su distiliuotu vandeniu.

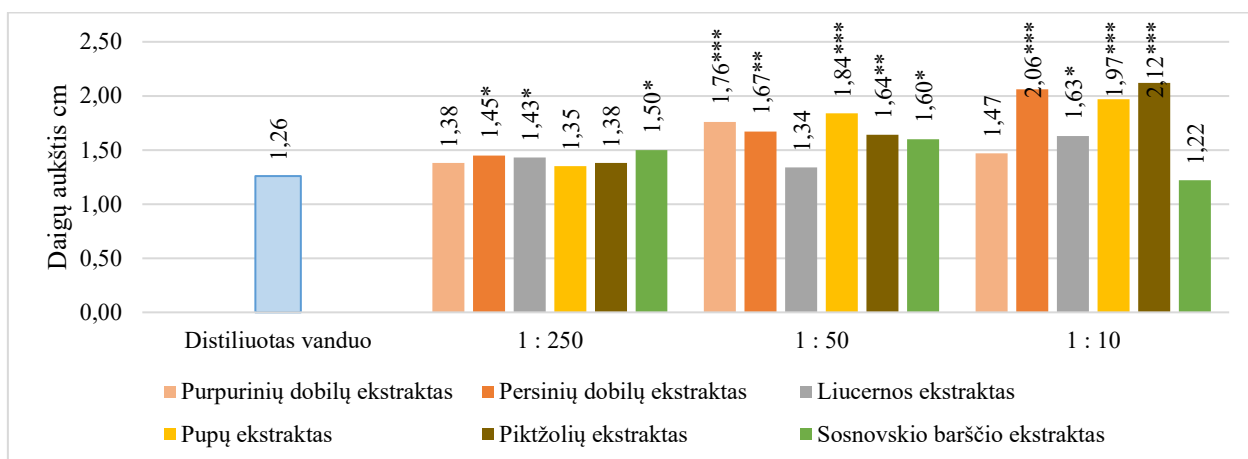


Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, ** ir *** esmingai ($P < 0,05$, $P < 0,01$ ir $P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.40 pav. Žieminių rapsų daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Išmatavus žieminių rapsų daigų aukštį nustatyta, kad distiliuotame vandenyje žieminių rapsų daigeliai siekė 1,26 cm (3.2.41 pav.). Nustatyta, kad tik Sosnovskio barščių 1:10 koncentracijos ekstraktas slopino daigų augimą 3,2 proc., lyginant su distiliuotu vandeniu. Tačiau naudojant barščių silpnesnes (1:50 ir 1:250) koncentracijas, jos nuo 19,0 iki 27,0 proc. esmingai skatino daigų augimą. Didesnis žieminių rapsų daigų aukštis nustatytas naudojant dobilų, liucernų, pupų ir lauko

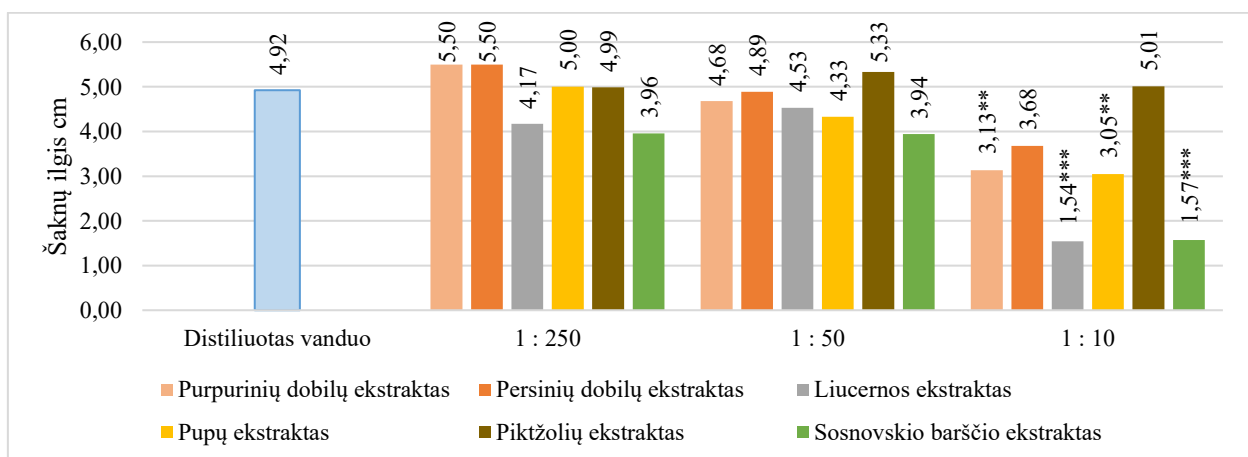
piktžolių skirtingų koncentracijų ekstraktas.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, ** ir *** esmingai ($P<0,05$, $P<0,01$ ir $P<0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.41 pav. Žieminių rapsų daigų aukštis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Išmatavus žieminių rapsų šaknų ilgį nustatyta, kad distiliuotame vandenyje rapsų šaknų ilgis vidutiniškai siekė 4,92 cm (3.2.42 pav.). Purpurinių dobilų, mėlynžiedžių liucernų, pupų ir Sosnovskio barščių 1:10 koncentracijos ekstraktai esmingai slopino rapsų šaknų augimą nuo 1,6 iki 3,2 karto, palyginus su distiliuotame vandenyje augusiomis. Visi lauko piktžolių ekstraktai nuo 1,4 iki 8,3 proc. skatino žieminių rapsų šaknų augimą.



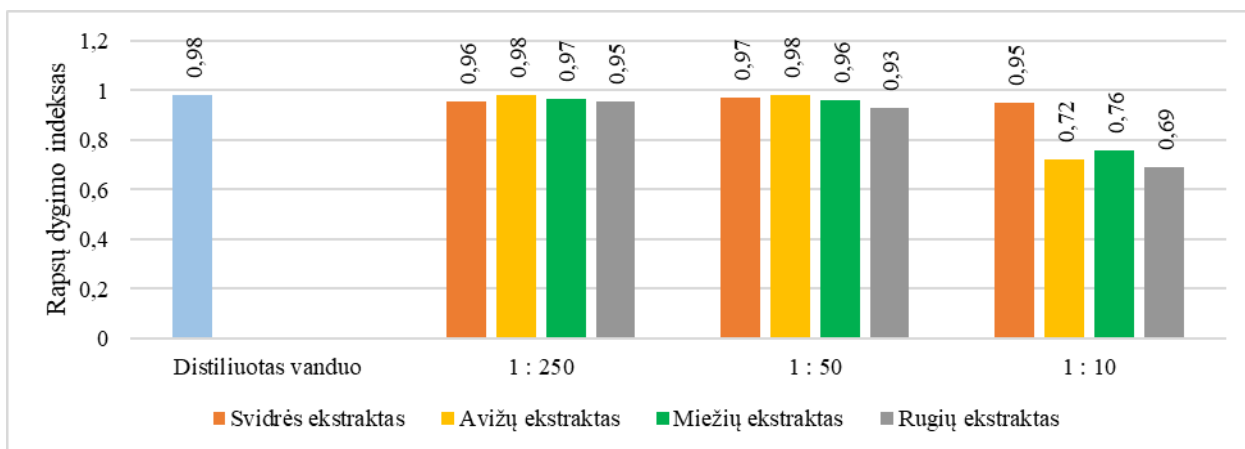
Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** ir *** esmingai ($P<0,01$ ir $P<0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.42 pav. Žieminių rapsų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrintai galima konstatuoti, kad vasarinių rapsų dygimui ir daigų vystymuisi nei vienas iš tirtų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktų neturėjo dėsningos stimuliacinės įtakos.

Miglinių augalų ekstraktai. Vandeninės skirtingos koncentracijos įvairių augalų ekstraktai (ekstraktai) neturėjo esminės įtakos žieminių rapsų sėklų dygimo indeksui (3.2.43 pav.).

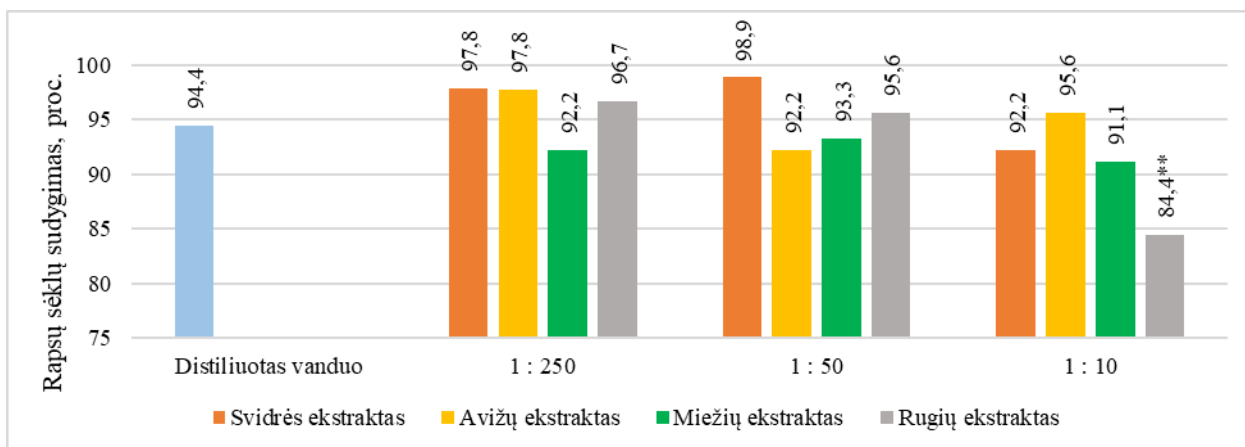
Mažiausias rapsų dygimo indeksas nustatytas svidrių, avižų, miežių ir rugių 1:10 koncentracijos ekstraktuose, kuriuose dygimo indeksas kito 0,72–0,95 intervale. Didžiausias ir lygus kontrolei (0,98) rapsų dygimo indeksas nustatytas svidrių ekstrakto 1:250 ir 1:50 koncentracijose.



Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.43 pav. Žieminių rapsų sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Ištyrus žieminių rapsų sėklų sudygimą vandeninėse įvairių augalų ekstraktai skirtingose koncentracijose nustatyta, kad 1:10 koncentracijos rugių ekstraktas esmingai mažino rapsų sėklų sudygimą 10,0 proc. vnt., palyginus su kontrole (3.2.44 pav.). Visų koncentracijų miežių ekstraktas nors ir neesmingai, bet taip pat mažino rapsų sėklų sudygimą. 1:250 ir 1:50 koncentracijų svidrių ekstraktuose rapsų sėklų sudygimas buvo 3,4 ir 4,5 proc. vnt. gausnis, palyginus su kontrole. Visų tirtų augalų 1:250 koncentracijos ekstraktai skatino rapsų sėklų sudygimą, išskyrus miežių ekstraktą, kuris mažino sudygimą 2,2 proc. vnt.

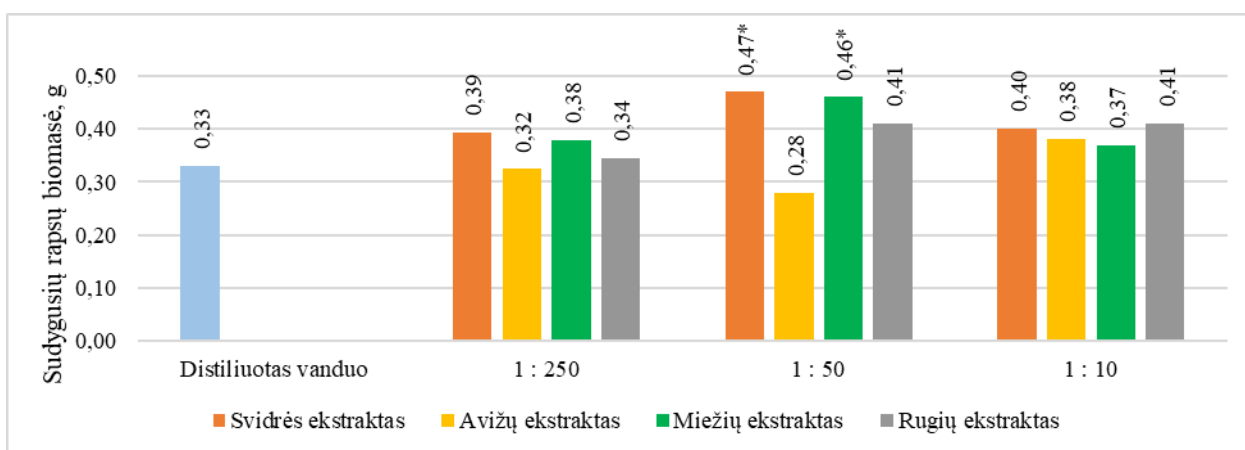


Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** esmingai ($P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.44 pav. Žieminių rapsų sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Nustatyta, kad 1:10 koncentracijos visų tirtų augalų ekstraktai didino rapsų daigų biomasę nuo 10,8 iki 19,5 proc. (3.2.45 pav.). Esmingai didžiausia sudygusių rapsų biomasė buvo nustatyta 1:50 koncentracijos svidrių ir miežių ekstraktuose, atitinkamai 0,14 iki 0,13 g didesnė, palyginus

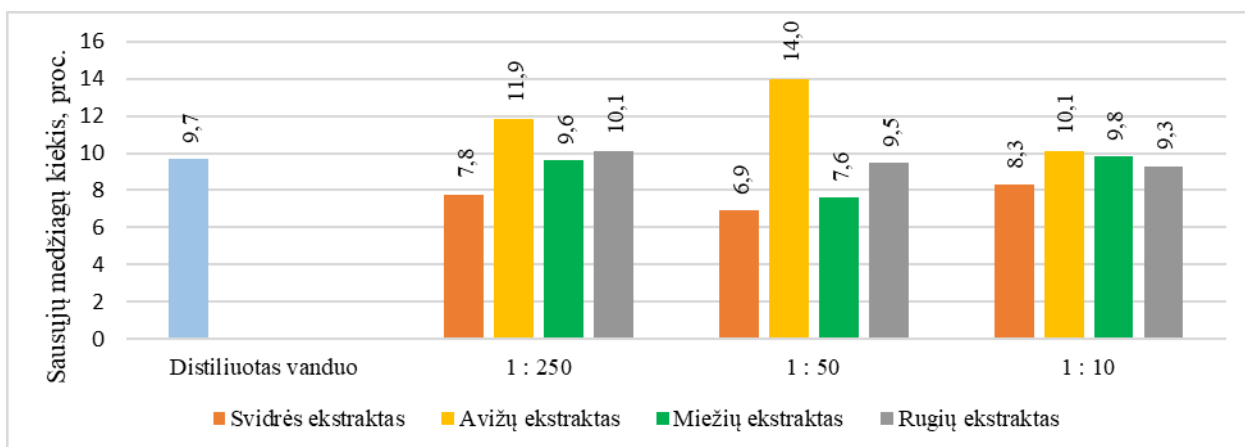
su kontrole. Mažiausia sudygusių rapsų biomasė nustatyta 1:50 koncentracijos avižų ekstraktuose arba 1,2 karto mažesnė, palyginus su distiliuotu vandeniu.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.45 pav. Žieminių rapsų daigų žalią biomasę skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Nustačius žieminių rapsų daigų sausųjų medžiagų proc., auginant juos vandeniniuose įvairių augalų ekstraktuose, esminių skirtumų nenustatyta (3.2.46 pav.). Visų tirtų koncentracijų avižų ekstraktas didino žieminių rapsų sausųjų medžiagų kiekį nuo 0,4 iki 4,3 proc. vnt., palyginus su kontrole, o svidrės ekstraktas, priešingai – mažino sausųjų medžiagų kiekį nuo 1,4 iki 2,8 proc. vnt. 1:50 koncentracijos svidrės, miežių ir rugių ekstraktai mažino sausųjų medžiagų kiekį, lyginant su distiliuotu vandeniu, išskyrus šios koncentracijos avižų ekstraktą, kuriame rapsų sausųjų medžiagų kiekis buvo 1,4 karto didesnis, palyginus su kontrole.

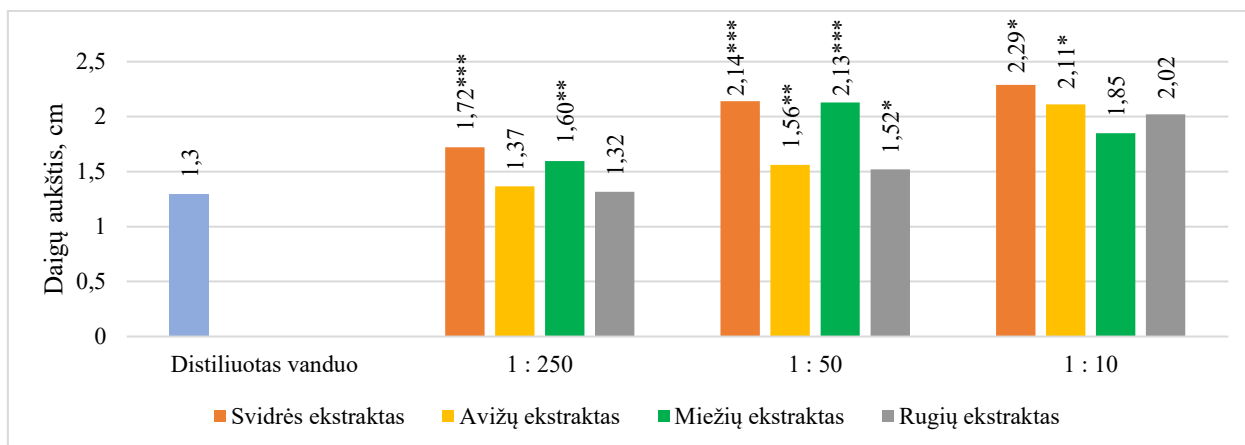


Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.46 pav. Žieminių rapsų daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Žieminių rapsų daigų aukštis buvo nuo 1,5 iki 43,2 proc. didesnis naudojant visas tirtas koncentracijas, palyginus su distiliuotu vandeniu. Gauti tyrimų rezultatai parodė, kad visų

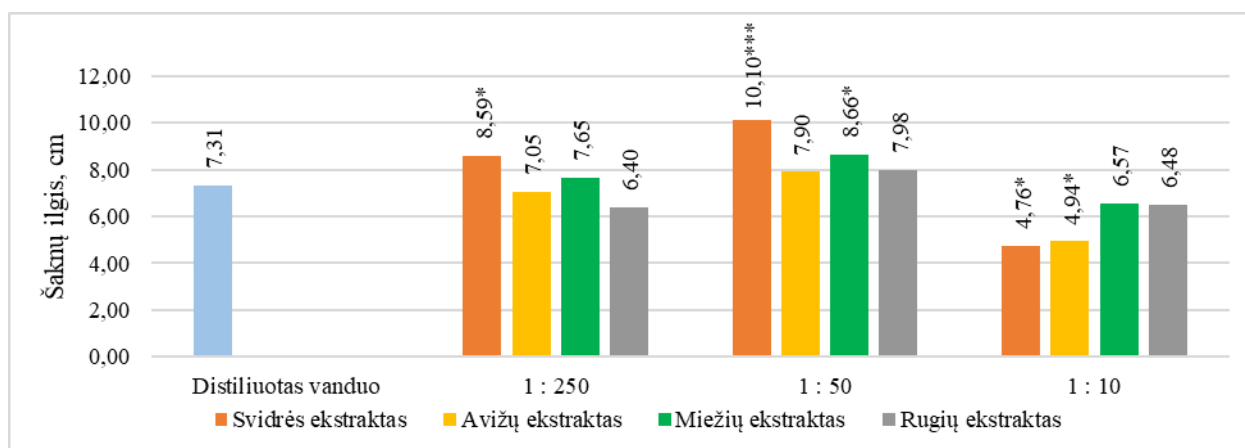
koncentracijų svidrės ekstraktas esmingai skatino rapsų daigų augimą nuo 24,4 iki 43,2 proc. (3.2.47 pav.). 1:250 koncentracijos avižų ir rugių ekstraktas rapsų daigų augimą padidino vos 1,5 ir 5,4 proc., palyginus su rapsų daigų aukščiu distiliuotame vandenyje.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, ** ir *** esmingai ($P < 0,05$, $P < 0,01$ ir $P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.47 pav. Žieminių rapsų daigų aukštis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Svidrės, avižų, miežių ir rugių ekstraktų 1:10 koncentracija slopino rapsų šaknų augimą nuo 1,1 iki 1,5 karto, palyginus su distiliuotu vandeniu (3.2.48 pav.).



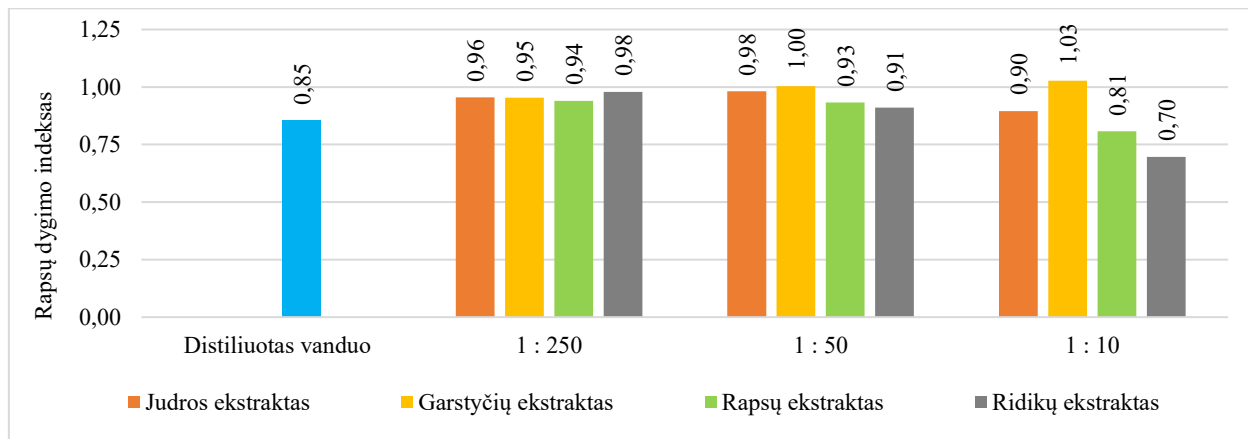
Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir *** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.48 pav. Žieminių rapsų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Visų tirtų augalų 1:50 koncentracijų ekstraktai skatino rapsų šaknų augimą nuo 18,5 iki 38,2 proc., palyginus su šaknų ilgiu distiliuotame vandenyje. 1:250 koncentracijos svidrės ekstrakte rapsų šaknų ilgis nustatytas 1,1–1,3 karto didesnis, nei kitų augalų ekstraktai. Apskritai, visų koncentracijų svidrės ekstraktuose rapsų šaknų ilgis buvo esmingai didžiausias.

Apibendrinant galima konstatuoti, kad vienametės svidrės 1:250 ir 1:50 ekstraktai dėsningai stimuliuo žieminių rapsų dygimą ir vystymąsi, todėl rekomenduotina šių ekstraktų poveikį ištirti lauko sąlygomis.

Bastutinių augalų ekstraktai. Nustačius žieminių rapsų sėklų dygimo indeksą vandeninėse įvairių augalų ekstraktai skirtingose koncentracijose esminių skirtumų nenustatyta (3.2.49 pav.).

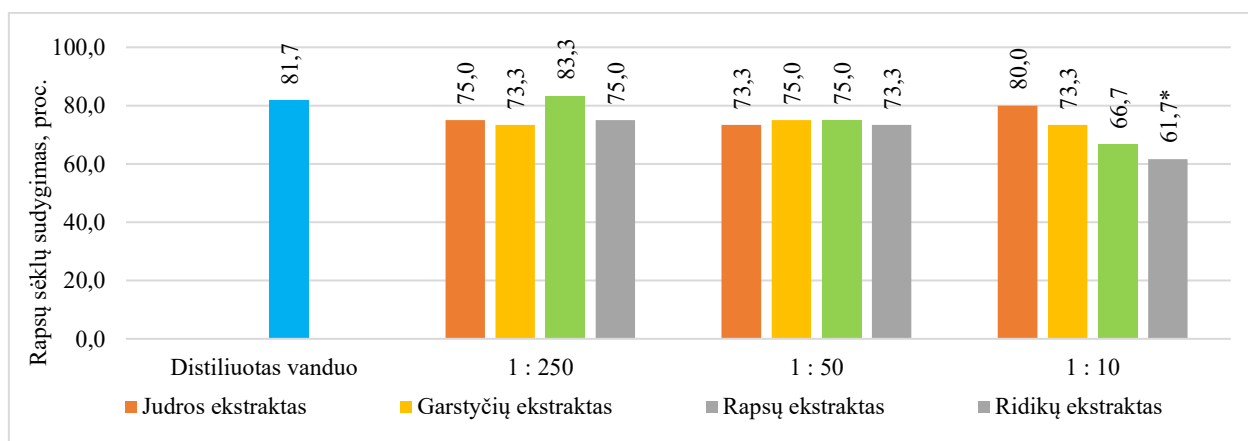


Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.49 pav. Žieminių rapsų sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Mažesnis negu distiliuotame vandenyje rapsų dygimo indeksas nustatytas rapsų ir ridikų 1:10 koncentracijos ekstraktuose, kuriuose dygimo indeksas buvo atitinkamai 0,81 ir 0,70. 15 proc. aukštesnis rapsų dygimo indeksas nustatytas 1:50 ir 1:10 koncentracijos garstyčių ekstrakto.

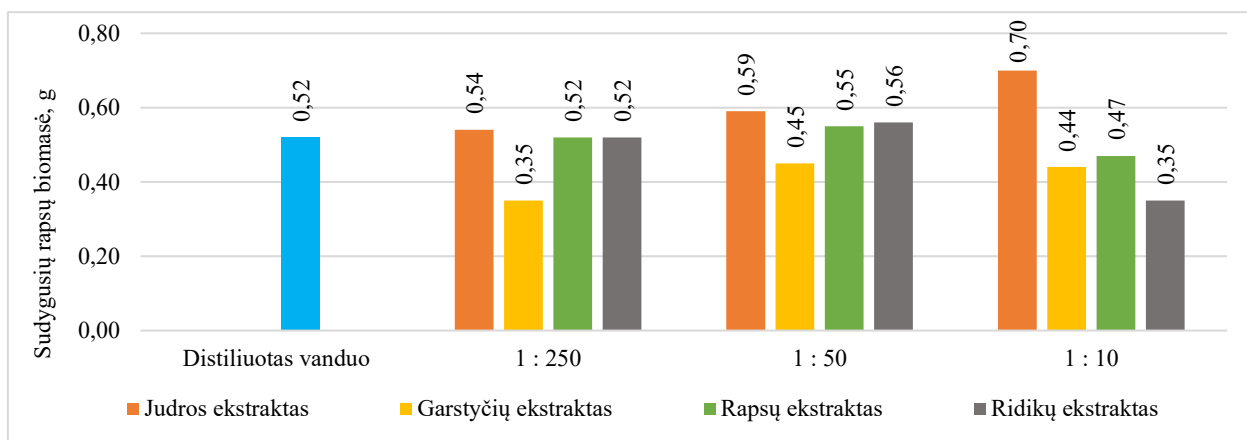
Ištyrus žieminių rapsų sėklų sudygimą vandeninėse įvairių augalų ekstraktuose nustatyta, kad 1:10 koncentracijos ridikų ekstraktas esmingai mažino rapsų sėklų sudygimą 20,0 proc. vnt., palyginus su kontrole (3.2.50 pav.).



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.50 pav. Žieminių rapsų sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

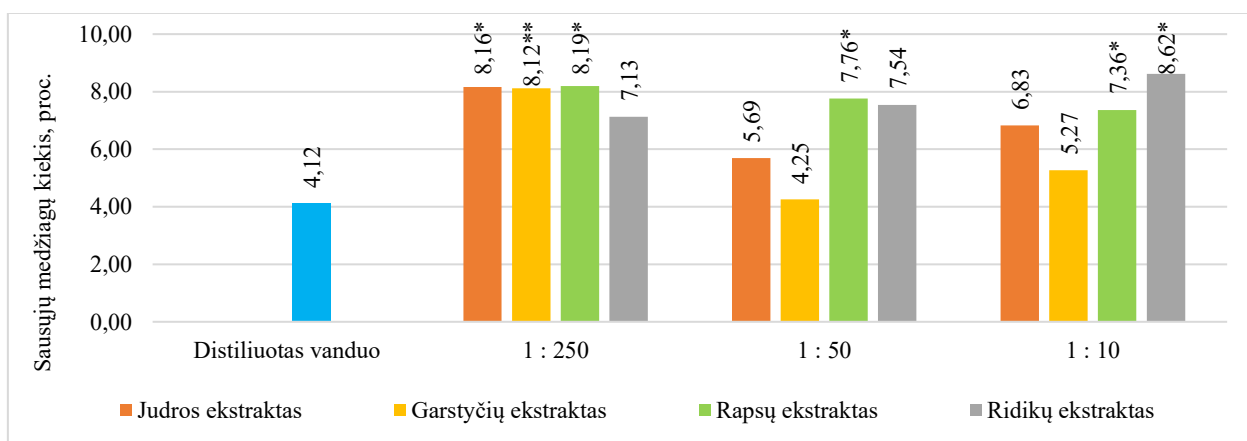
Nustatyta, kad visų koncentracijų judros ekstraktai didino rapsų daigų biomasę nuo 4 iki 35 proc. (3.2.51 pav.). Apskritai, rapsų sėklų sudygimas visų tirtų augalų 1:10 koncentracijų ekstraktuose buvo mažesnis, palyginus su kontrole. Visų koncentracijų garstyčių ekstraktas mažino rapsų biomasę nuo 13 iki 33 proc., palyginus su distiliuotu vandeniu.



Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.51 pav. Žieminių rapsų daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

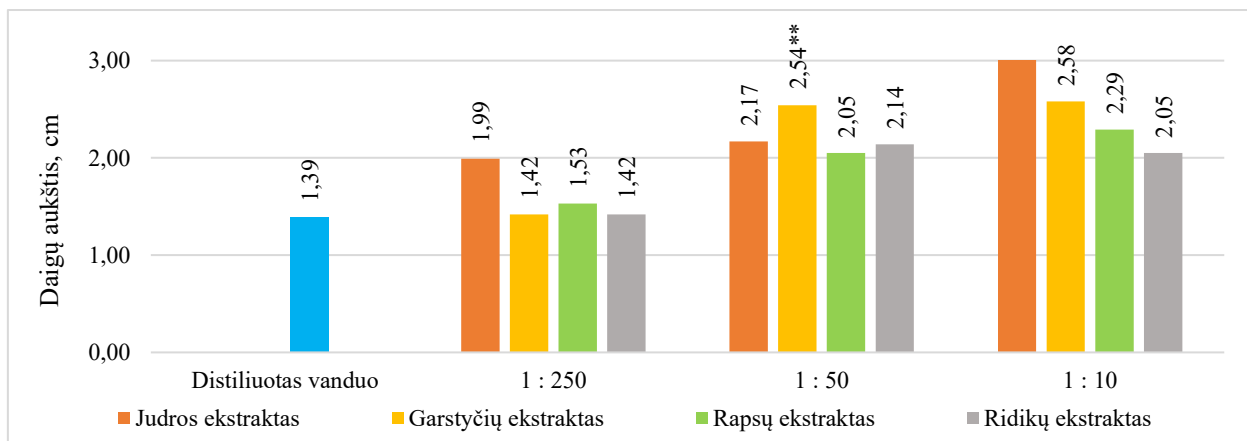
Visuose variantuose ir visose jų koncentracijose nustatytas didesnis sausųjų medžiagų kiekis rapsuose, palyginus su kontrole. Stipresnės garstyčių ekstrakto koncentracijos (1:10 ir 1:50) apie 2 kartus sumažino rapsų sausųjų medžiagų kiekį palyginus su kitais ekstraktais (3.2.52 pav.). Apskritai, vertinant kitų tirtų augalų vandeninių ekstraktų poveikį rapsų sausųjų medžiagų kiekiui nustatyta, kad stipresnės jų koncentracijos neigiamai veikia sausųjų medžiagų kiekį rapsuose, išskyrus ridikų ekstraktą, kurio 1:10 koncentracijos tirpale nustatytas 15 proc. didesnis rapsų sausųjų medžiagų kiekis, nei silpnesniuose ekstraktuose.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$, $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.52 pav. Žieminių rapsų daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

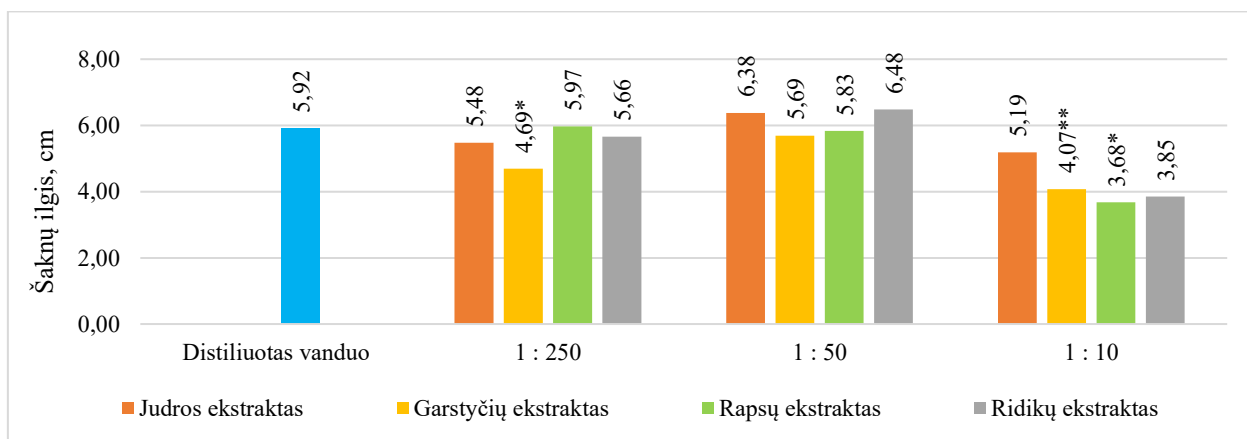
Išmatavus žieminių rapsų daigų aukštį nustatyta, kad distiliuotame vandenyje žeminių rapsų daigai siekė 1,39 cm ir buvo žemiausi. Visi tirti augalų ekstraktai ir jų koncentracijos didino žieminių rapsų daigų aukštį nuo 2 iki 56 proc. Gauti tyrimų rezultatai parodė, kad visų koncentracijų judros ekstraktas skatino rapsų daigų augimą nuo 1,4 iki 2,3 karto (3.2.53 pav.). Visų tirtų augalų ekstraktų 1:250 koncentracijos rapsų daigų augimą padidino 2–30 proc., palyginus su rapsų daigų aukščiu distiliuotame vandenyje, o 1:10 koncentracijos rapsų daigų augimą padidino net 32–56 proc., ypač judros ekstraktas, kuriame rapsų daigai buvo 2 kartus aukštesni, nei distiliuotame vandenyje.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** esmingai ($P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.53 pav. Žieminių rapsų daigų aukštis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Skirtingai nei rapsų daigų aukštis, jų šaknų ilgis visų augalų ekstraktų 1:10 koncentracijoje buvo iki 2 kartų mažesnis, palyginus su distiliuotame vandenyje nustatytu rapsų šaknų ilgiu (3.2.54 pav.). Judros ir ridikų 1:50 koncentracijos ekstraktai skatino rapsų šaknų augimą nuo 7 iki 9 proc., palyginus su šaknų ilgiu distiliuotame vandenyje. Apskritai, beveik visų tirtų augalų visų koncentracijų ekstraktuose rapsų šaknų ilgis buvo mažesnis, nei distiliuotame vandenyje.



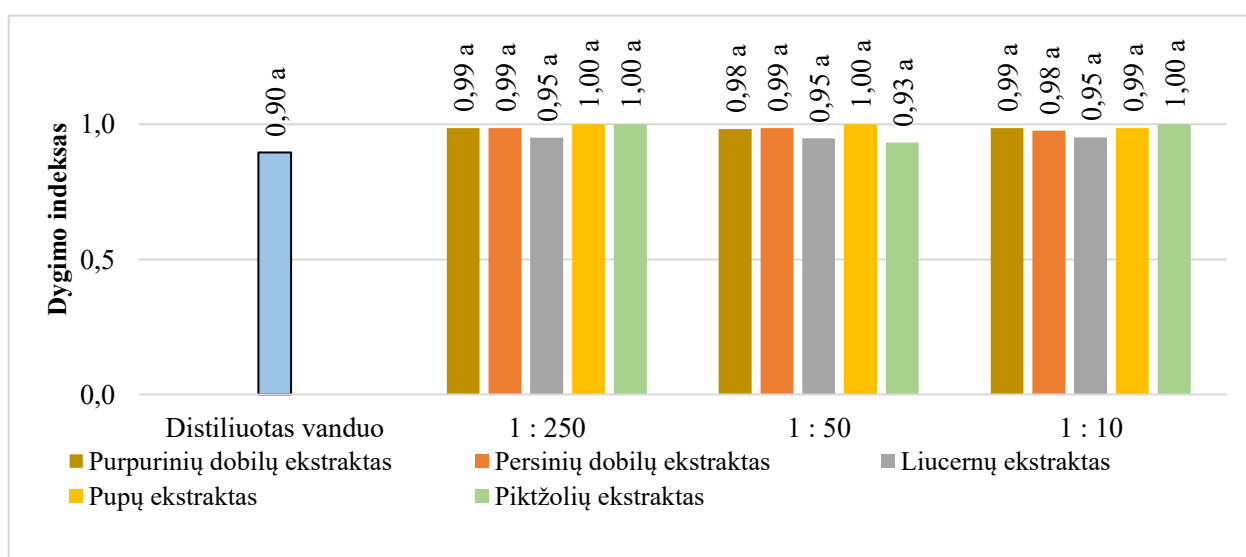
Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.54 pav. Žieminių rapsų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrintai galima konstatuoti, kad vasarinių rapsų dygimui ir daigų vystymuisi nei vienas iš tirtų bastutinių augalų ekstraktų neturėjo ryškesnės dėsningos įtakos, tačiau judrų stimuliacinis poveikis buvo gan reguliarus ir vertas patikrinti laukų sąlygomis. Juolab, kad stimuliacinis poveikis stebėtas eksperimentuose su kviečiais ir kukurūzais.

3.2.4. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka paprastosios rietmenės (*Echinochloa crus-galli* L.) dygimui ir vystymuisi

Pupinių augalų ir piktžolių ekstraktai. Pupinių augalų ir piktžolių biomasės mišinio ekstraktų poveikis paprastosios rietmenės sėklų dygimo indeksui buvo teigiamas, bet neesminis (3.2.55 pav.).

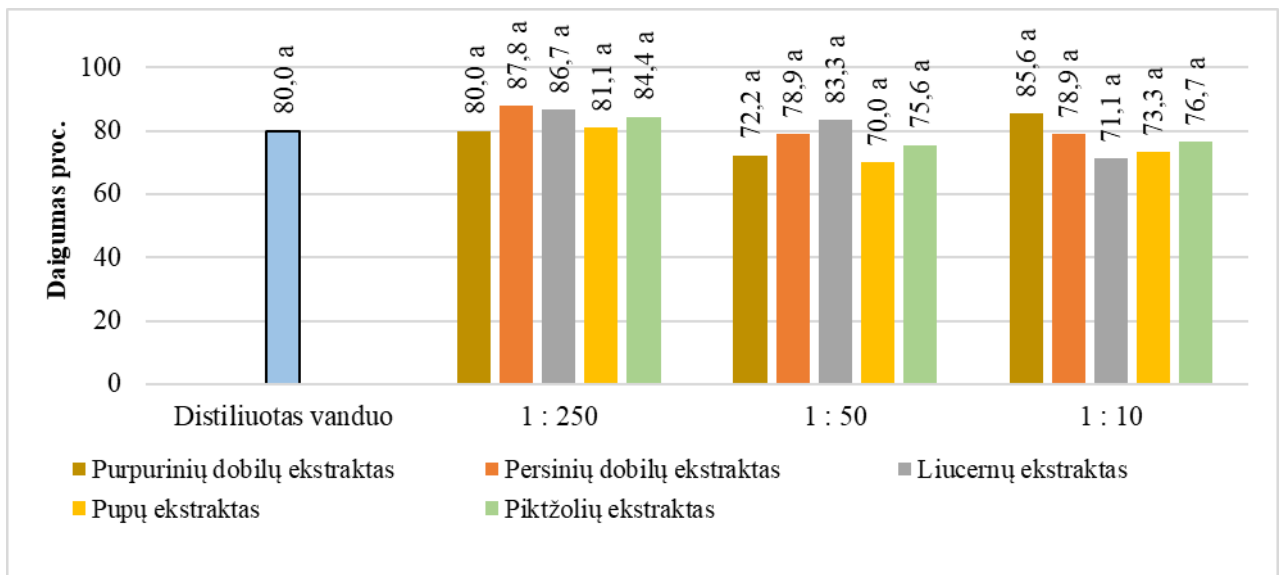


Pastaba: esminių skirtumų nenustatyta ($P > 0,05$).

3.2.55 pav. Paprastosios rietmenės sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.

Kaip ir dygimo indeksui, taip ir sudygimui ekstraktai neturėjo esminės įtakos, tačiau 8-7 proc. vnt. gausiau sudygo rietmenės, paveiktos 1:250 koncentracijos Persinių dobilų ir liucernų ekstraktais (3.2.56 pav.). Pupų 1:50 koncentracijos ekstraktas turėjo didžiausią slopinantį (inhibitorinį) poveikį.

Labiausiai rietmenės daigų vystymąsi stimuliavo Persinių dobilų 1:250 ir 1:10 koncentracijos ekstraktai, o pupų visų koncentracijų ekstraktai jį labiausiai slopino, nors ir neesmingai (3.2.57 pav.). Ryškiausias slopinantis poveikis – 1:50 koncentracijos ekstrakto, nes sudygusių sėklų biomasė buvo dvigubai mažesnė nei sudygusių vandenyje.

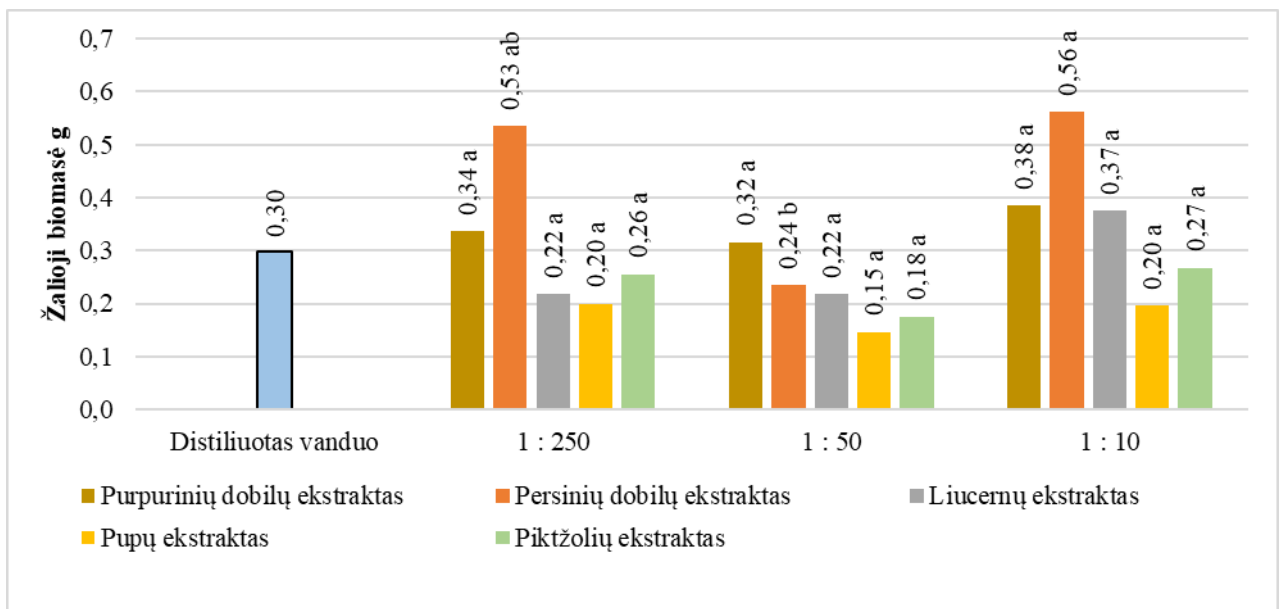


Pastaba: esminių skirtumų nenustatyta ($P > 0,05$).

3.2.56 pav. Paprastosios rietmenės sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.

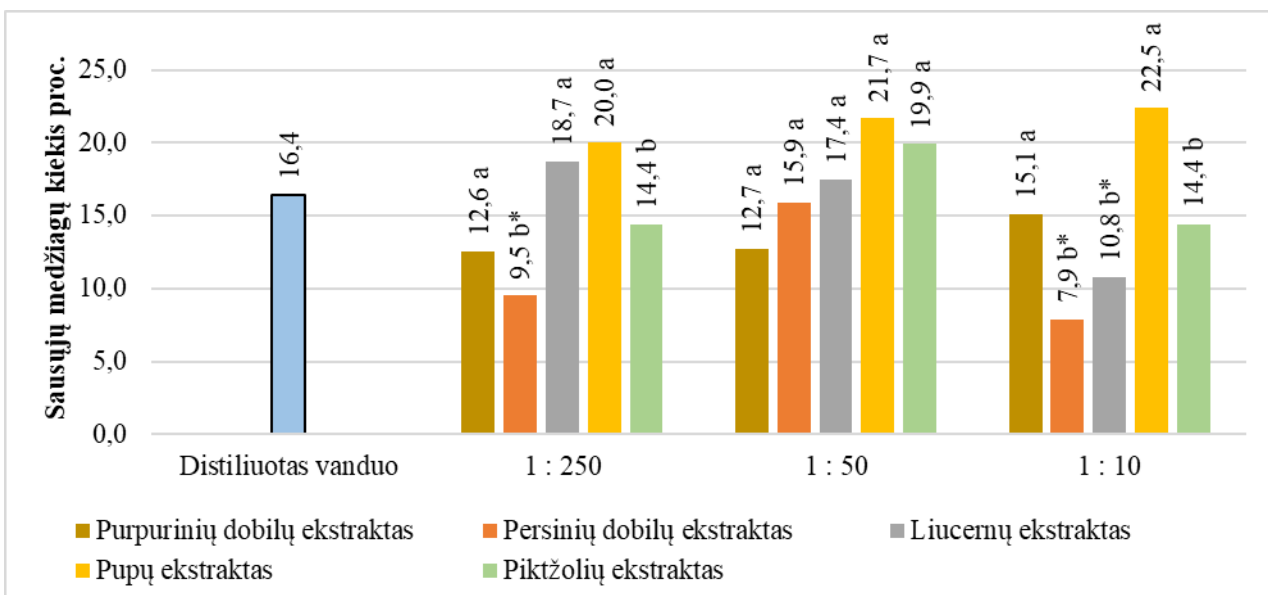
Esmingai mažiausias rietmenės daigų biomasės procentas buvo nustatytas Persinių dobilų ekstrakto dygusių sėklų, nes ekstraktais paveikti daigai vystėsi sparčiausiai (3.2.58 pav.). Dažniausiai, kuo daigai greičiau vystosi, tuo juose esti mažiau sausųjų medžiagų.

Esmingai labiausiai didino rietmenės daigų aukštį 1:10 koncentracijos purpurinių ir Persinių dobilų ekstraktai, o labiausiai mažino aukštį liucernų 1:250 ir 1:50 koncentracijos ekstraktai bei pupų 1:50 ir 1:10 koncentracijos ekstraktai (3.2.59 pav.).



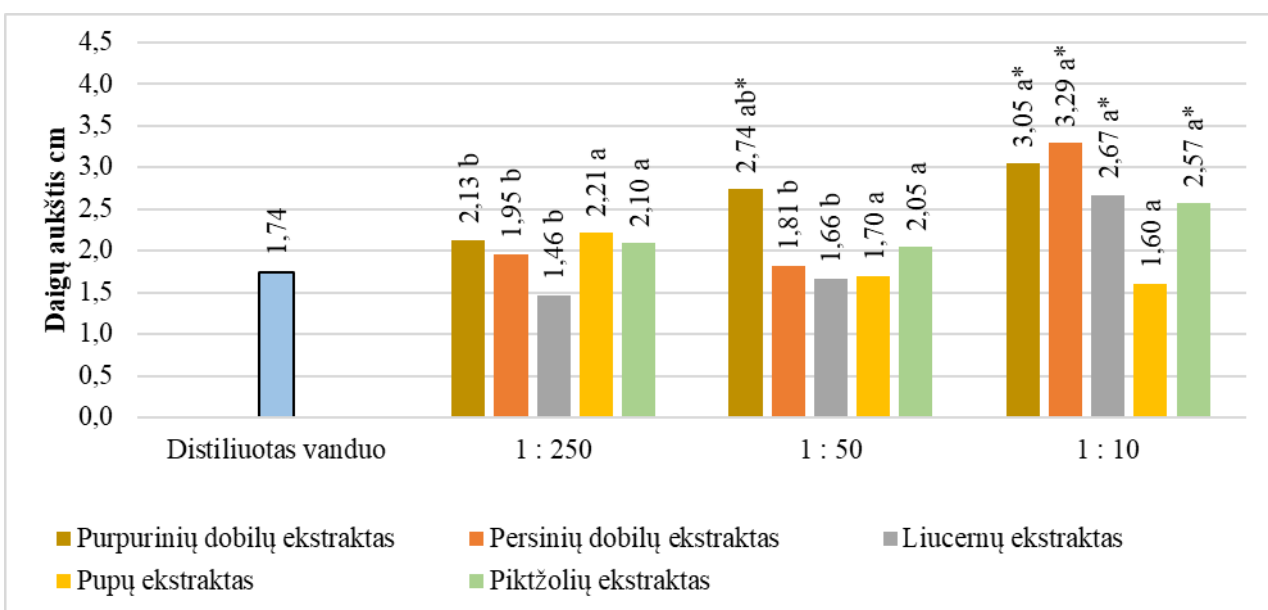
Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai.

3.2.57 pav. Paprastosios rietmenės sudygusių sėklų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.



Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

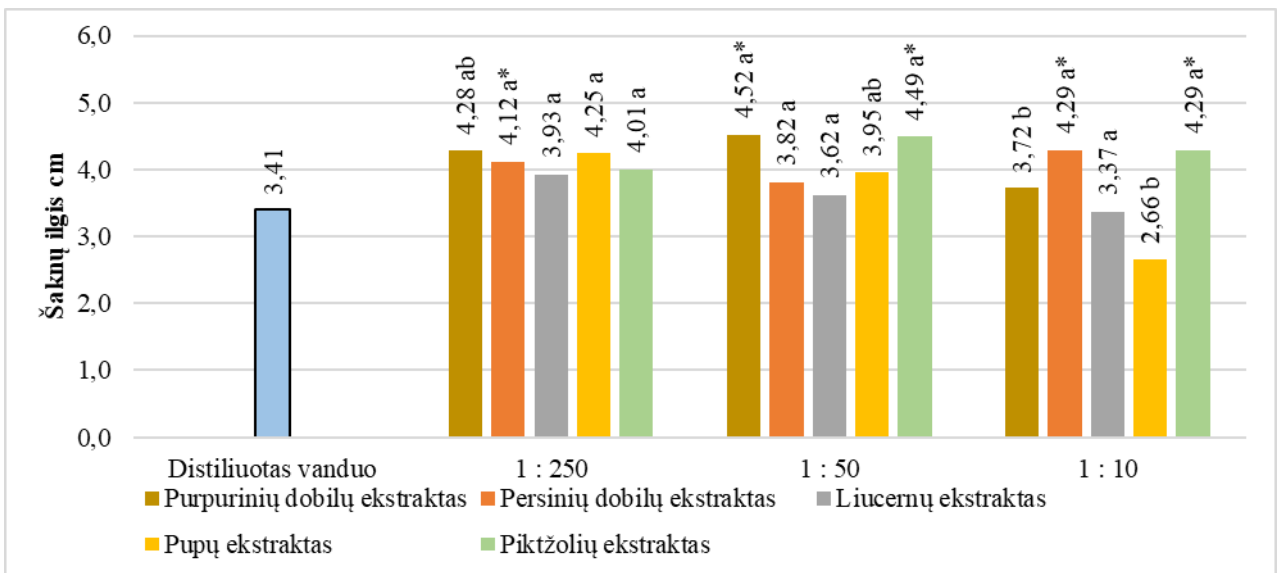
3.2.58 pav. Paprastosios rietmenės daigų sausosios masės procentas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.



Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

3.2.59 pav. Paprastosios rietmenės daigų aukštis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje

Daigų šaknų ilgį stimuliuo nemažai ekstraktų ir koncentracijų variantų, bet labiausiai purpurinių dobilų ir piktžolių biomasės mišinio 1:50 koncentracijos ekstraktai (3.2.60 pav.). Pupų 1:250 ir 1:50 koncentracijų ekstraktai buvo pakankamai neutralūs, tačiau 1:10 koncentracija veikė esmingai slopinančiai.

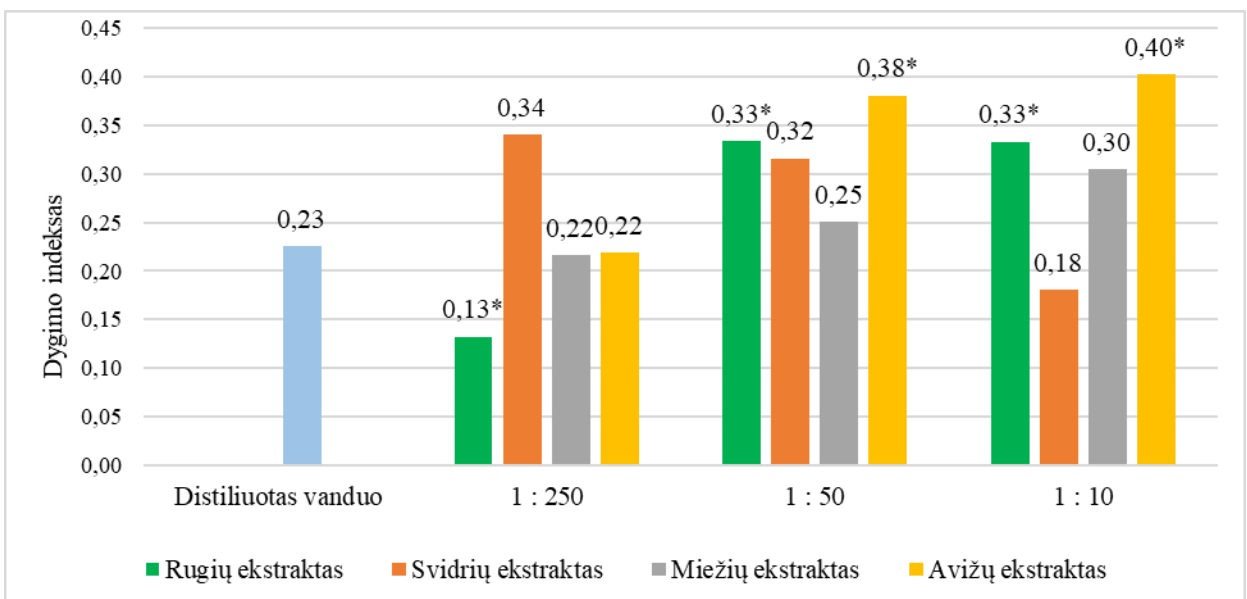


Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

3.2.60 pav. Paprastosios rietinės daigų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje

Apibendrinant galima konstatuoti, kad daugumas pupinių augalų ekstraktų neturėjo dėsningos slopinančios įtakos rietmenų dygimui ir vystymuisi, tačiau pupų 1:50 ir 1:10 koncentracijos ekstraktai pasižymėjo reguliariesne slopinančia įtaka ir turėtų būti patikrinti lauko sąlygomis.

Miglinių augalų ekstraktai. Miglinių augalų ekstraktai dažniausiai buvo neutralūs arba didino rietmenų dygimo indeksą (3.2.61 pav.), tačiau stebėtos ir išimtys.

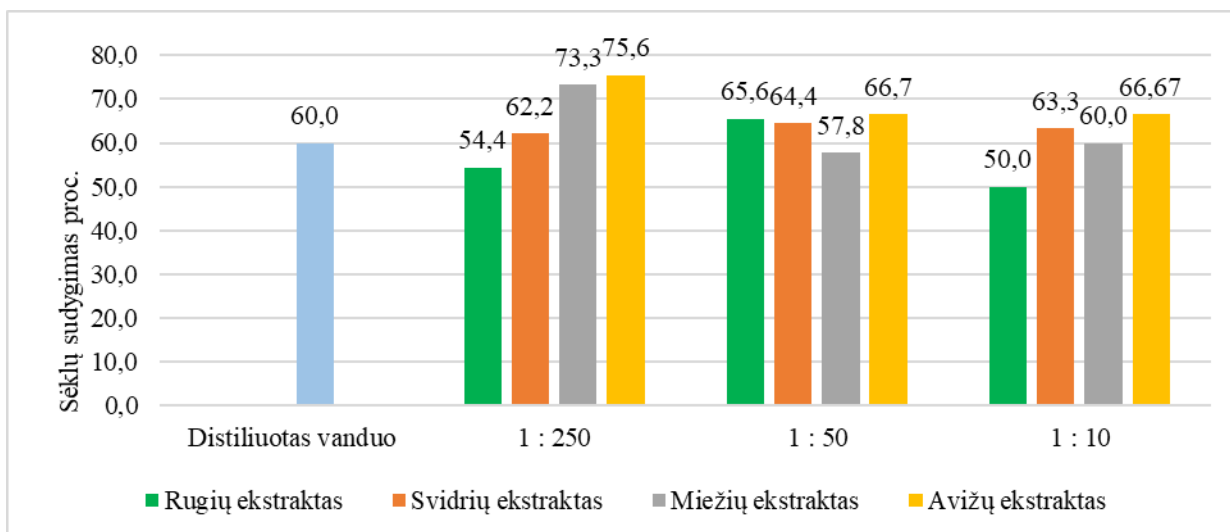


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.61 pav. Paprastosios rietinės sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Štai 1:250 koncentracijos rugių ir 1:10 koncentracijos svidrių ekstraktai esmingai mažino rietmenių dygimo indeksą.

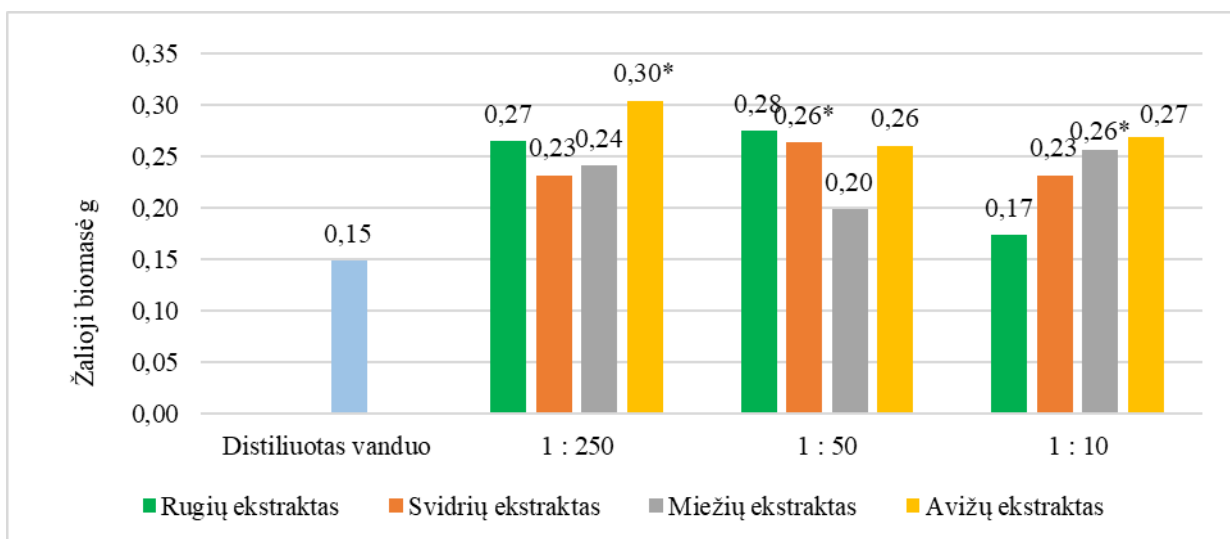
Iš miglinių ekstraktų labiausiai rietmenių dygimą slopino 1:250 ir 1:10 koncentracijų rugių ekstraktai, tačiau poveikis nebuvo esminis ir daugiausiai sudarė 10 proc. vnt. (3.2.62 pav.).



Pastaba: esminių skirtumų, lyginant su kontrole (distiliuotu vandeniu), nėra ($P > 0,05$)

3.2.62 pav. Paprastosios rietmenės sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

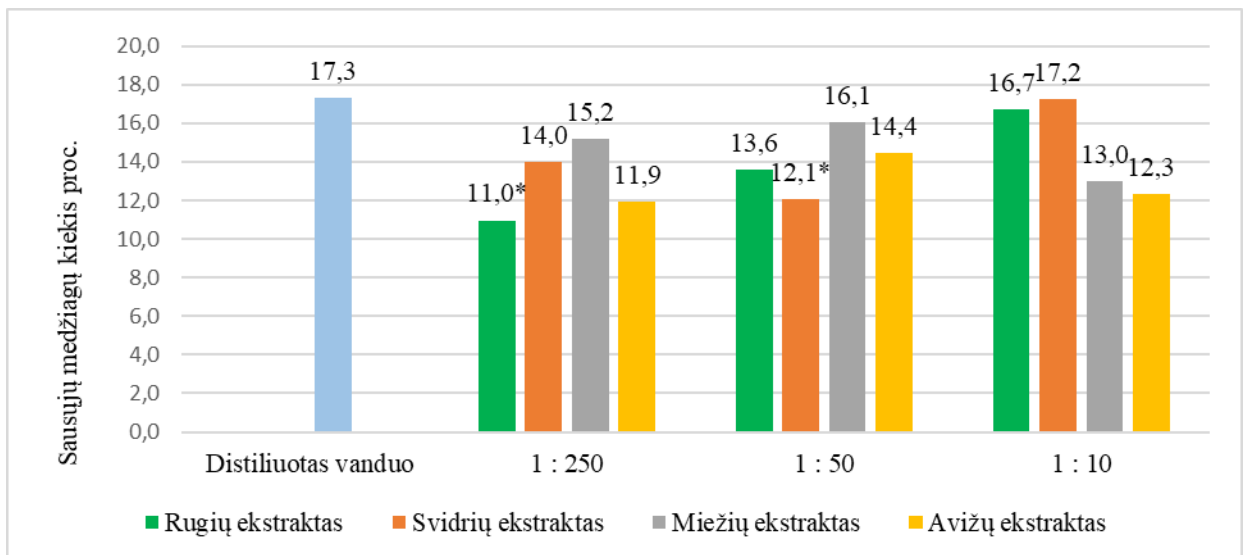
Visi ekstraktai didino balandų daigų biomasę (3.2.63 pav.). Nenustatėme nei vieno slopinančio atvejo, gal tik rugių 1:10 koncentracijos ekstraktas buvo neutralokas.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.63 pav. Paprastosios rietmenės sudygusių sėklų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

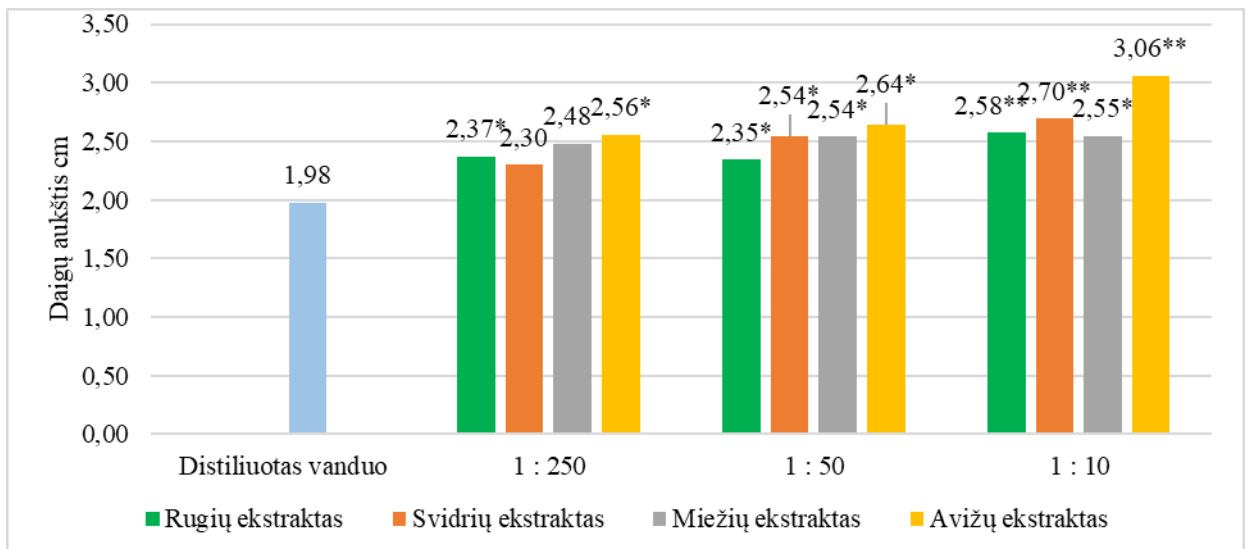
Visi migliniai ekstraktai ir jų koncentracijos mažino sausųjų medžiagų kiekį rietmenių daiguose (3.2.64 pav.). Tai susiję su tuo, kad ekstraktai skatino daigų augimą. Tarp šių rodiklių dažnai nustatoma stipri neigiama koreliacija.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.64 pav. Paprastosios rietmenės daigų biomasės sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

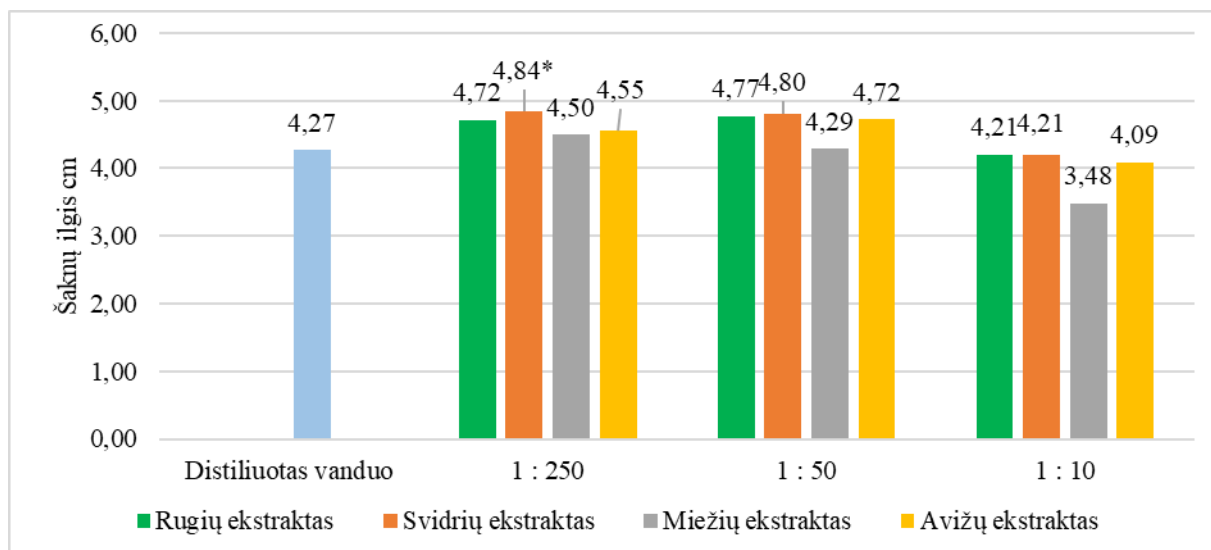
Kaip ir daigų biomasę, taip ir jų aukštį visi eksperimento ekstraktai didino rietmenių daigų aukštį (3.2.65 pav.). Kaip nebūtų keista, bet avižų didžiausios koncentracijos ekstraktas stimuliuo rietmenių daigus esmingai labiausiai.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.65 pav. Paprastosios rietmenės daigų aukštis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Nustatytas tik vienintelis atvejis, kai 1:10 koncentracijos miežių ekstraktas slopino rietmenių šaknų augimą (3.2.66 pav.). Visi kiti ekstraktai stimuliuo rietmenes.

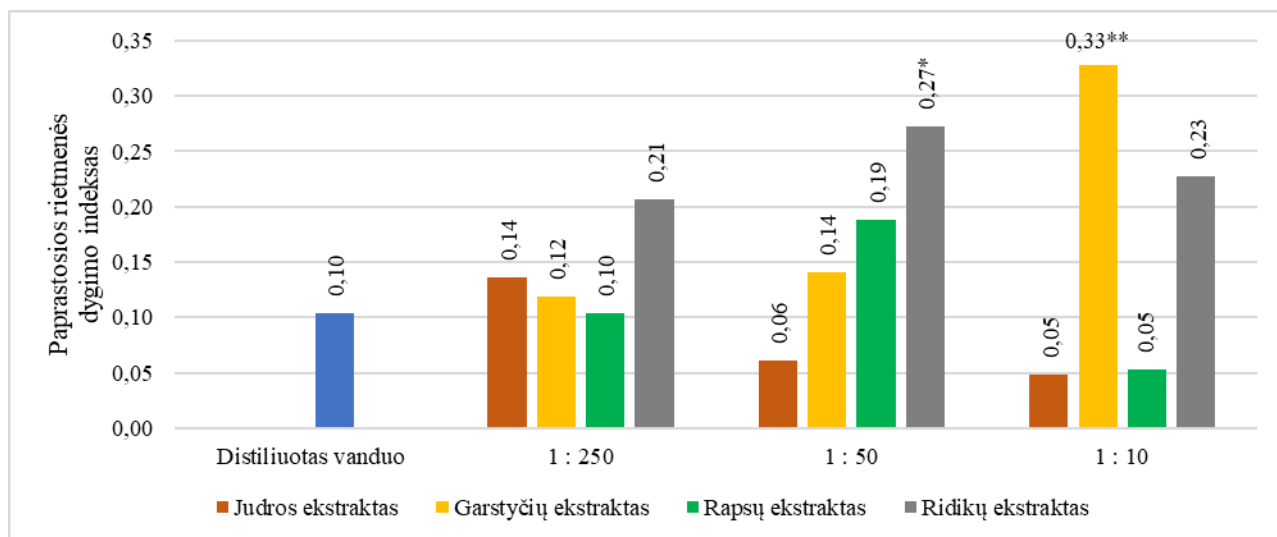


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.66 pav. Paprastosios rietmenės daigų šaknių ilgis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrinant galima teigti, kad miglinių augalų ekstraktai paprastųjų rietmenių sėklas ir daigus veikė ne kaip inhibitoriai, o kaip stimulatoriai, todėl tolimesnius tyrimus planuoti neverta.

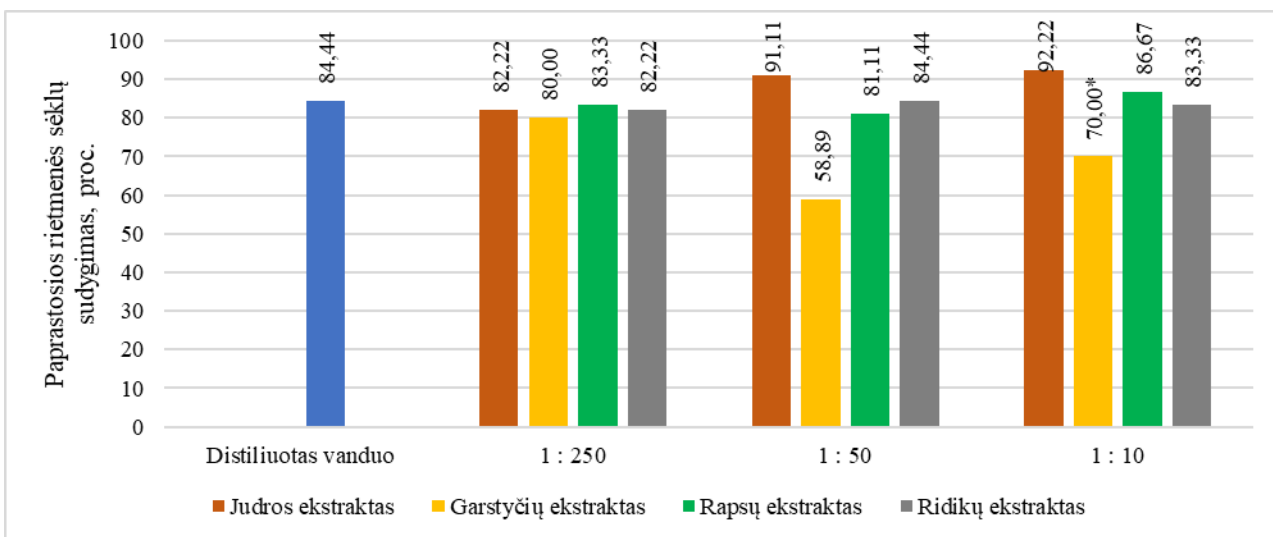
Bastutinių augalų ekstraktai. Bastutinių augalų ekstraktų poveikis paprastosios rietmenės sėklų dygimo indeksui buvo įvairus. Ridikų ekstraktų poveikis buvo tik teigiamas, bet o judrų didesnių koncentracijų - neigiamas (3.2.67 pav.).



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.67 pav. Paprastosios rietmenės sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

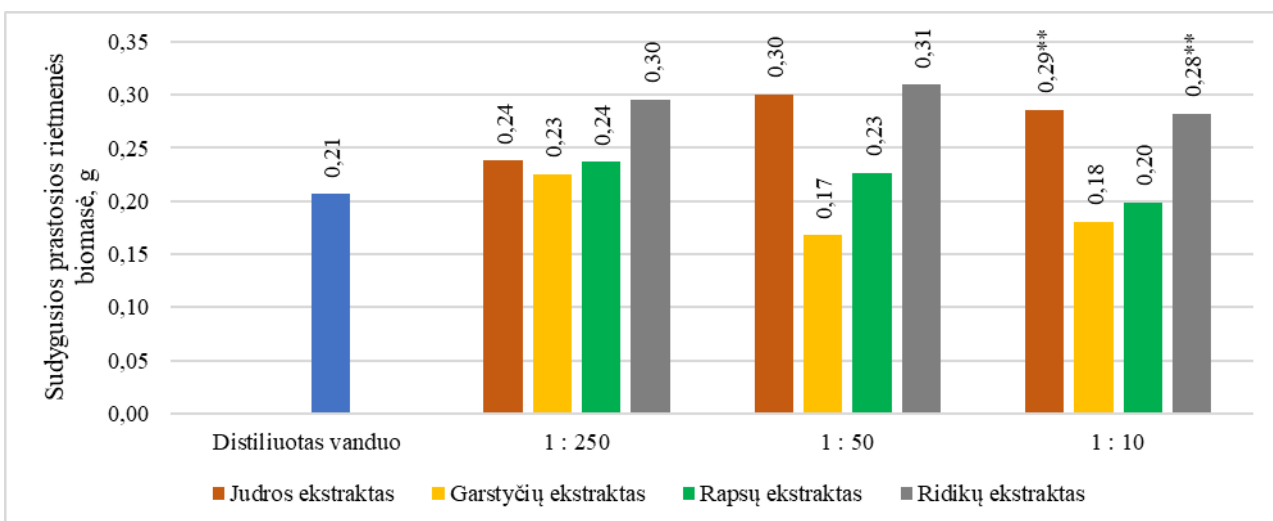
Daugumas ekstraktų stimuliuo rietmenės sėklų dygimą, tačiau 1:50 ir 1:10 koncentracijų garstyčių ekstraktai esmingai mažino rietmenių daugumą (3.2.68 pav.).



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.68 pav. Paprastosios rietinės sėklų dygimas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

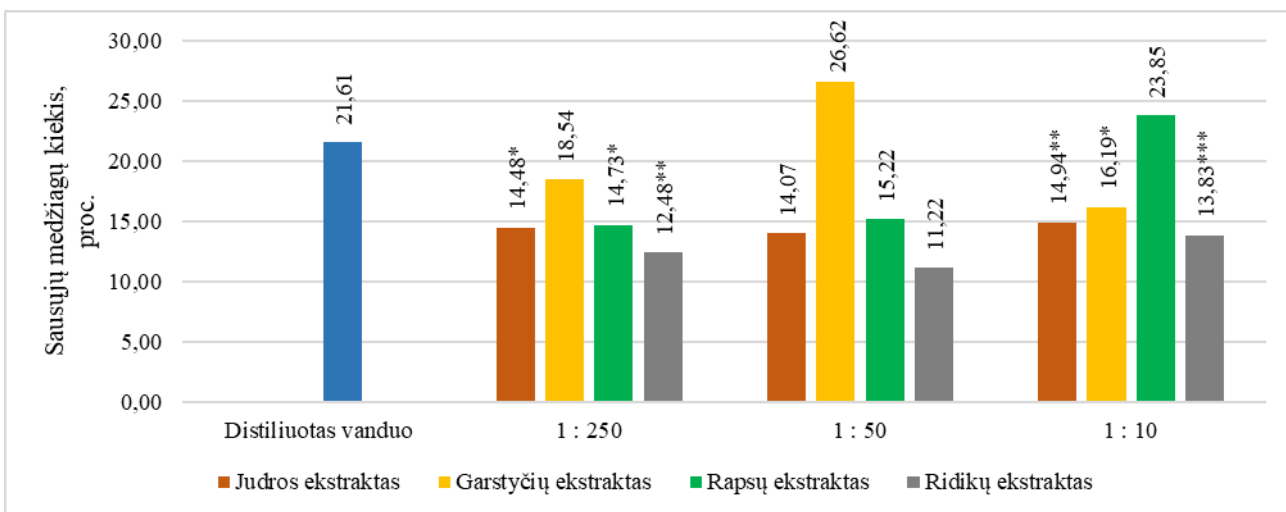
Didesnių koncentracijų garstyčių ekstraktai mažino sudygusių rietinės sėklų žaliąją biomasę, tačiau šie skirtumai nebuvo esminiai (3.2.69 pav.).



Pastaba: reikšmės, ** esmingai ($P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.69 pav. Paprastosios rietinės sudygusių sėklų žaliąją biomasę skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

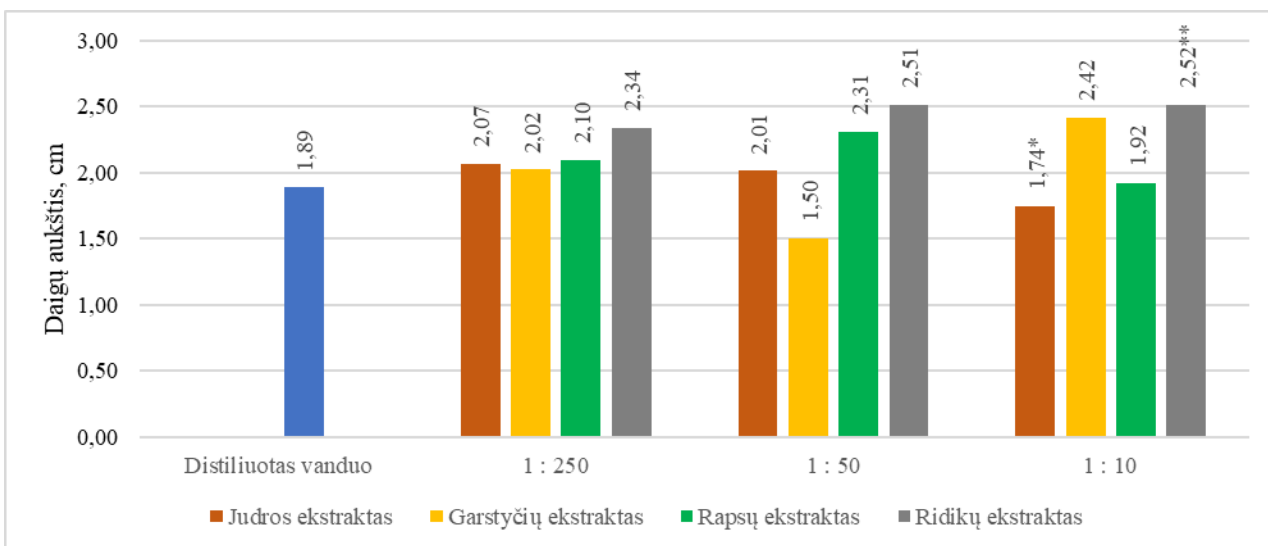
Sausųjų medžiagų procentas rietinės daiguose dažniausiai buvo mažesnis sėklas auginant ekstraktuose, išskyrus pavienius atvejus (3.2.70 pav.). Mažiausias procentas nustatytas rietinių daigų, augusių ridikų ekstraktuose.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos *, ** ir *** esmingai ($P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.70 pav. Paprastosios rietinės daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

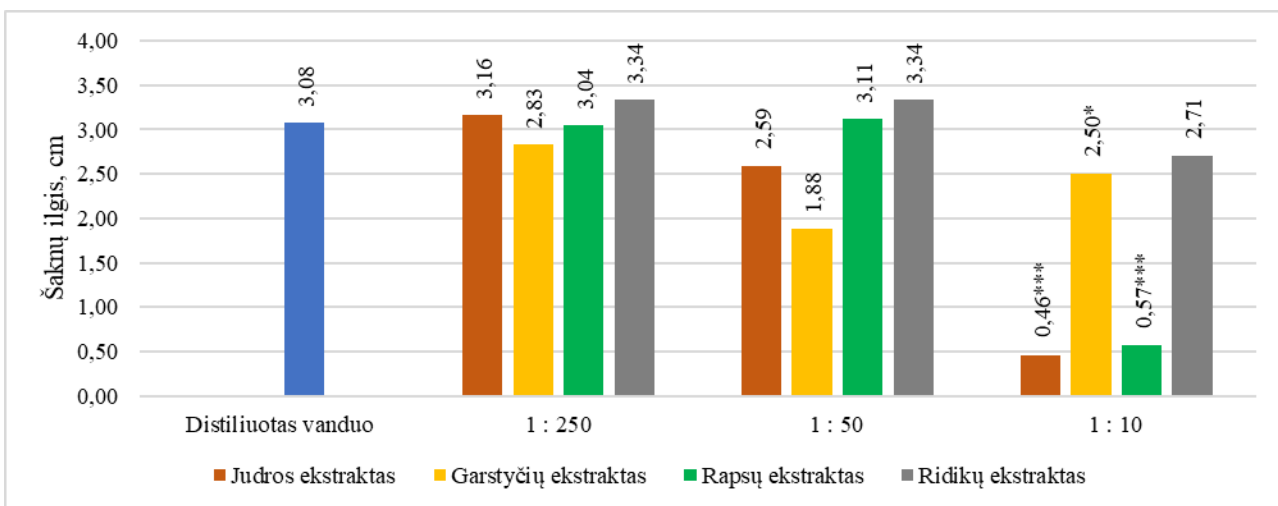
Bastutinių augalų ekstraktai dažniausiai didino rietinės daigų aukštį, tačiau stebėtos ir pavienės išimtys (3.2.71 pav.). Slopinantį poveikį nustatėme 1:50 koncentracijos garstyčių ekstrakto ir 1:10 koncentracijos judrų ir rapsų ekstraktų.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.71 pav. Paprastosios rietinės daigų aukštis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Daugumas 1:250 ir 1:50 koncentracijų ekstraktų buvo pakankamai neutralūs rietinių daigų šaknų ilgiui, tačiau 1:10 koncentracijos judrų ir rapsų ekstraktai turėjo esminį slopinantį poveikį rietinių daigų šaknų vystymuisi (3.2.72 pav.).



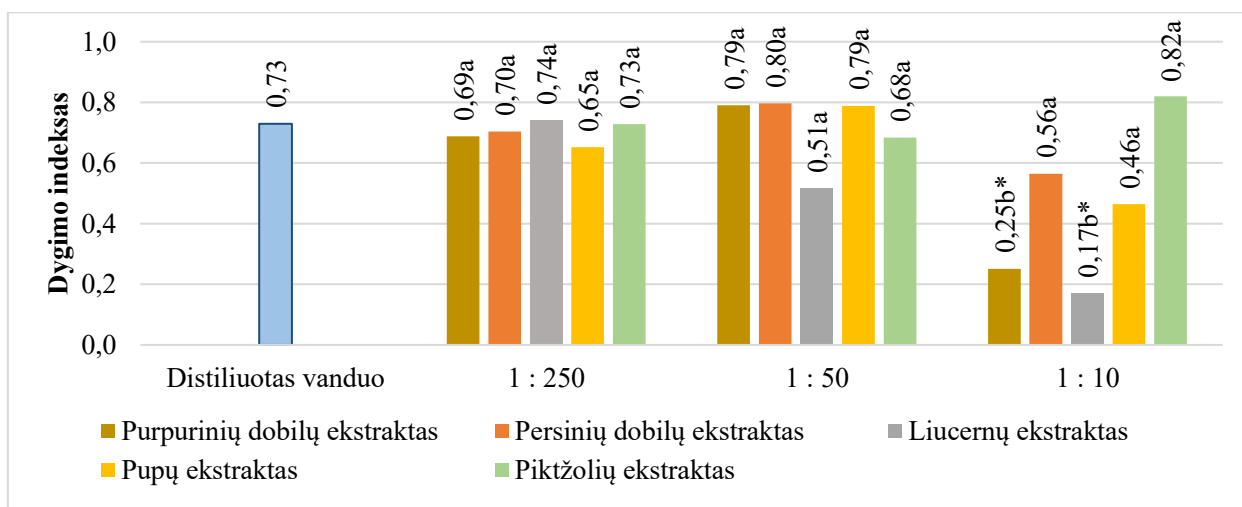
Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir *** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,001$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo)

3.2.72 pav. Paprastosios rietmenės šaknų ilgis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apskritai, bastutinių augalų ekstraktų poveikis rietmenių dygimui ir daigų vystymuisi nebuvo reguliarus, tačiau vertėtų atkreipti dėmesį į judrų 1:10 koncentracijos ekstraktą, kuris dažnai slopino rietmenės vystymąsi. Verta šio ekstrakto tyrimus pratęsti tiek laboratorinėmis, tiek lauko sąlygomis.

3.2.5. Skirtingų šeimų augalų biomasės ekstraktų įtaka baltosios balandos (*Chenopodium album* L.) dygimui ir vystymuisi

Pupinių augalų ir piktžolių ekstraktai. Pupinių augalų ir piktžolių biomasės mišinio ekstraktų poveikis baltosios balandos sėklų dygimo indeksui dažniausiai buvo neigiamas, bet neesminis (3.2.73 pav.).

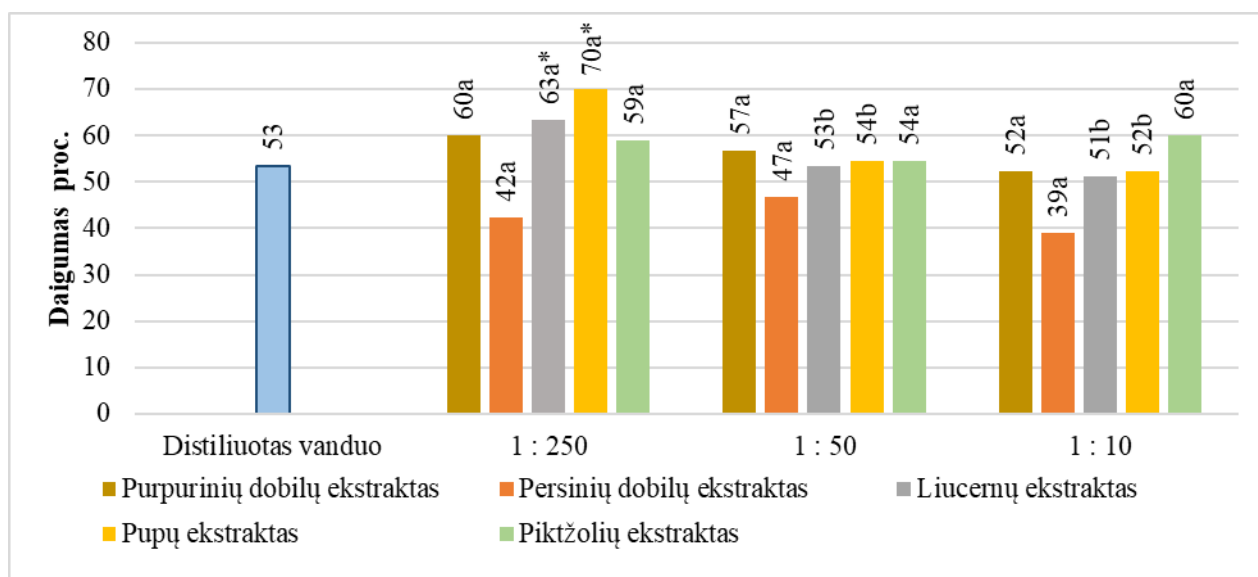


Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

3.2.73 pav. Baltosios balandos sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.

Didžiausias slopinantis poveikis stebėtas 1:50 ir 1:10 koncentracijų mėlynžiedžių liucernų ekstraktai. Taip pat esmingai dygimo indeksą mažino purpurinių dobilų 1:10 koncentracijos ekstraktas.

Bene ryškiausia balandų sėklų dygimą slopinančių poveikių turėjo Persinių dobilų visų koncentracijų ekstraktas (3.2.74 pav.). Kitų augalų ekstraktų poveikis buvo minimalus, o 1:250 koncentracijos – net stimuliacinis.

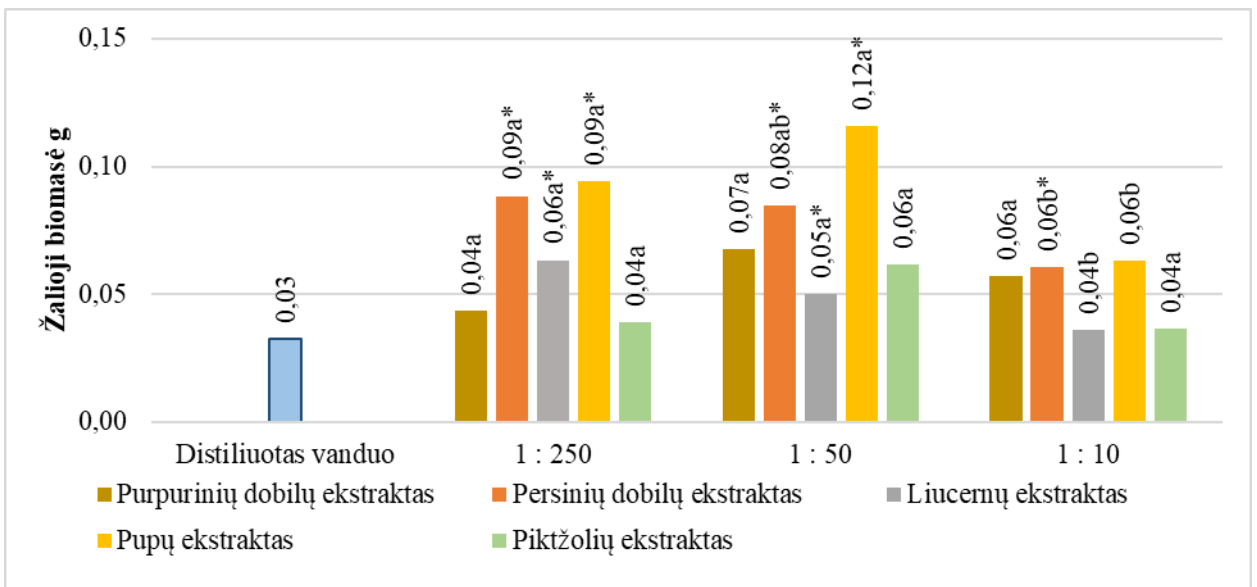


Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

3.2.74 pav. Baltosios balandos sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.

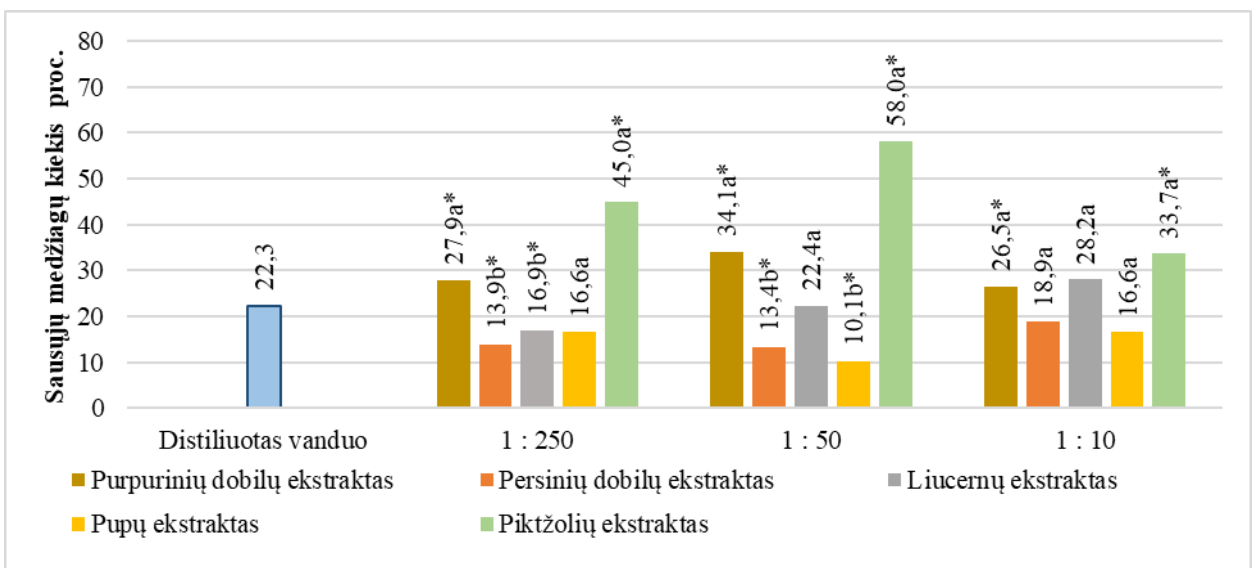
Daugelis tirtų ekstraktų skatino balandų daigų vystymąsi arba buvo pakankamai neutralūs (3.2.75 pav.). Labiausiai daigų vystymąsi skatino pupų visų koncentracijų ekstraktai. Poveikis dažniausiai buvo esminis. Tačiau skatinant augimą, dažnai daiguose mažėja sausųjų medžiagų kiekis. Taip įvyko ir šiuo atveju, nes esmingai daugiausiai sausųjų medžiagų buvo daiguose, paveiktuose piktžolių biomasės mišinio ekstraktais, kurių poveikis daigų vystymuisi buvo vienas mažiausių (3.2.76 pav.).

Dėsningo ekstraktų poveikio balandų daigų aukščiui nenustatėme, išskyrus 1:10 koncentracijos purpurinių dobilų ir liucernų ekstraktų (3.2.77 pav.).



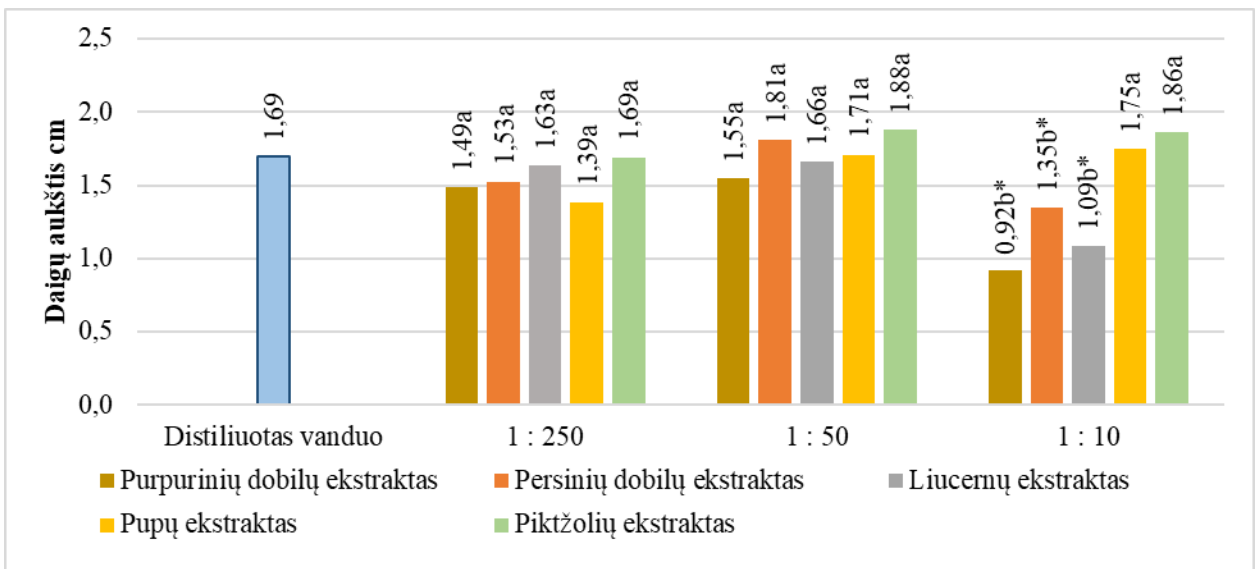
Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

3.2.75 pav. Baltosios balandos sudygusių sėklų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.



Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

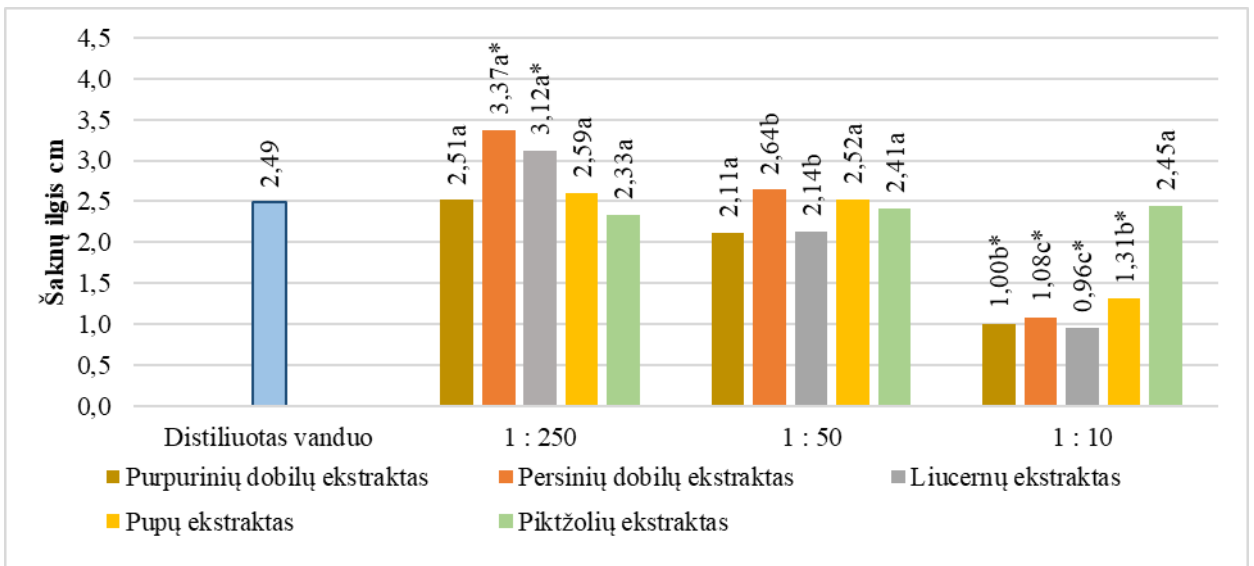
3.2.76 pav. Baltosios balandos sudygusių sėklų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.



Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

3.2.77 pav. Baltosios balandos daigų aukštis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.

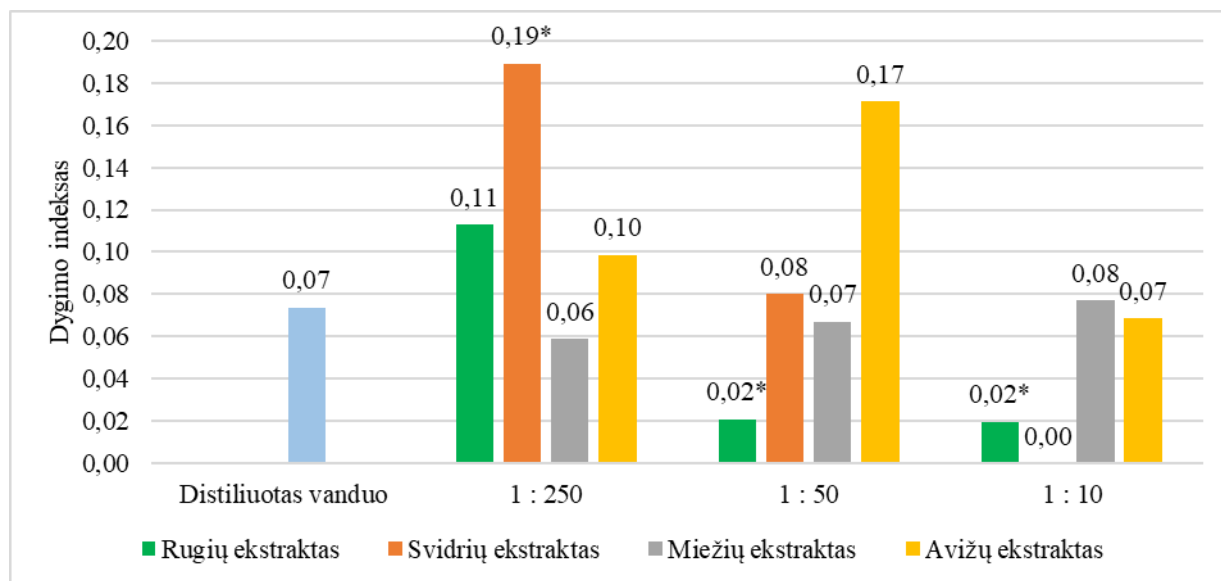
Tie patys ekstraktai buvo efektyviausi ir mažinant balandų šaknų ilgį (3.2.78 pav.). Be to, jie esmingai mažino daigų aukštį ir dygimo indeksą. Tai pakankamas skaičius rodiklių, kad verta būtų purpurinių dobilų ir mėlynžiedžių liucernų 1:10 koncentracijos ekstraktus tirti išsamiau tiek laboratorinėmis, tiek lauko sąlygomis.



Pastaba: tarp skirtingų koncentracijų reikšmių, pažymėtų nevienodomis raidėmis (a, b), skirtumai yra esminiai; variantų vidurkiai, pažymėti *, esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo) ($P < 0,05$).

3.2.78 pav. Baltosios balandos daigų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų pupinių augalų ir piktžolių ekstraktuose bei distiliuotame vandenyje.

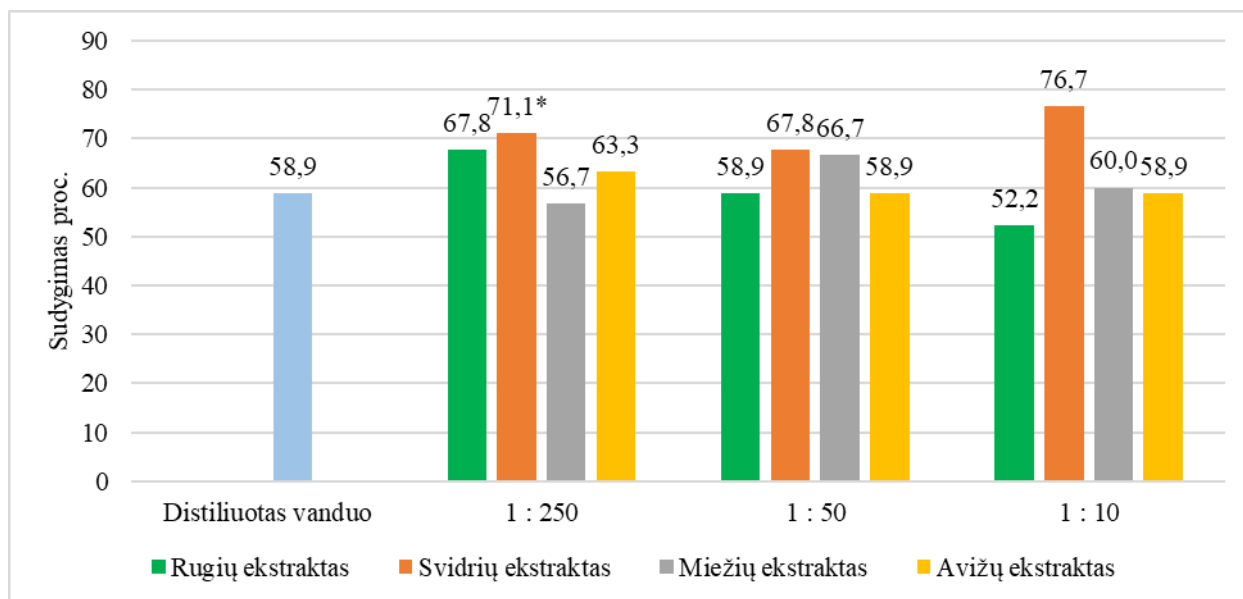
Miglinių augalų ekstraktai. Dauguma miglinių augalų 1:250 ir 1:50 koncentracijų ekstraktų didino baltosios balandos sėklų dygimo indeksą (3.2.79 pav.). Didesniu stelbiamuoju potencialu išsiskyrė rugių ir miežių ekstraktai.



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti * esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuoto vandens) ($P < 0,05$)

3.2.79 pav. Baltosios balandos sėklų dygimo indeksas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

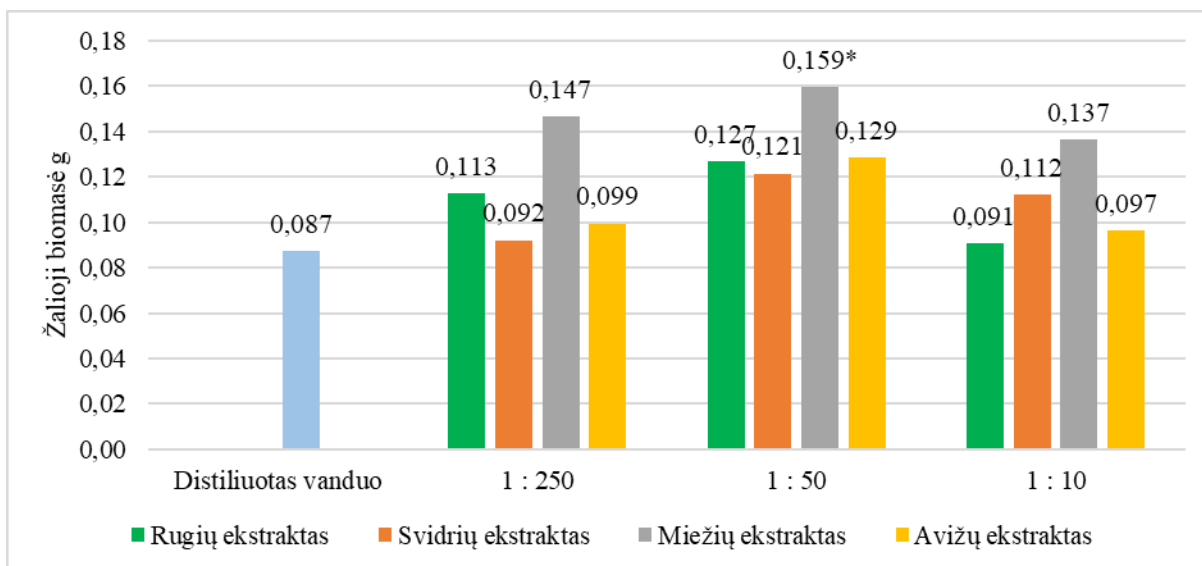
Migliniai ekstraktai neturėjo dėsningos įtakos balandų sudygimui (3.2.80 pav.). Svidrių visų koncentracijų ekstraktai stimuliuo balandų sėklų dygimą. Rugių 1:10 koncentracijos ekstraktas labiausiai visame eksperimente slopino dygimą, tačiau skirtumai nebuvo esminiai. Kitų miglinių ekstraktai tai stimuliuo, tai slopino, todėl reguliaraus poveikio nenustatėme.



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti * esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuoto vandens) ($P < 0,05$)

3.2.80 pav. Baltosios balandos sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

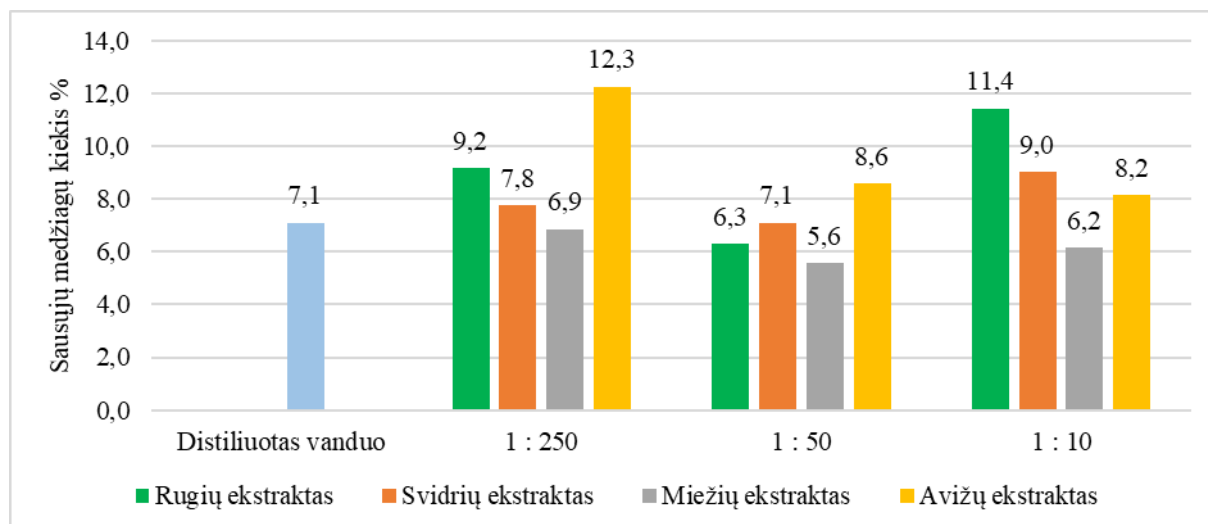
Miežių ekstraktai skatino balandų daigų vystymąsi – jų žalioji biomasė buvo didžiausia eksperimente (3.2.81 pav.). Tačiau ir kitų ekstraktų poveikis buvo labiau ar mažiau stimuliuojantis. Slopinančio poveikio nenustatėme.



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti * esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuoto vandens) ($P < 0,05$)

3.2.81 pav. Baltosios balandos sudygusių sėklų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

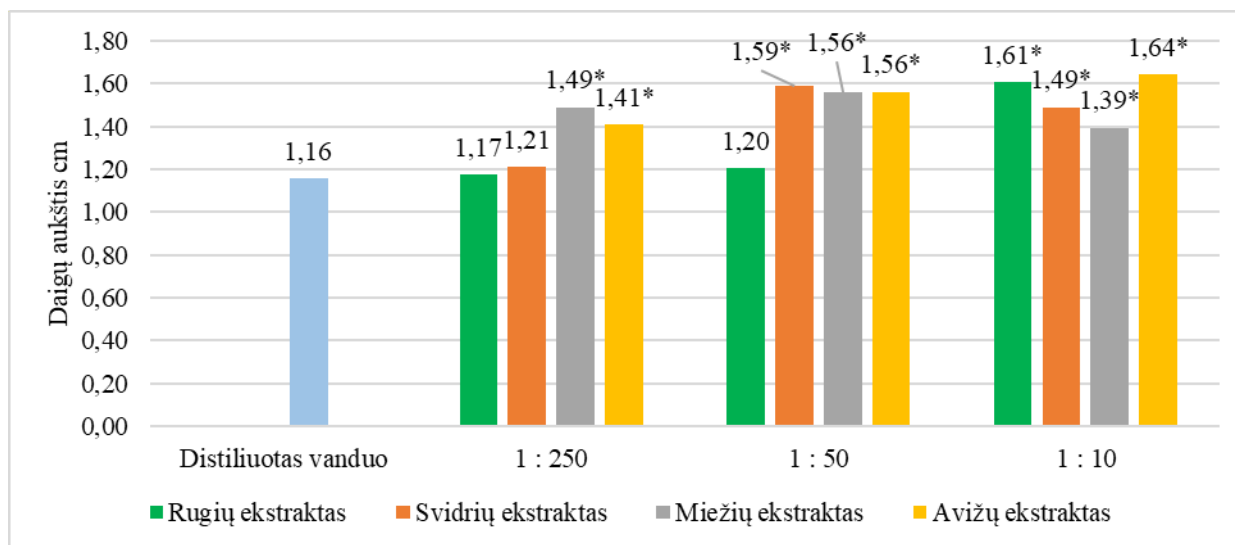
Miglinių ekstraktų poveikis balandų daigų sausųjų medžiagų procentui nebuvo esminis, tačiau mažiausias procentas nustatytas drėkinant sėklas vasarinių miežių visų koncentracijų ekstraktais (3.2.82 pav.).



Pastaba: esminių skirtumų, lyginant su kontrole (distiliuotu vandeniu), nėra ($P > 0,05$)

3.2.82 pav. Baltosios balandos daigų biomasės sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

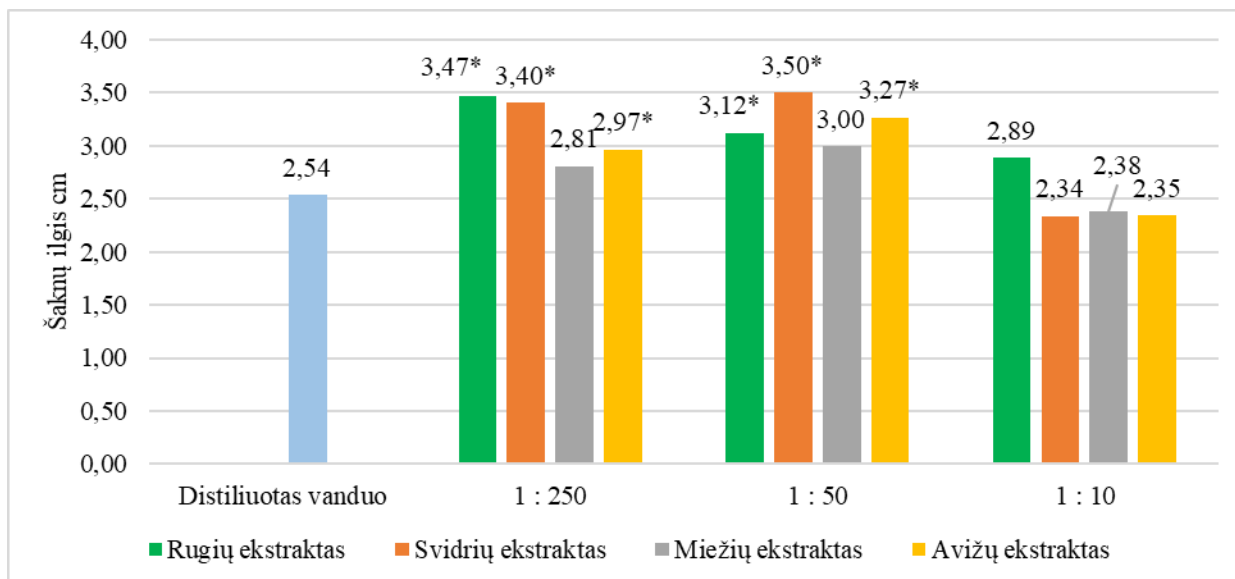
Migliniai ekstraktai savo poveikiu balandoms skyrėsi esmingai, tačiau mums rūpimo slopinančiu poveikio nenustatėme (3.2.83 pav.). Visi daigai išaugo aukštesni nei sėklas mirkant vandenyje.



Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti * esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuoto vandens) ($P < 0,05$)

3.2.83 pav. Baltosios balandos daigų aukštis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Migliniai ekstraktai daugiau skatino, o ne slopino balandų šaknų augimą (3.2.84 pav.). Kiek didesnė slopinanti įtaka stebėta 1:10 koncentracijos svidrių, miežių ir avižių ekstraktų, tačiau poveikis nebuvo esminis.

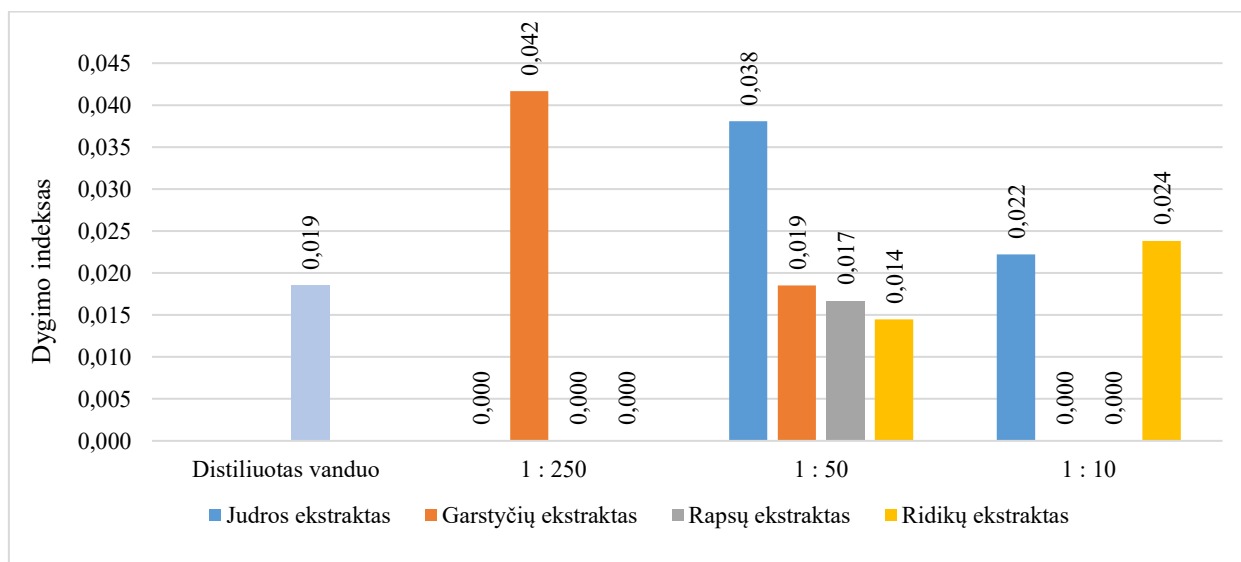


Pastaba: variantų vidurkiai, pažymėti * esmingai skiriasi nuo kontrolės (distiliuoto vandens) ($P < 0,05$)

3.2.84 pav. Baltosios balandos daigų šaknų ilgis skirtingų koncentracijų miglinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrinant konstatuojame, kad miglinių augalų ekstraktai daugiau skatino, o ne slopino baltųjų balandų dygimą ir vystymąsi, todėl ši žaliava bioherbicidų kūrimui nėra tinkama.

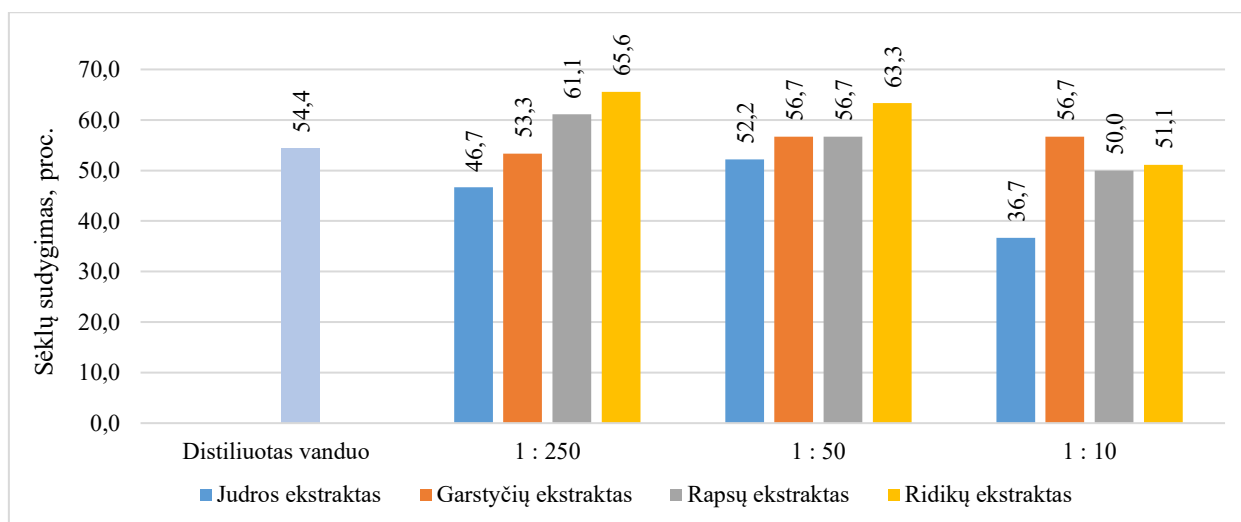
Bastutinių augalų ekstraktai. Skirtingų bastutinių ekstraktų poveikis balandų dygimo indeksui nebuvo reguliarus – jis svyravo nuo neigiamo iki teigiamo, tačiau skirtumai nebuvo esminiai (3.2.85 pav.).



Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.85 pav. Baltosios balandos dygimo indeksas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

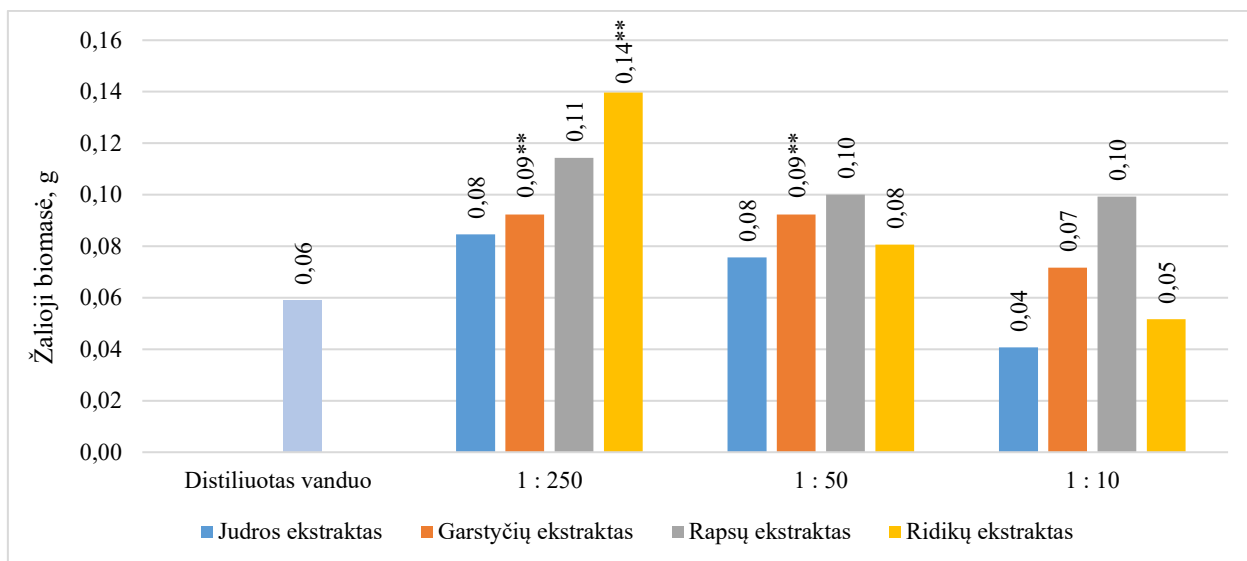
Balandų sėklų dygimą dėsningai slopino judrų visų koncentracijų ekstraktai, tačiau ryškiausias poveikis stebėtas 1:10 koncentracijos ekstrakto (3.2.86 pav.). Čia balandų daigumas buvo beveik 20 proc. vnt. mažesnis nei distiliuotame vandenyje. Stimuliaciniu poveikiu išsiskyrė ridikų ekstraktai.



Pastaba: skirtumai neesminiai, $P > 0,05$.

3.2.86 pav. Baltosios balandos sėklų sudygimas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

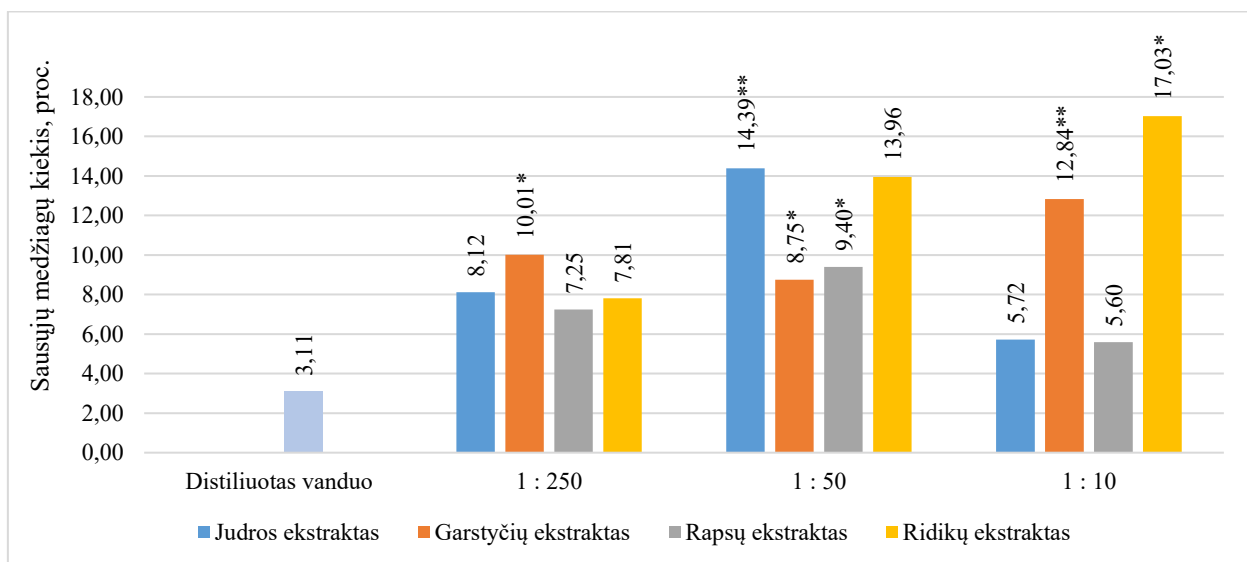
1:250 ir 1:50 koncentracijų bastutinių augalų ekstraktai didino sudygusių baltosios žaliosios biomasės (3.2.87 pav.). 1:10 koncentracijų ekstraktai turėjo ir slopinantį poveikį, o ypač judrų ekstraktas.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos ** esmingai ($P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.87 pav. Baltosios baltosios daigų žalioji biomasė skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Visi tirti bastutinių augalų ekstraktai didino baltosios daigų sausųjų medžiagų kiekį, tačiau tai dažnai parodo ne teigiamą, o net neigiamą poveikį, nes sparčiau didėjant augalo biomasei, jame sausųjų medžiagų kiekis „atsilieka“ – būna mažesnis (3.2.88 pav.).

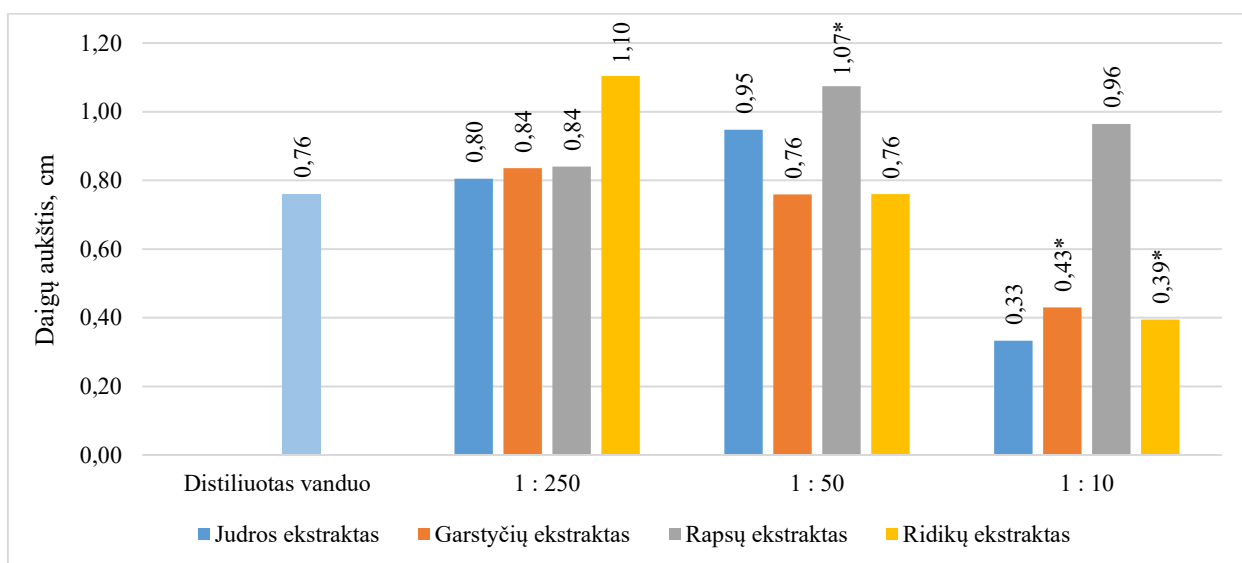


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * ir ** esmingai ($P < 0,05$ ir $P < 0,01$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.88 pav. Baltosios baltosios daigų sausųjų medžiagų procentas skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Jeigu daugumas skirtingos koncentracijos ekstraktų šiek tiek didino baltosios daigų aukštį arba buvo neutralūs, tai 1:10 koncentracijos ekstraktai slopino daigų vystymąsi, išskyrus rapsų ekstraktą (3.2.89 pav.). Jis, nors ir neesmingai, stimuliuo daigų augimą. Slopinančiu

poveikiu išsiskyrė judrų ekstraktas, nors garstyčių ir ridikų ekstraktai taip pat veikė kaip antagonistai.

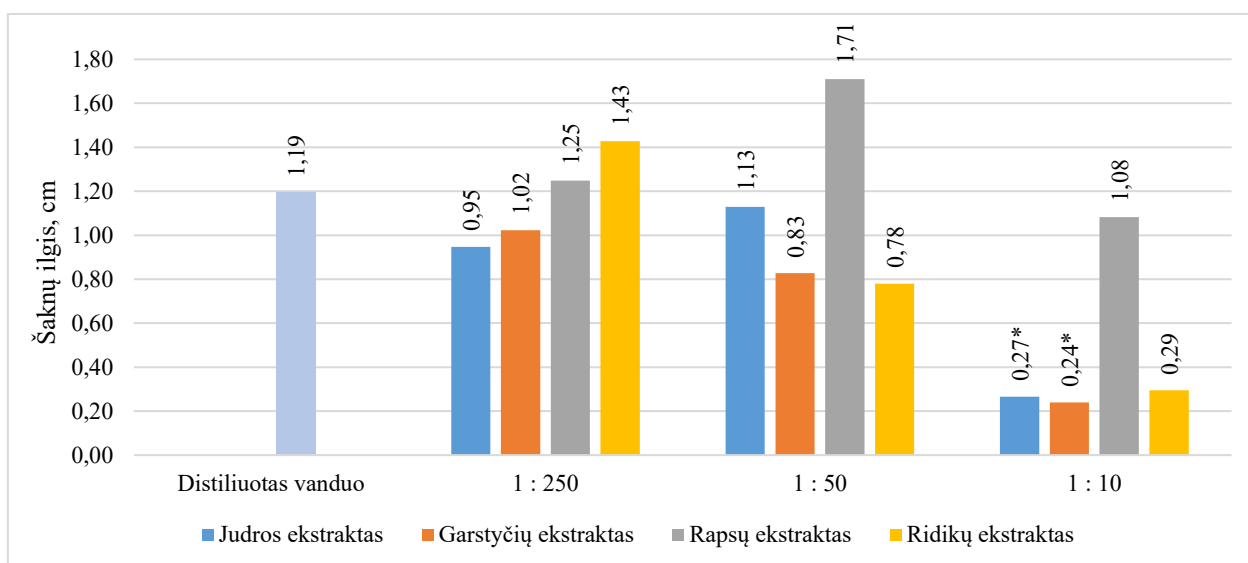


Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.89 pav. Baltosios balandos daigų aukštis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Panašios tendencijos stebėtos ir išmatavus balandų daigų šaknų ilgį (3.2.90 pav.).

Efektyviai šaknų vystymąsi slopino 1:10 koncentracijų judrų, garstyčių ir ridikų ekstraktai.



Pastaba: reikšmės, pažymėtos * esmingai ($P < 0,05$) skiriasi nuo kontrolės (distiliuotas vanduo).

3.2.90 pav. Baltosios balandos šaknų ilgis skirtingų koncentracijų bastutinių augalų ekstraktuose ir distiliuotame vandenyje.

Apibendrinant šį poskyrį galima konstatuoti, kad 1:10 koncentracijos judrų ekstraktas turėjo gan dėsninę slopinantį poveikį baltosios balandos sėklų dygimui ir vystymuisi. Panašūs rezultatai stebėti ir tiriant rietmenes. Taigi, judrų ekstraktas būtinai turi būti tiriamas toliau, mėginant išryškinti jo universalumą ir galima bioherbicidinį efektą.

3.3. Lauko eksperimentas

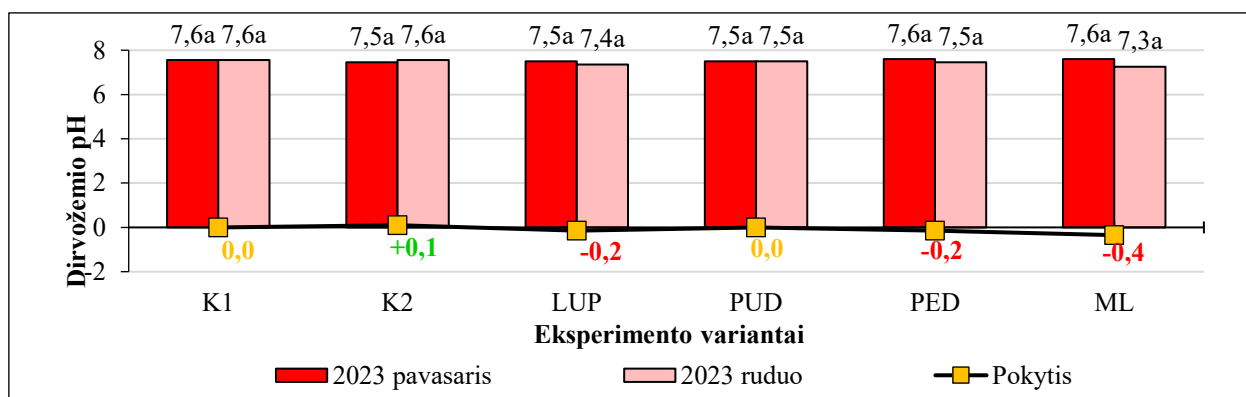
3.3.1. Dirvožemio agrocheminės savybės

Dirvožemio pH

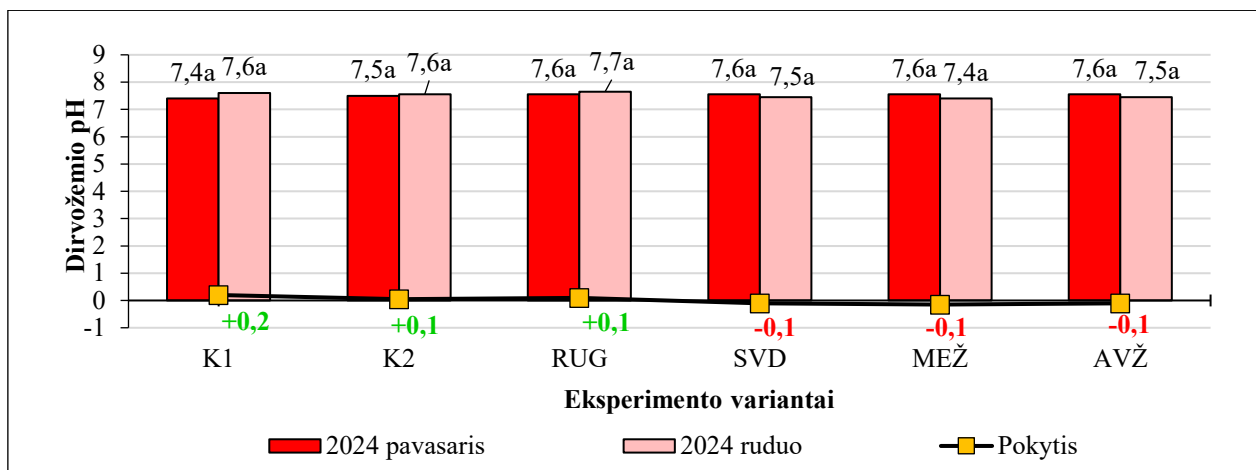
Tai rodiklis, nuo kurio priklauso labai didelė dalis dirvoje vykstančių procesų. Dirvožemio pH turi daug įtakos augalų mineralinei mitybai, nes dėl per aukšto arba žemo pH maisto medžiagos tampa neprieinamos augalams. Nuo pH taip pat priklauso mineralizacijos procesai, pesticidų likučių skilimas ir kt. Svarbu ir tai, kad dirvožemio gyvybingumas taip pat nemažai priklauso nuo dirvožemio pH, nes daugeliui mikroorganizmų, kaip ir daugeliui augalų, dažniausiai optimalus pH yra artimas neutraliam, t. y. pH 6,5–7,5 (Neina, 2019).

2023 m. Pirmaisiais eksperimento vykdymo metais dirvožemio pH pavasarį visuose tirtuose variantų dirvožemiuose nustatytas labai panašus – 7,5–7,6 (3.3.1 pav., a). Lyginant šiuos rezultatus su tų pačių metų rudenį atliktais tyrimais galima pastebėti, kad dirvožemio rūgštingumas esmingai nepakito ir išliko panašus.

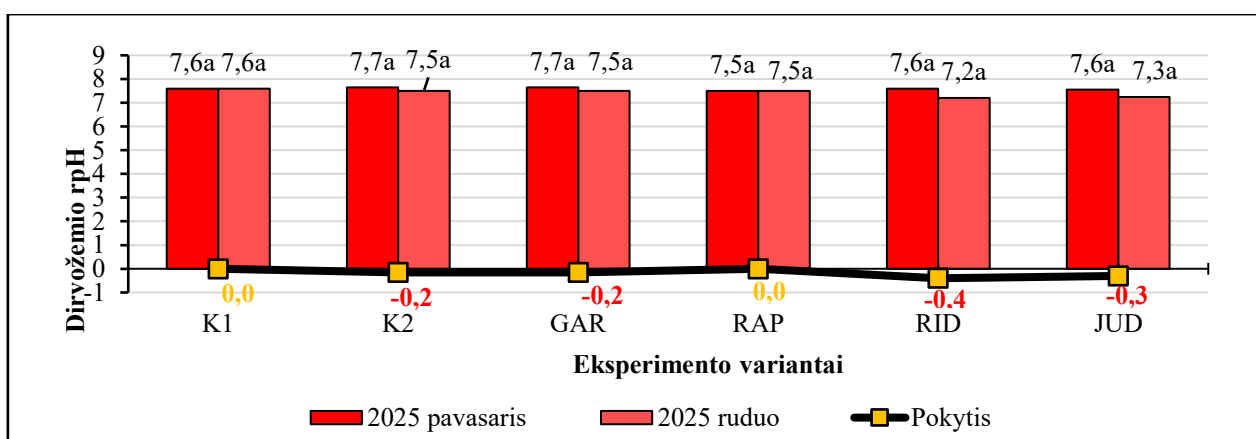
2024 ir 2025 m. Tiek antraisiais, tiek trečiaisiais tyrimo metais tarp skirtingų variantų dirvožemių taip pat esminiai skirtumai nenustatyti (3.3.1 pav., b, c), todėl galima teigti, kad endogeninių rotacijų taikymas, vertinant trejų metų periodą, nekeičia dirvožemio pH.



a)



b)



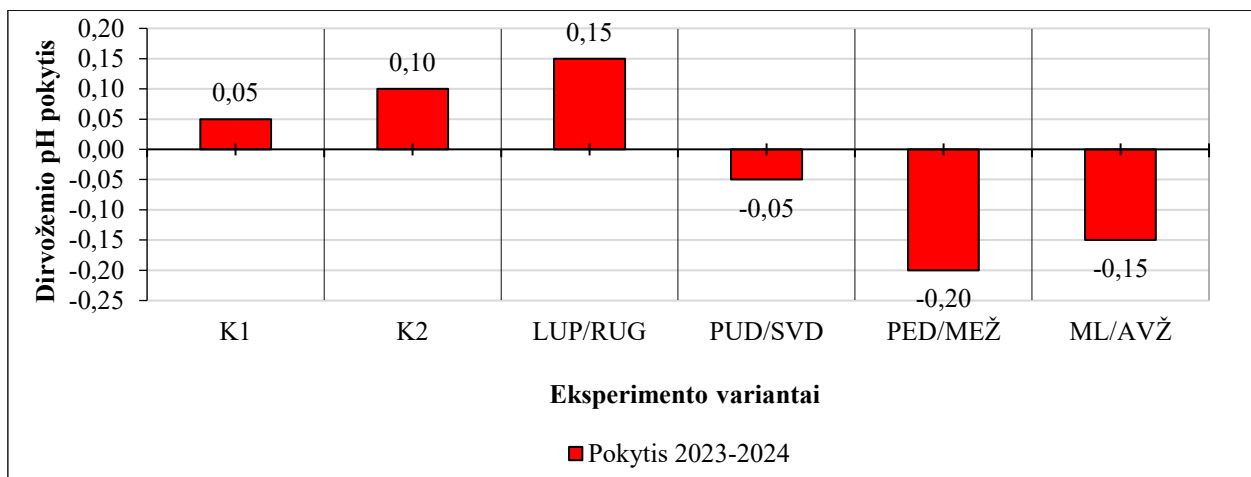
c)

Pastaba: reikšmės, pažymėtos ta pačia raide, nesiskiria esmingai, $P > 0,05$. Variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėti lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – įsėtos sėjamosios judros. a) – 2023 m., b) – 2024 m., c) – 2025 m.

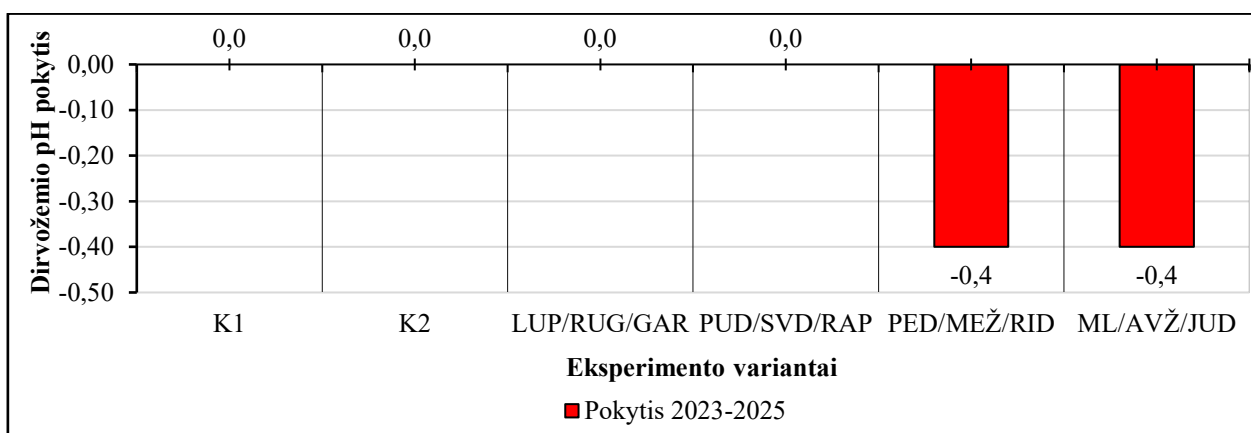
3.3.1 pav. Įsėlių poveikis dirvožemio pH. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

2023–2024 m. pokytis. Išnagrinėjus dirvožemio pH pokytį 2023–2024 m. galima pastebėti, kad šis rodiklis visuose tirtuose dirvožemiuose svyravo labai nedaug (3.3.2 pav., a). Labiausiai dirvožemio pH sumažėjo sėjamosios grandyje, kurioje kukurūzai pirmais eksperimento metais buvo auginami kartu su purpuriniais dobilais, o antraisiais – su vasariniais miežiais (nustatytas neigiamas pH pokytis – 0,20).

2023–2025 m. pokytis. Po trijų eksperimento vykdymo metų (3.3.2 pav. b) šio rodiklio skirtumai išryškėjo tik dviejuose tirtuose variantų dirvožemiuose (pH sumažėjo 0,4).



a)



b)

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – įsėtos sėjamosios judros. a) 2023–2024 m., b) 2023–2025 m.

3.3.2 pav. Įsėlių poveikis dirvožemio pH pokyčiui. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

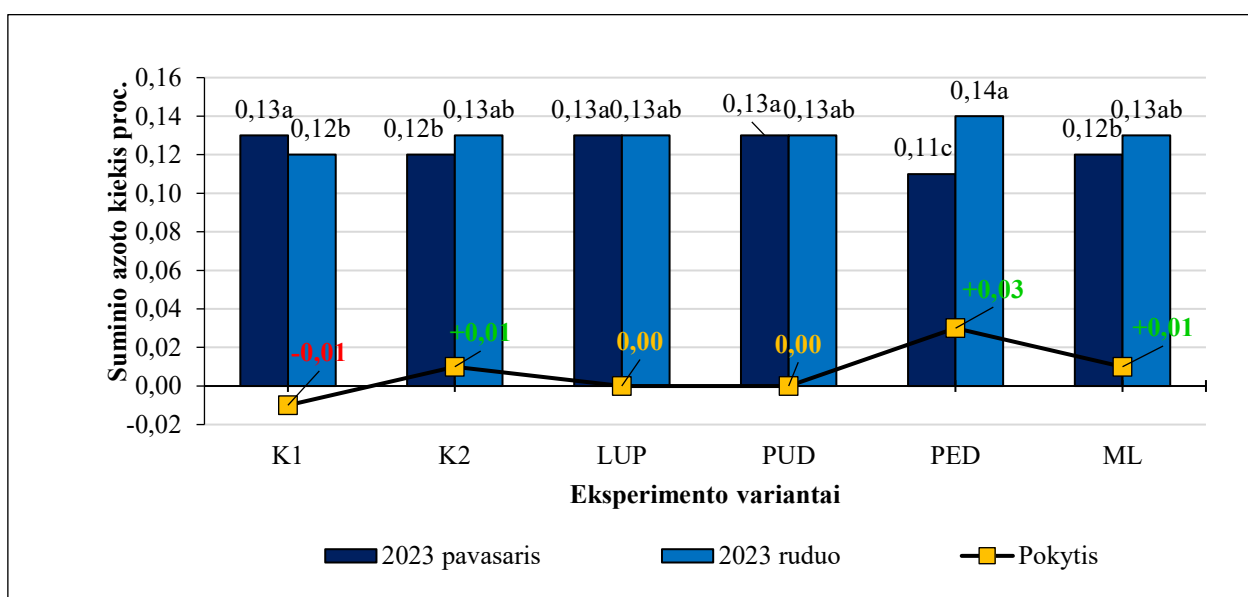
Apibendrinant galima teigti, kad skirtingų įsėlinių tarpinių pasėlių taikymas neturėjo esminės įtakos dirvožemio pH. Šie rezultatai gana logiški, nes remiantis užsienio mokslininkų tyrimais, dažniausiai dirvožemio pH stipriai sumažėja nuo ilgą laiką ir pakankamai dideliais kiekiais naudojamų azotinių fiziologiškai rūgščių trąšų (Vašák et al., 2015).

Suminis azotas

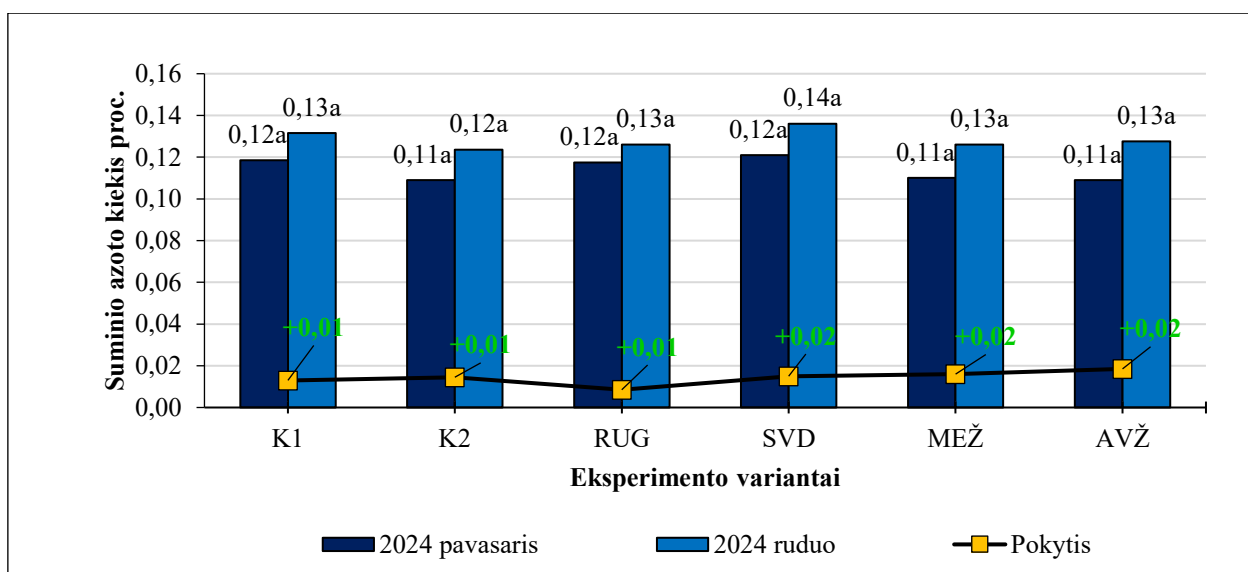
Tai vienas iš svarbiausių mitybinių elementų, kurio augalui reikia pakankamai daug. Azotas atlieka svarbų vaidmenį daugelyje fiziologinių ir biocheminių procesų, įskaitant amino rūgščių bei baltymų sintezę (atlieka struktūrinę funkciją), maisto medžiagų pernašą ir kt. Azotas turi ypač daug įtakos augalų derlingumui bei kokybiniam rodikliams (Leghari, 2016). Mokslininkai nustatė, kad

yra stiprus koreliacinis ryšys tarp dirvožemio suminio azoto bei dirvožemyje esančios organinės anglies kiekio. Taip pat nuo šių dviejų rodiklių nemažai priklauso ir mikroorganizmų biomasė. Tai atskleidžia, kad suminis azotas yra vienas iš dirvožemio kokybę užtikrinančių rodiklių, todėl jo mažėjimas yra glaudžiai susijęs su dirvožemio degradacija (Adeboye et al., 2011).

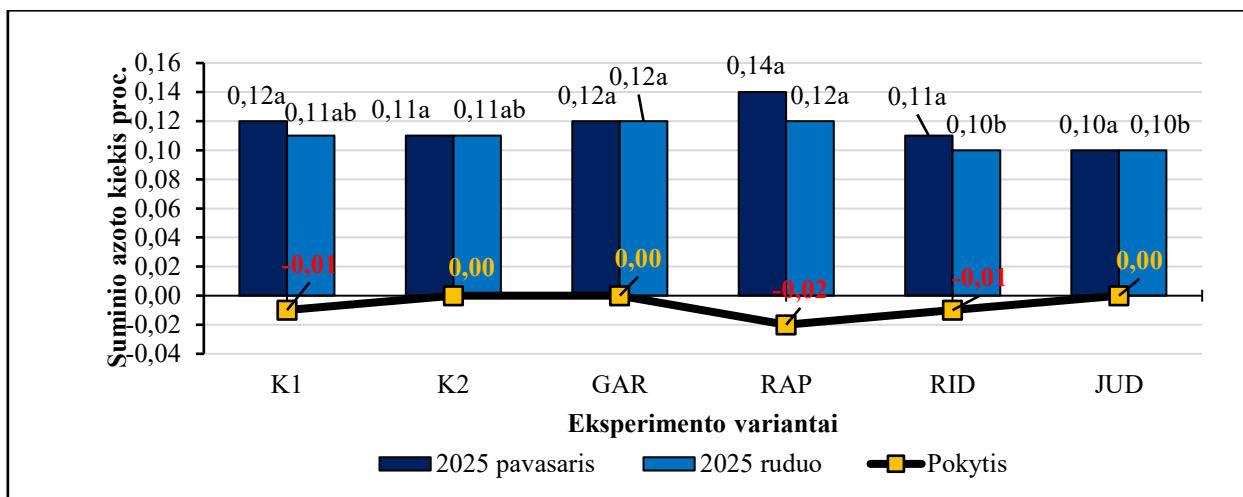
2023 m. Pirmųjų eksperimento vykdymo metų pavasarį suminio azoto kiekis svyravo nuo 0,11 iki 0,13 proc. (3.3.3 pav., a). Tų metų rudenį esmingai mažiausias suminio azoto kiekis nustatytas pirmojo kontrolinio varianto dirvožemyje (0,12 proc.), kuriame tarpueiliai buvo purenami. Galima daryti prielaidą, kad vegetacijos metu dalis azoto galėjo išsiplauti arba išgaruoti, nes tame pasėlyje tarpueiliai nebuvo uždengti nei vegetuojančiais augalais, nei augalinėmis liekanomis. Visuose likusiuose variantų dirvožemiuose nustatytas didesnis suminio azoto kiekis – nuo 0,13 iki 0,14 proc.



a)



b)



c)

Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai, $P < 0,05$. Variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – išėtos lauko pupos, PUD – išėti purpuriniai dobilai, PED – išėti Persiniai dobilai, MEL – išėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – išėti žieminiai rugiai, SVD – išėtos vienametės svidrės, MEŽ – išėti vasariniai miežiai, AVŽ – išėtos sėjamosios avižos, GAR – išėtos baltosios garstyčios, RAP – išėti vasariniai rapsai, RID – išėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – išėtos sėjamosios judros. a) – 2023 m., b) – 2024 m., c) – 2025 m.

3.3.3 pav. Įsėlių poveikis suminio azoto kiekiui dirvožemyje. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

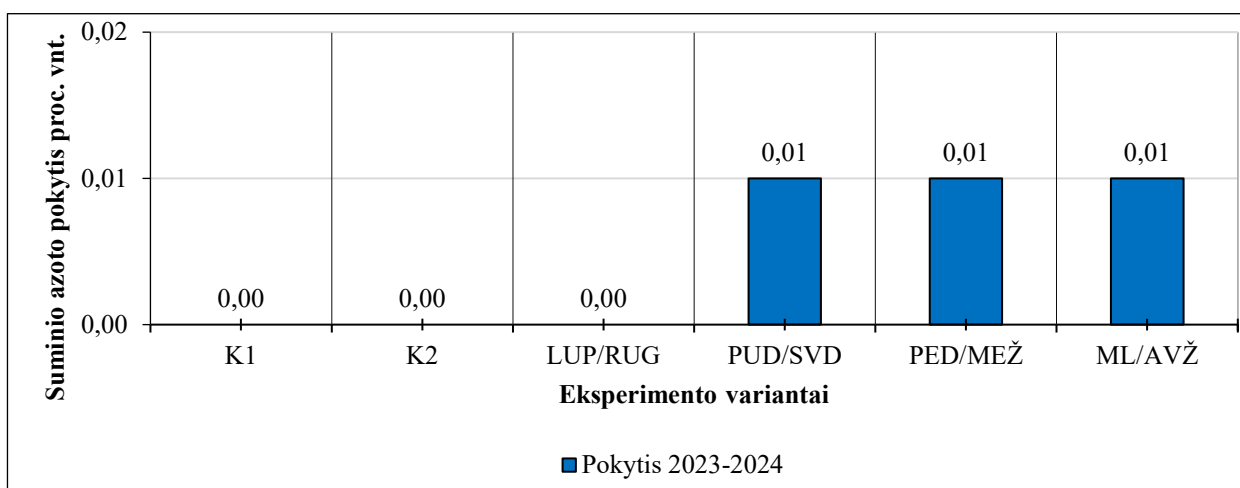
2024 m. Antraisiais eksperimento vykdymo metais vegetacijos pradžioje suminio azoto kiekis visuose tirtuose dirvožemiuose svyravo nedaug, t. y. nuo 0,11 iki 0,12 proc. (3.3.3 pav., b). Vegetacijos pabaigoje šis rodiklis visuose tirtuose variantų dirvožemiuose padidėjo iki 0,13–0,14 proc. Nors tai nėra didelis pokytis, tačiau jį galėjo lemti vegetacijos metu atsipalaidavęs azotas iš praeito sezono (2023 m.) augalinių liekanų.

2025. Tretieji eksperimento metai buvo dar stabilesni (3.3.3 pav., c). Dirvožemiuose, kuriuose kaip įsėliai buvo naudojamos baltosios garstyčios, sėjamosios judros bei mulčiuojamos piktžolės, suminio azoto kiekis per metus visai nepakito. Kituose tirtuose dirvožemiuose šis rodiklis sumažėjo 0,02 proc. vnt.

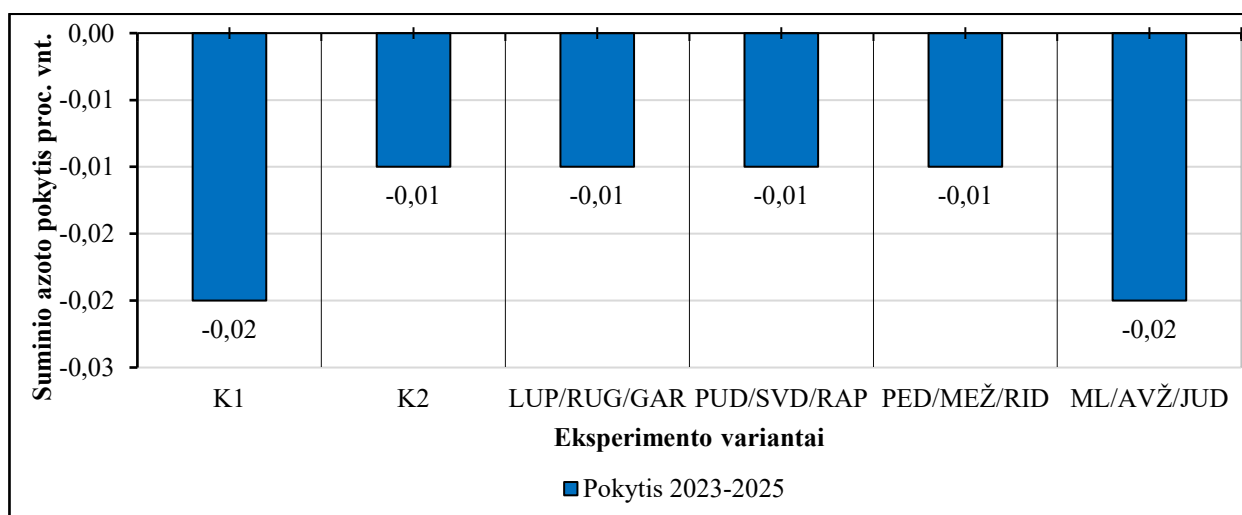
2023-2024 m. pokytis. Išnagrinėjus suminio azoto pokytį (3.3.4 pav., a) po dviejų eksperimento vykdymo metų galima pastebėti, kad šis rodiklis beveik nepasikeitė. Didžiausias nustatytas skirtumas buvo tik 0,01 proc. vnt., vadinasi endogeninės rotacijos pupiniai+migliniai grandis daugeliu atveju neturėjo neigiamos įtakos suminio azoto pokyčiui dirvožemyje. Taigi, įsėlių auginimas kukurūzų pasėlyje stabilizavo suminio azoto kiekio pokyčius dvejus endogeninės rotacijos grandžių taikymo metus.

2023-2025 m. pokytis. Vis dėlto rezultatai po trijų eksperimento vykdymo metų parodė kiek kitokią tendenciją (3.3.4 pav., b). Visuose tirtuose variantų dirvožemiuose suminio azoto kiekis

sumažėjo nuo 0,01 iki 0,02 proc. vnt. Šis skirtumas nėra didelis, tačiau tai indikuoja, kad taikant endogenines rotacijas grandis, verta padidinti azoto trąšų normą.



a)



b)

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – išėtos lauko pupos, PUD – išėti purpuriniai dobilai, PED – išėti Persiniai dobilai, MEL – išėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – išėti žieminiai rugiai, SVD – išėtos vienametės svidrės, MEŽ – išėti vasariniai miežiai, AVŽ – išėtos sėjamosios avižos, GAR – išėtos baltosios garstyčios, RAP – išėti vasariniai rapsai, RID – išėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – išėtos sėjamosios judros. a) 2023–2024 m., b) 2023–2025 m.

3.3.4 pav. Įsėlių poveikis suminio azoto pokyčiui dirvožemyje. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

Tiek kukurūzai, tiek įsėliai konkuruoja dėl azoto. Tačiau įsėlių biomasė lieka lauke, o kukurūzų – nupjaunama ir išvežama pašarams gaminti. Per trejus metus kukurūzų pasėlis gavo iš viso 45 kg ha⁻¹ azoto (15+15+15). Su biomasė buvo išnešta nuo 500 iki 700 kg ha⁻¹ azoto. Taikant tokią tręšimo technologiją net ir po dviejų metų turėtų būti pastebimas suminio azoto kiekio dirvožemyje sumažėjimas. Norint endogenines rotacijos grandis naudoti trejus metus, reikėtų kukurūzus papildomai tręšti azotu.

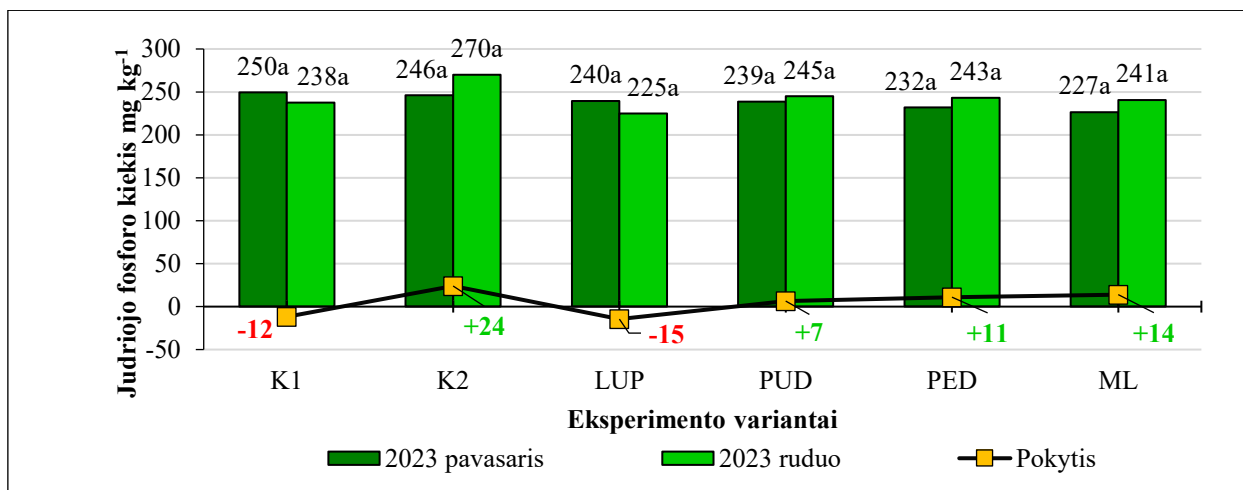
Judrusis fosforas

Tai makroelementas, kuris yra vienas iš svarbiausių augalų derlingumą limituojančių veiksnių. Dėl fosforo augale vyksta tokie procesai: fotosintezė, kvėpavimas ir kt. (Malhotra et al., 2018). Fosforas taip pat turi daug įtakos ir šaknų sistemos vystymuisi. Šaknų sistema, mikroorganizmai ir fosforo junginiai dirvožemyje yra glaudžiai susiję. Nuo mikroorganizmų veiklos gali priklausyti įvairių augalui būtinų mitybinių elementų įsisavinimas, įskaitant ir fosforą. Mikroorganizmai skatina, kad neprieinamos mitybos elementų formos taptų augalams prieinamas arba gali paskatinti šaknų augimą taip užtikrinant didesnę paviršiaus plotą, per kurią lengviau įsisavinamos maisto medžiagos (Richardson et al., 2009). Vis dėlto, intensyvėjant žemės ūkiui, fosforo neprieinamumas tampa vis didesne problema. Dažniausiai dėl netinkamo dirvožemio pH fosforas pereina į augalams neprieinamas formas, todėl, nors dirvožemyje bendras fosforo kiekis gali būti pakankamai didelis, tačiau augalai vis tiek gali jausti jo trūkumą (Raghothama, 2005).

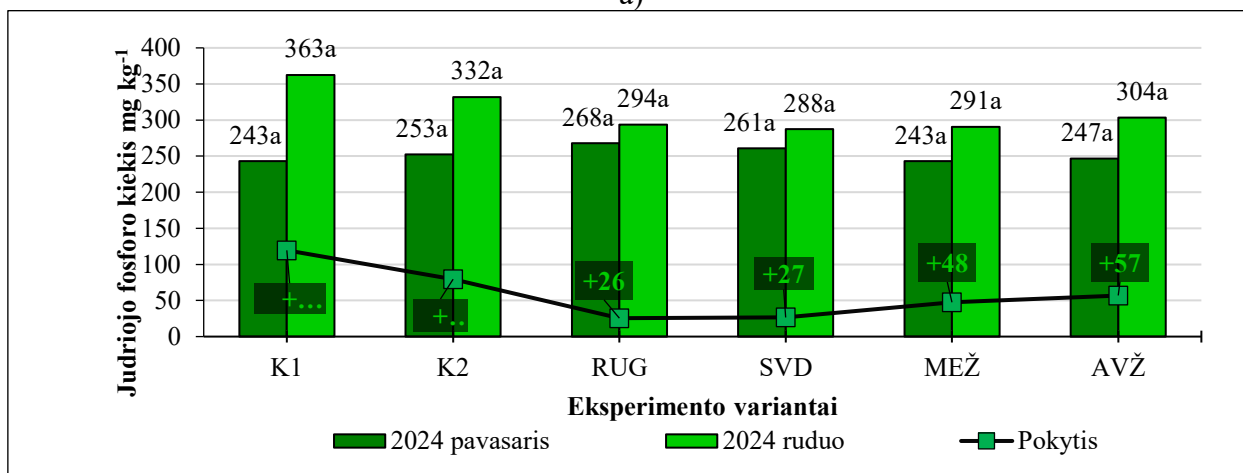
2023 m. Pirmųjų eksperimento vykdymo metų pavasarį judriojo fosforo kiekis laukeliuose svyravo nuo 227 iki 250 mg kg⁻¹ (3.3.5 pav., a). Atsižvelgiant į rudenį atliktus agrocheminius tyrimus galima pastebėti, kad šio elemento kiekis dirvožemyje esmingai nepasikeitė ir svyravo nuo 225 iki 270 mg kg⁻¹. Neesmingai didžiausias judriojo fosforo kiekis vegetacijos pabaigoje nustatytas antrojo kontrolinio varianto dirvožemyje (270 mg kg⁻¹), kuriame kukurūzų tarpueiliuose esančios piktžolės buvo mulčiuojamos.

2024 m. Išnagrinėjus antrųjų eksperimento vykdymo metų duomenis galima pastebėti, kad vegetacijos pabaigoje nustatytas šio rodiklio padidėjimas visuose tirtuose variantų dirvožemiuose (3.3.5 pav., b). Vis dėlto, šis rodiklis labiausiai pasikeitė pirmo ir antrojo kontrolinių variantų dirvožemiuose, kuriuose tarpueiliai atitinkamai buvo purenami arba mulčiuojamos jose esančios piktžolės.

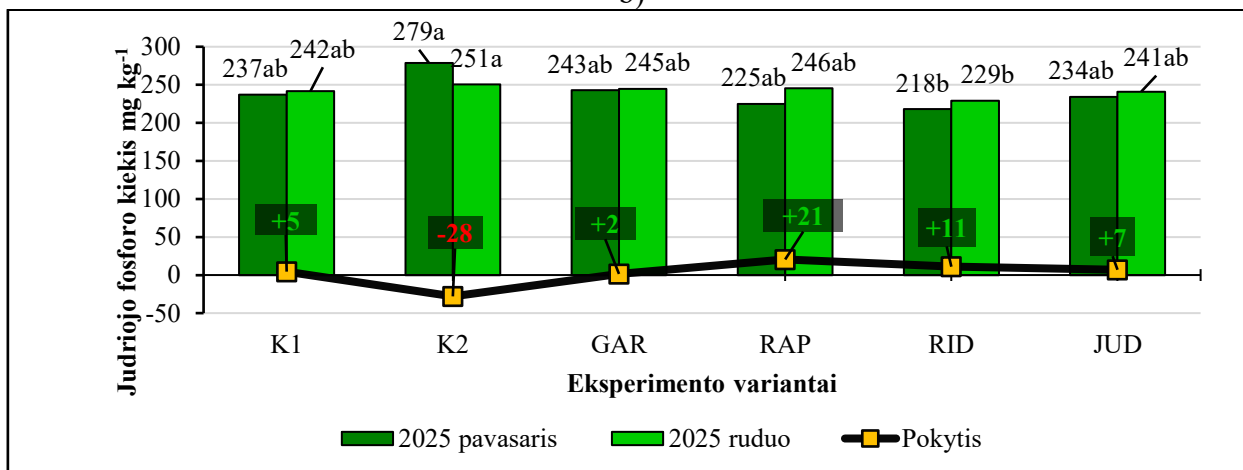
2025 m. Tretieji endogeninės rotacijos grandžių taikymo metai buvo panašūs į pirmuosius, nes judriojo fosforo kiekis, lyginant rezultatus tarp vegetacijos pradžios ir pabaigos, svyravo labai nedaug (3.3.5 pav., c).



a)



b)



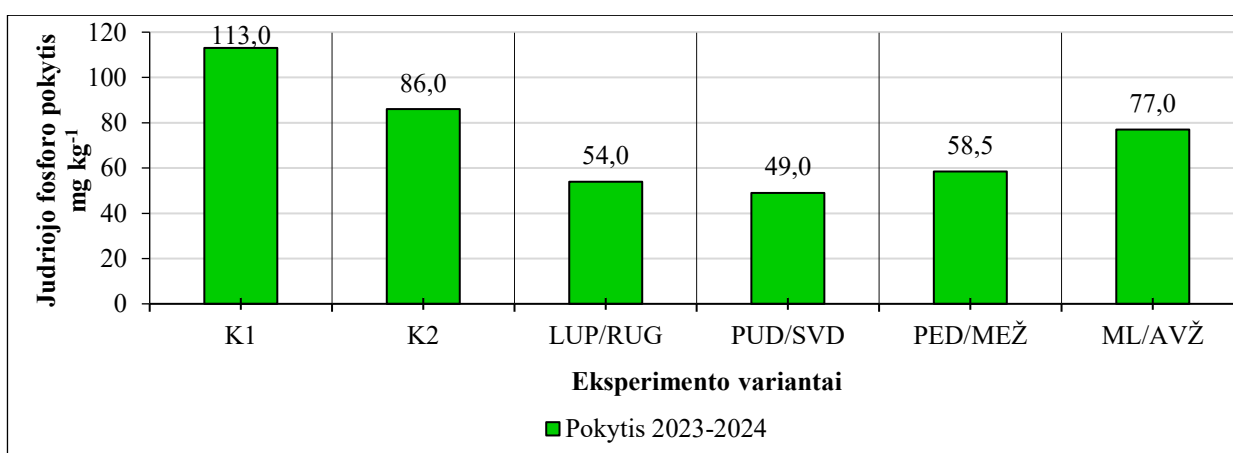
c)

Pastaba: reikšmės, pažymėtos ta pačia raide, nesiskiria esmingai, $P > 0,05$. Variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – įsėtos sėjamosios judros. a) – 2023 m., b) – 2024 m., c) – 2025 m.

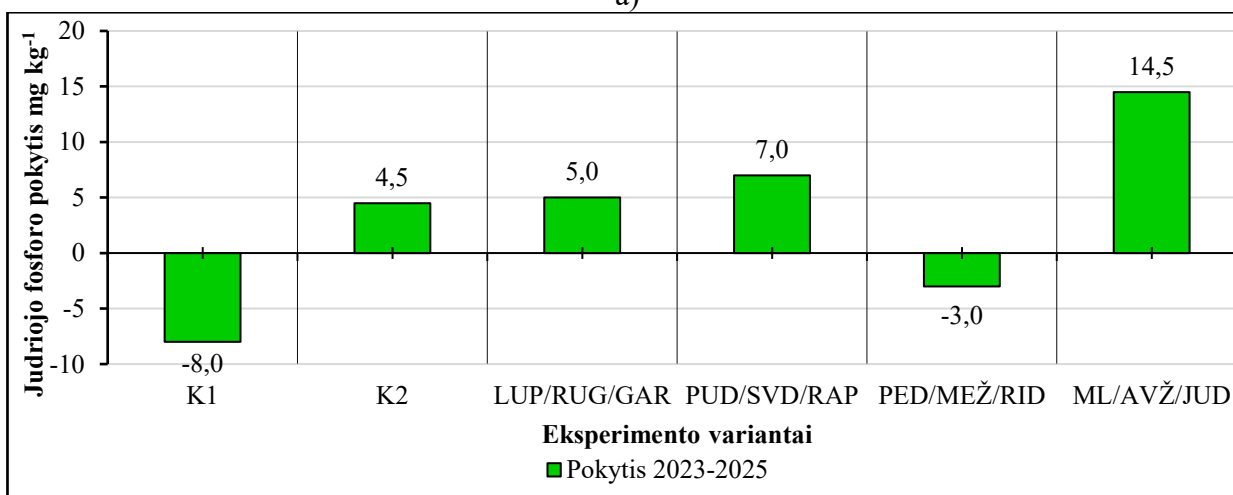
3.3.5 pav. Įsėlių poveikis judriojo fosforo kiekiui dirvožemyje. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

Šio elemento kiekis buvo esmingai mažiausias tik kontrolinio K2 varianto dirvožemyje (251 mg kg⁻¹), kuriame buvo mulčiuojamos kukurūzų tarpueiliuose augusios piktžolės (judriojo fosforo sumažėjo 28 mg kg⁻¹). 2025 m. vegetacija buvo drėgna, mulčiuotos piktžolės greitai ataugdavo ir taip sunaudavo nemažai fosforo. Dėl žemesnės temperatūros piktžolių biomasė nespėjo mineralizuotis, todėl nepateko į dirvožemio mitybos elementų „banką“.

2023–2024 m. pokytis. Išnagrinėjus judriojo fosforo pokytį per dvejus metus nustatyta, kad jo kiekis visuose tirtuose variantų dirvožemiuose turėjo tendenciją didėti (3.3.6 pav., a). Galima pastebėti, kad daugiausiai judriojo fosforo padaugėjo tuose dirvožemiuose, kuriuose kukurūzai turėjo mažiausiai konkurencijos. Be to, kukurūzai fosforo suvartoja mažiau nei kalio.



a)



b)

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – išėtos lauko pupos, PUD – išėti purpuriniai dobilai, PED – išėti Persiniai dobilai, MEL – išėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – išėti žieminiai rugiai, SVD – išėtos vienametės svidrės, MEŽ – išėti vasariniai miežiai, AVŽ – išėtos sėjamosios avižos, GAR – išėtos baltosios garstyčios, RAP – išėti vasariniai rapsai, RID – išėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – išėtos sėjamosios judros. a) 2023–2024 m., b) 2023–2025 m.

3.3.6 pav. Išėlių poveikis judriojo fosforo pokyčiui dirvožemyje. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

2023-2025 m. pokytis. Po trijų metų mažiausiai fosforo nustatyta K1 laukeliuose be įsėlių (3.3.6 pav., b). Didžiausias teigiamas šio elemento pokytis užfiksuotas ten, kur endogeninės rotacijos grandies įsėliai buvo mėlynžiedės liucernos, sėjamosios avižos ir sėjamosios judros (padidėjo 14,5 mg kg⁻¹).

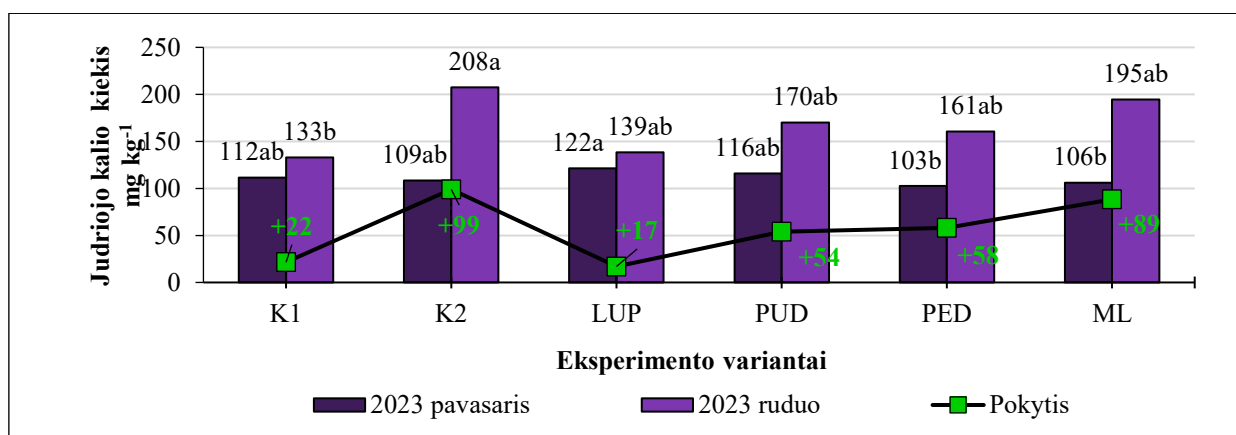
Apibendrinant galima teigti, kad įsėliniai tarpiniai pasėliai dažniausiai didino judriojo fosforo kiekį dirvožemyje, o trejų metų kontekste pasiteisino MEL+AVŽ+JUD rotacijos grandis. Užsienio mokslininkai nustatė, kad mėlynžiedžių liucernų kaip įsėlio naudojimas padidino fosforo įsisavinimą iš dirvožemio lyginant su vienanariu kukurūzų pasėliu (Ma et al., 2023).

Judrusis kalis

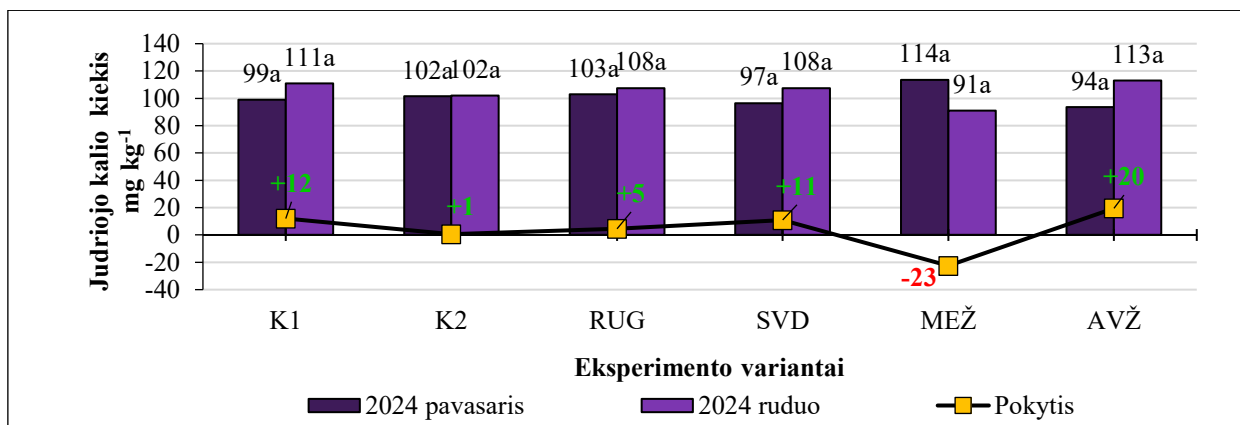
Tai makroelementas, kuris labiausiai yra atsakingas už augalų sveikatą. Dėl šio elemento augalai dažnai esti atsparesni įvairiems biotiniams ir abiotiniams veiksniams. Jei augalams užtikrinamas subalansuotas tręšimas kalio trąšomis, jiems mažiau neigiamos įtakos padaro šalnos, sausros, kenkėjai, ligų sukėlėjai ir t. t. Dėl to augalai tampa derlingesni bei sveikesni, o produkcijos kokybė – geresnė (Wang et al., 2013). Deja, intensyviuose ūkiuose dažnai yra naudojama per daug azotinių trąšų, todėl yra sukuriamas maisto medžiagų disbalansas.

2023 m. Pirmaisiais eksperimento vykdymo metais judriojo kalio kiekis dirvožemyje svyravo nuo 103 iki 122 mg kg⁻¹ (3.3.7 pav., a). Visuose tirtuose variantų dirvožemiuose judriojo kalio kiekis didėjo. Esmingai didžiausias šio elemento kiekis nustatytas antrojo kontrolinio varianto dirvožemyje, kuriame buvo mulčiuojamos piktžolės (208 mg kg⁻¹).

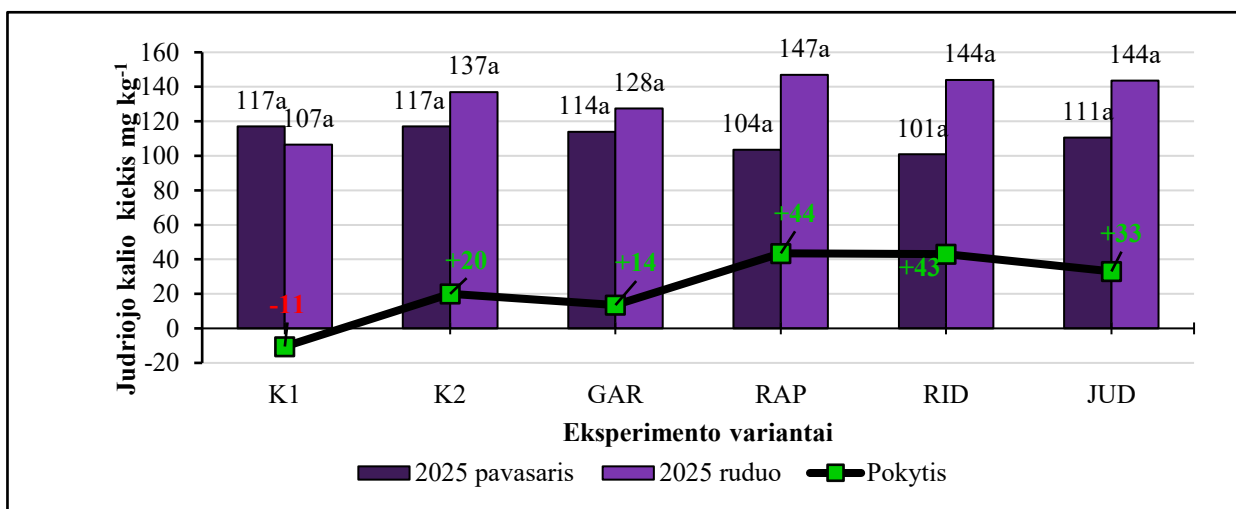
2024 m. Svarbu atkreipti dėmesį, kad tiek pirmaisiais, tiek antraisiais eksperimento metais judriojo kalio kiekis beveik visuose tirtuose dirvožemiuose nesumažėjo, lyginant vegetacijos pradžios ir pabaigos duomenis.



a)



b)



c)

Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai, $P < 0,05$. Variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – išėtos lauko pupos, PUD – išėti purpuriniai dobilai, PED – išėti Persiniai dobilai, MEL – išėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – išėti žieminiai rugiai, SVD – išėtos vienametės svidrės, MEŽ – išėti vasariniai miežiai, AVŽ – išėtos sėjamosios avižos, GAR – išėtos baltosios garstyčios, RAP – išėti vasariniai rapsai, RID – išėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – išėtos sėjamosios judros. a) – 2023 m., b) – 2024 m., c) – 2025 m.

3.3.7 pav. Išėlių poveikis judriojo kalio kiekiui dirvožemyje. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

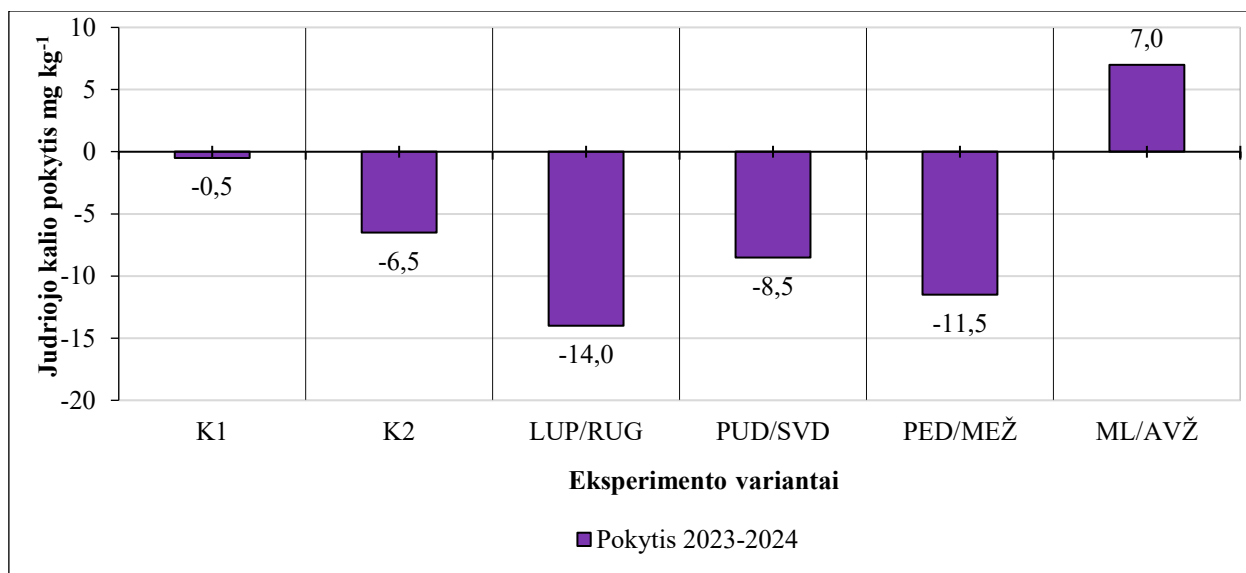
Vis dėlto, galima pastebėti, kad neesmingai mažiausias judriojo kalio kiekis antraisiais eksperimento vykdymo metais nustatytas tame variante dirvožemyje (3.3.7 pav., b), kuriame kaip išėlis buvo naudojami vasariniai miežiai (sumažėjo 23 mg kg^{-1} arba 20,2 proc.). Tai galima sieti su tuo, kad tiek kukurūzams, tiek vasariniams miežiams reikalingas gana didelis kalio kiekis, todėl naudojant tokį išėlį vertėtų atkreipti dėmesį ir į šių augalų maisto medžiagų suvartojimą.

2025 m. Trečiaisiais eksperimento vykdymo metais (3.3.7 pav., c) judrusis kalis sumažėjo tik pirmojo kontrolinio (K1) varianto dirvožemyje, kuriame kukurūzai augo vieni (sumažėjo 11 mg kg^{-1}). Taip galėjo nutikti dėl kelių priežasčių. Kukurūzai augdami be jokios konkurencijos galėjo

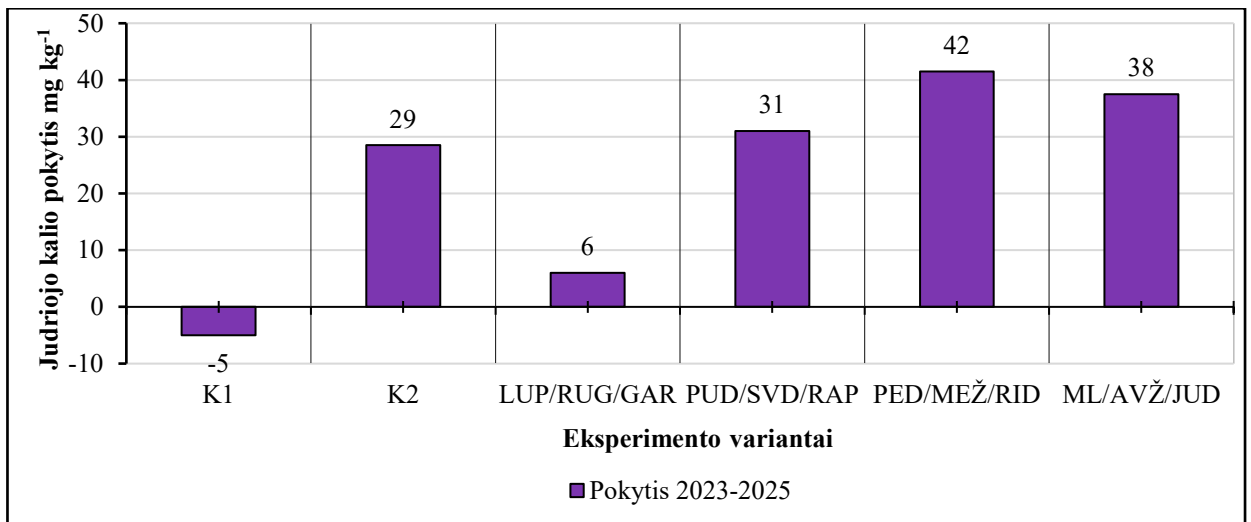
būti produktyviausi, todėl sunaudojo daugiausiai kalio. Kita vertus, tiek piktžolės, tiek įsėliai galėjo dirvožemį praturtinti šiuo elementu, todėl visuose likusiuose tirtuose dirvožemiuose šio elemento kiekis padidėjo nuo 14 iki 44 mg kg⁻¹.

2023-2024 m. pokytis. Išnagrinėjus judriojo kalio pokytį per du eksperimento vykdymo metus galima pastebėti, kad daugeliu atvejų judriojo kalio kiekis dirvožemyje sumažėjo nuo 0,5 iki 14,0 mg kg⁻¹ (3.3.8 pav., a). Vis dėlto, rotacijos grandis, kurioje pirmaisiais metais kaip įsėlis buvo naudojamos mėlynžiedės liucernos, o antraisiais – sėjamosios avižos, parodė geriausią rezultatą, t. y. judriojo kalio kiekis padidėjo 7,0 mg kg⁻¹. Nors po dviejų metų nustatyta, kad judriojo kalio kiekis sumažėjo, tačiau galima pastebėti, kad šio elemento kiekis sumažėjo ne rudenį jau pasibaigus vegetacijai, o praėjus žiemos laikotarpiui. Tokie duomenis atskleidžia, kad žiemos periodu buvo patirti judriojo kalio nuostoliai dėl išsiplovimo arba dalis šio elemento perėjo į augalams neprieinamas formas.

2023-2025 m. pokytis. Rezultatai po trijų eksperimento metų (3.3.8 pav., b) atskleidžia, kad endogeninės rotacijos grandys gali prisidėti prie teigiamo judriojo kalio balanso išlaikymo, nes šio elemento kiekis per visą eksperimento vykdymo laikotarpį sumažėjo tik pirmojo kontrolinio varianto (K1) dirvožemyje, kuriame kukurūzai augo vieni (sumažėjo 5 mg kg⁻¹). Visuose kituose variantų dirvožemiuose šis rodiklis padidėjo nuo 6 iki net 42 mg kg⁻¹.



a)



Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – įsėtos sėjamosios judros. a) 2023–2024 m., b) 2023–2025 m.

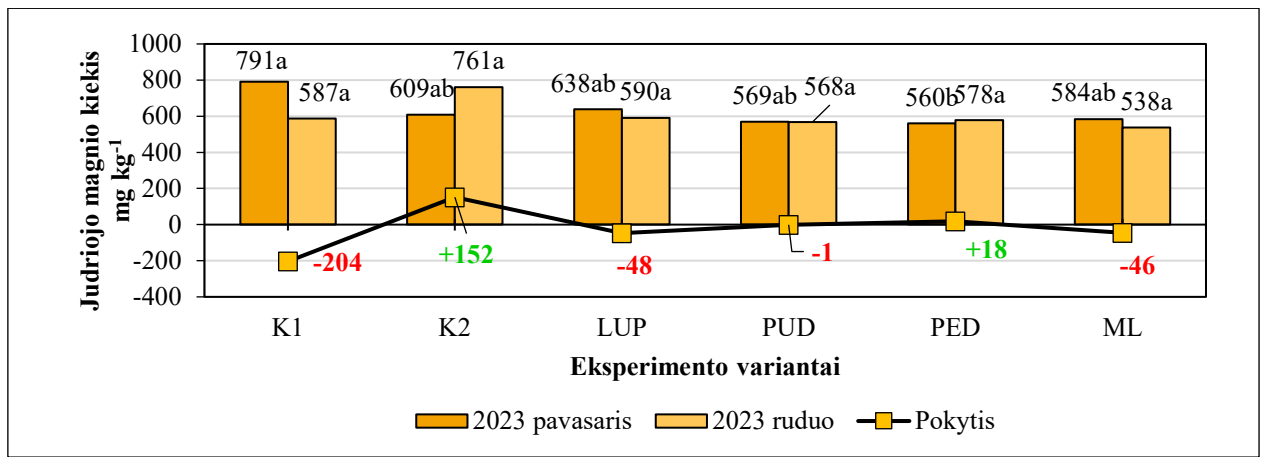
3.3.8 pav. Įsėlinių tarpinių pasėlių poveikis judriojo kalio pokyčiui. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

Apibendrinant galima teigti, kad įsėliniai tarpiniai pasėliai gausino judriojo kalio kiekį dirvožemyje. Pirmaisiais eksperimento metais kai kurie pupinių šeimos įsėliai (purpuriniai ir Persiniai dobilai, mėlynžiedės liucernos) vegetacijos metu padidino judriojo kalio kiekį dirvožemį. Labai panašias išvadas teikė ir kiti mokslininkai, kurie taip pat pastebėjo judriojo kalio padidėjimą dirvožemyje naudojant šios šeimos įsėlius (Dahmardeh et al., 2010). Tretieji eksperimento metai atskleidė, kad panašų efektą gali padaryti ir bastutinių šeimos įsėliai. Vis dėlto, matome, kad šio elemento kiekis gana stipriai sumažėjo po žiemos, o tai galėjo įvykti dėl išsiplovimo. Kad galima patirti judriojo kalio nuostolių dėl išsiplovimo nustatė ir kiti mokslininkai (Alfaro et al., 2004).

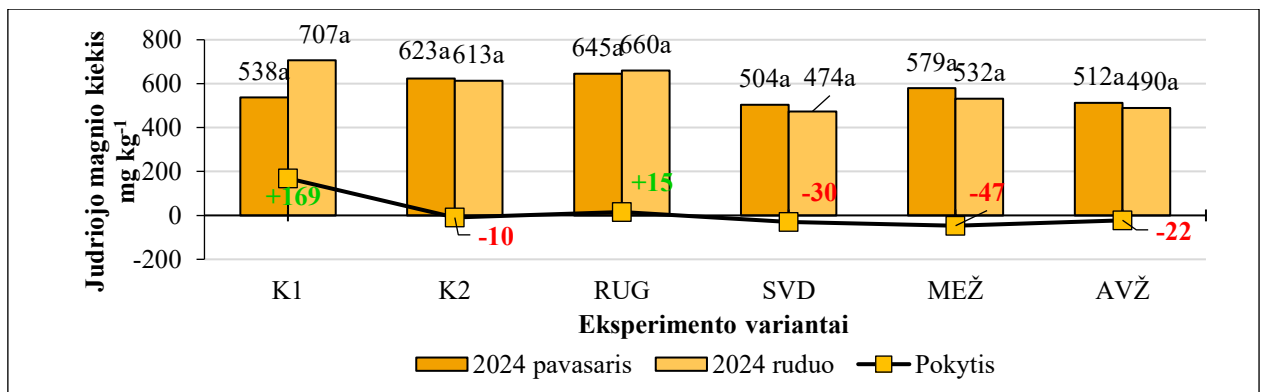
Judrusis magnis

Tai makroelementas, kuris dažniausiai siejamas su augalų fotosintezės procesu, nes būtent šis elementas įeina į chlorofilo sudėtį (Cakmak et al., 2010). Nors šio elemento augalams reikia mažiau nei pagrindinių makroelementų, t. y. azoto, fosforo ir kalio, tačiau magnio svarba augalams yra nenuginčijama, nes didesnis judriojo magnio kiekis dirvožemyje užtikrina ir didesnį chlorofilo kiekį augalų lapuose, o tai turi tiesioginę įtakos augalų fotosintezės intensyvumui bei derlingumui (Ciecko et al., 2012).

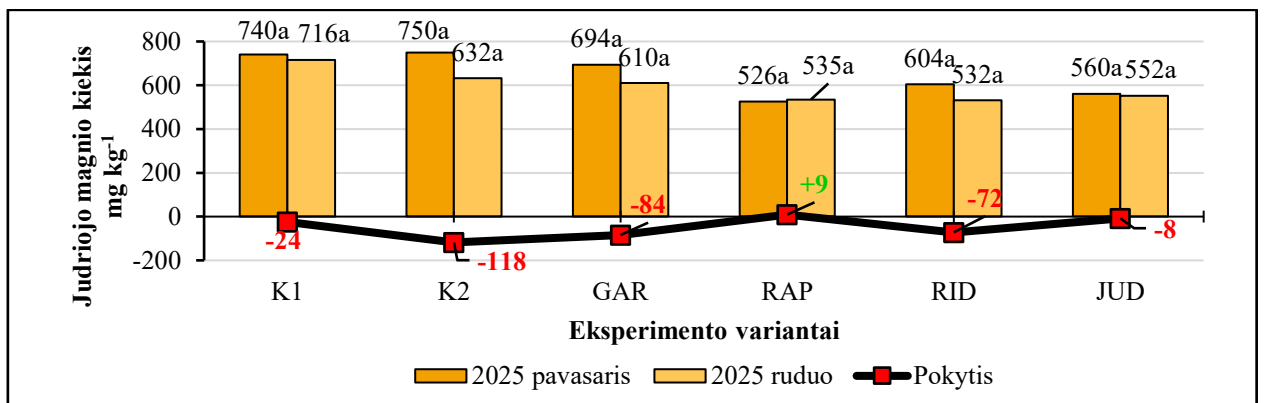
2023 m. Pirmųjų eksperimento vykdymo metų pavasarį judriojo magnio kiekis dirvožemyje svyravo nuo 560 iki 791 mg kg⁻¹ (3.3.9 pav., a).



a)



b)



c)

Pastaba: reikšmės, pažymėtos ta pačia raide, nesiskiria esmingai, $P > 0,05$. Variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – išėtos lauko pupos, PUD – išėti purpuriniai dobilai, PED – išėti Persiniai dobilai, MEL – išėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – išėti žieminiai rugiai, SVD – išėtos vienametės svidrės, MEŽ – išėti vasariniai miežiai, AVŽ – išėtos sėjamosios avižos, GAR – išėtos baltosios garstyčios, RAP – išėti vasariniai rapsai, RID – išėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – išėtos sėjamosios judros. a) – 2023 m., b) – 2024 m., c) – 2025 m.

3.3.9 pav. Įsėlių poveikis judriojo magnio kiekiui. VDU ŽŪA Bandytųjų stotis, 2023–2025 m.

Vegetacijos pabaigoje galima pastebėti, kad šio elemento kiekis išliko panašus daugelyje tirtų variantų dirvožemiuose. Neesmingai didžiausias judriojo magnio kiekis nustatytas K2 laukeliuose,

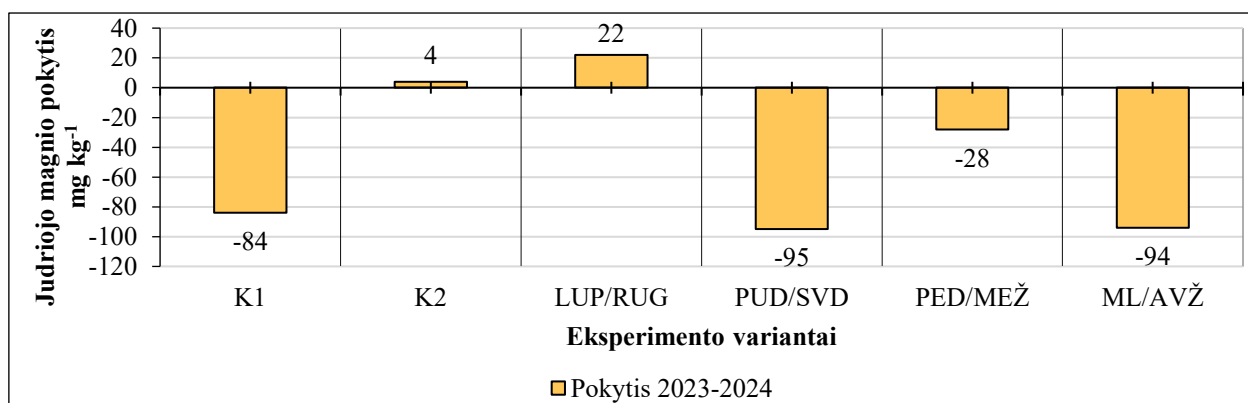
kuriuose buvo mulčiuojamos piktžolės. Lyginant vegetacijos pradžios ir pabaigos rezultatus, šio varianto dirvožemyje judriojo magnio kiekis padidėjo net 152 mg kg⁻¹ arba 25,0 proc.

2024 m. Antrųjų eksperimento vykdymo metų pavasarį ir rudenį skirtumai tarp variantų buvo neesminiai (3.3.9 pav., b), o pokytis per metus dažniausiai buvo neigiamas, išskyrus K1 kontrolinius laukelius ir laukelius su rugių įsėliu. Reikia paminėti, kad per 2024-2025 m. žiemą judriojo magnio dirvožemyje ženkliai padaugėjo, ypač ten, kur tarpueiliuose mulčiavome piktžoles.

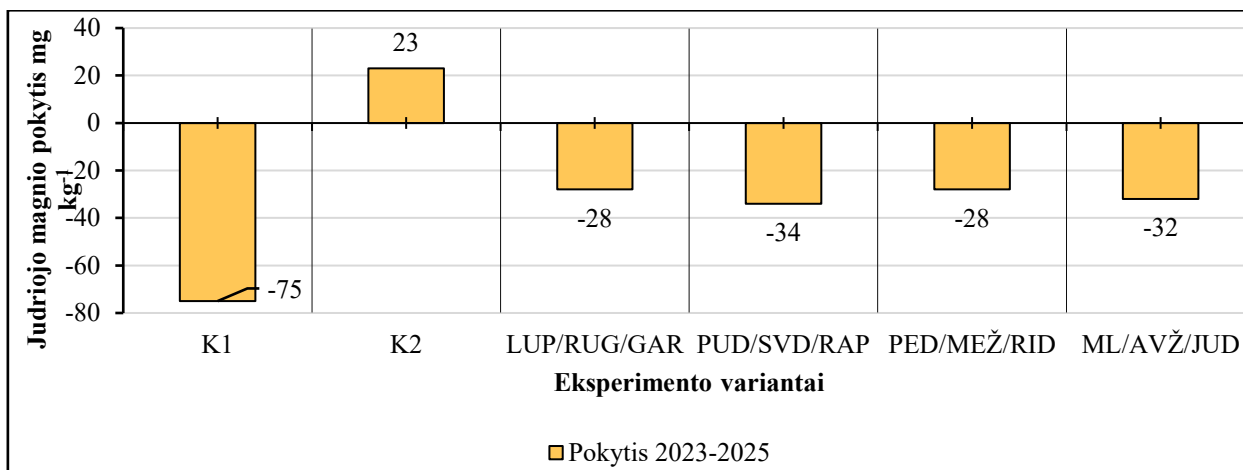
2025 m. Trečiaisiais eksperimento metais judriojo magnio kiekis beveik visuose tirtuose variantų dirvožemiuose sumažėjo, lyginant vegetacijos pradžios ir pabaigos rezultatus (3.3.9 pav., c). Didžiausias šio elemento sumažėjimas fiksuotas, kai kukurūzai augo kartu su mulčiuojamomis piktžolėmis, baltosiomis garstyčiomis bei aliejiniaisi ridikais (sumažėjo nuo 72 iki 118 mg kg⁻¹). Vis dėlto, judriojo magnio kiekis tirtuose dirvožemiuose priskiriamas prie didelio magningumo kategorijos, todėl kai kuriuose variantų dirvožemiuose pastebėtas šio elemento sumažėjimas neturėjo neigiamos įtakos dirvožemio kokybei.

2023-2024 m. pokytis. Išnagrinėjus judriojo magnio pokytį 2023–2024 m. galima pastebėti, kad po dviejų tyrimo metų labiausiai judriojo magnio kiekis sumažėjo didžiojoje dalyje tirtų variantų su įsėliais dirvožemių (3.3.10 pav., a).

2023-2025 m. pokytis. Rezultatai po trijų eksperimento metų labiau stabilizavo judriojo magnio kitimo dinamiką. Vienintelis teigiamas šio elemento balansas fiksuotas K2 laukeliuose, kuriuose kukurūzai augo kartu su mulčiuojamomis piktžolėmis (judriojo magnio kiekis padidėjo 23 mg kg⁻¹). Laukeliuose be kompanionų (K1) magnio nustatyta iki 2-3 kartų mažiau.



a)



b)

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – įsėtos sėjamosios judros. a) 2023–2024 m., b) 2023–2025 m.

3.3.10 pav. Įsėlių poveikis judriojo magnio pokyčiui dirvožemyje. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

Apibendrinant galima teigti, kad įsėliai neturėjo esminės neigiamos įtakos magnio kiekiui dirvožemyje. Kad įsėlinių augalų auginimas neturi esminės įtakos judriojo magnio kiekiui dirvožemyje nustatė ir kiti mokslininkai (Nasar et al., 2022). Magnio kiekis dirvožemyje glaudžiai susijęs su dirvožemio pH, todėl reikėtų šiuos rodiklius vertinti kompleksiskai. Nors atskiruose variantų dirvožemiuose yra pastebėta tendencija, kad judriojo magnio kiekis sumažėjo, tačiau ryškus pH pokytis po trijų metų nėra stebėtas.

3.3.2. Dirvožemio fizikinės savybės

Dirvožemio granuliometrinė sudėtis

Remiantis dirvožemio granuliometriniais tyrimais galima konstatuoti, kad eksperimento dirvožemis yra smėlingas lengvas priemolis (sp). Smėlio frakcija sudarė 57,4 proc., dulkių – 27,6 proc., molio – 15,0 proc.

Dirvožemio struktūra

Dirvožemio struktūra – tai skirtingo dydžio ir formos trupinėliai, susidarę iš atskirų dirvožemio mechaninių dalelių. Dirvožemio savybė subyrėti į agregatus (trupinėlius) vadinama *struktūringumu*.

Pagal agregatų dydį dirvožemio struktūra skirstoma taip:

1. *Megastruktūra*, arba grumstinė struktūra (agregatai didesni nei 10 mm skersmens);
2. *Makrostruktūra*, arba trupininė struktūra (agregatai 0,25 - 10 mm skersmens);
3. *Mikrostruktūra*, arba dulkinė struktūra (agregatai mažesni nei 0,25 mm).

Dirvožemio struktūra susidaro, kai augdami augalai savo šaknimis suardo viršutinį dirvos sluoksnį į trupinėlius. Taip mechaniškai dirvožemis susiskaido į trupinėlius ir tada, kai keičiasi jo tūris: dirvožemis užšąla ir atsileidžia, išdžiūsta ir sudrėksta, kai dirbame žemės dirbimo padargais arba veikia dirvožemio makrofauna (kurmiai, sliekai ir kt.). Susidariusius dirvos trupinėlius apgaubia tankus šaknelių tinklas. Iš augalų šaknų ir kitų augalinių liekanų formuojasi huminės medžiagos, kurios trupinėlius suklijuoja, o dirvožemyje esantys kalcio ir magnio jonai suteikia trupinėliams patvarumo.

Veikiant įvairiems faktoriams, dirvožemio struktūra yra. Ji gali irti dėl mechaninių, fizinių – cheminių ir biologinių priežasčių. Mechaniškai struktūriniai trupinėliai ardomi dirbant žemę, važinėjant, lyjant lietui. Dirvožemio struktūra suyra ir kai iš viršutinių dirvos sluoksnių išplaunamas kalcis (fizinė – cheminė irimo priežastis) arba mažėja humuso kiekis (biologinė irimo priežastis). Dirvožemio agregatai (trupinėliai) netenka klijuojančių medžiagų ir pradeda irti. Biologinis struktūros ardymas žemės ūkio gamyboje yra neišvengiamas, tačiau jį būtina kontroliuoti, stengiantis praturtinti dirvožemį organine medžiaga.

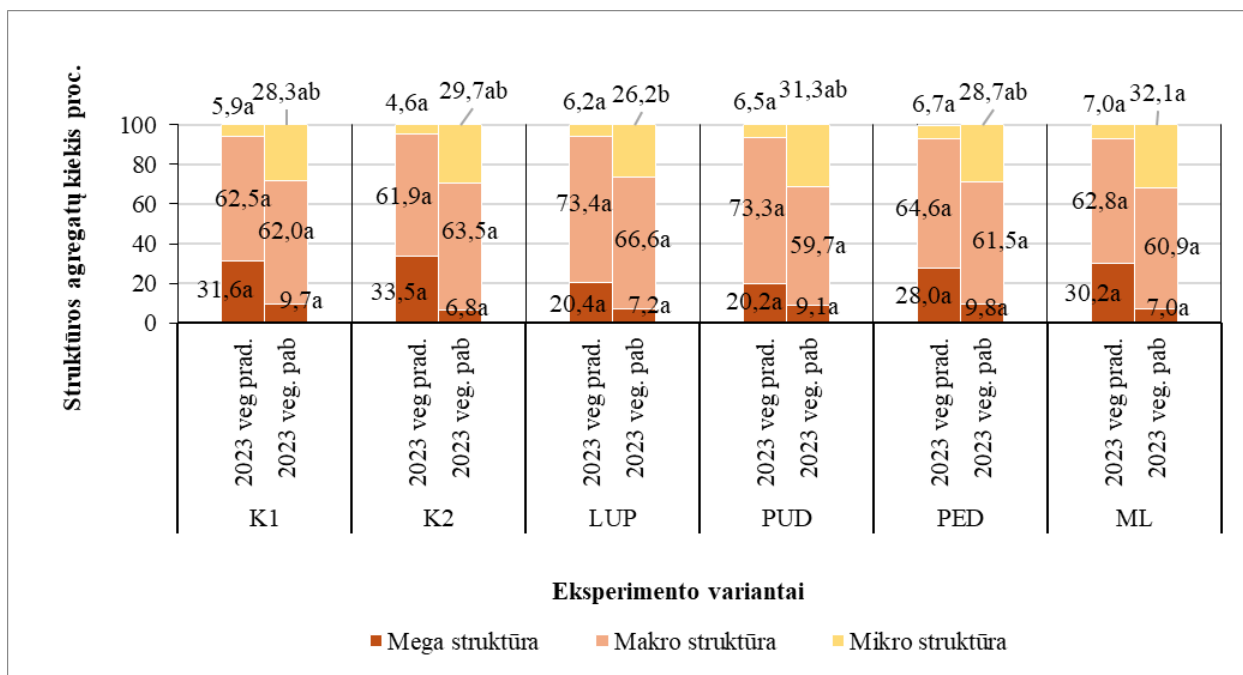
Geriausia yra trupininė struktūra, kurios agregatai yra 0,5–5 mm skersmens. Tokioje dirvoje tarp agregatų būna nemažai tuščių tarpų – porų, kurios sudaro iki 50 proc. jos tūrio. Poros būna užpildytos oru ir vandeniu, todėl susidaro palankus dirvožemio drėgmės ir oro režimas augalams augti. Laikoma, kad dirvožemis yra struktūringas, kai ne mažiau nei 50 proc. jo struktūros sudaro trupininė struktūra.

Struktūringuose dirvožemiuose dulkinė struktūra sudaro ne daugiau kaip 5 proc. Esant didesniems dulkinės struktūros kiekiams dirvožemiai yra jautresni vėjo ir vandens erozijai, nes dulkinė struktūra yra nepatvari. Taip pat po gausesnių liūčių dirvos paviršius ištežta, o jam džiūnant susiformuoja pluta. Tai sutrikdo oro, drėgmės bei maisto medžiagų patektį prie augalų šaknų, kartu ir jų vystymąsi.

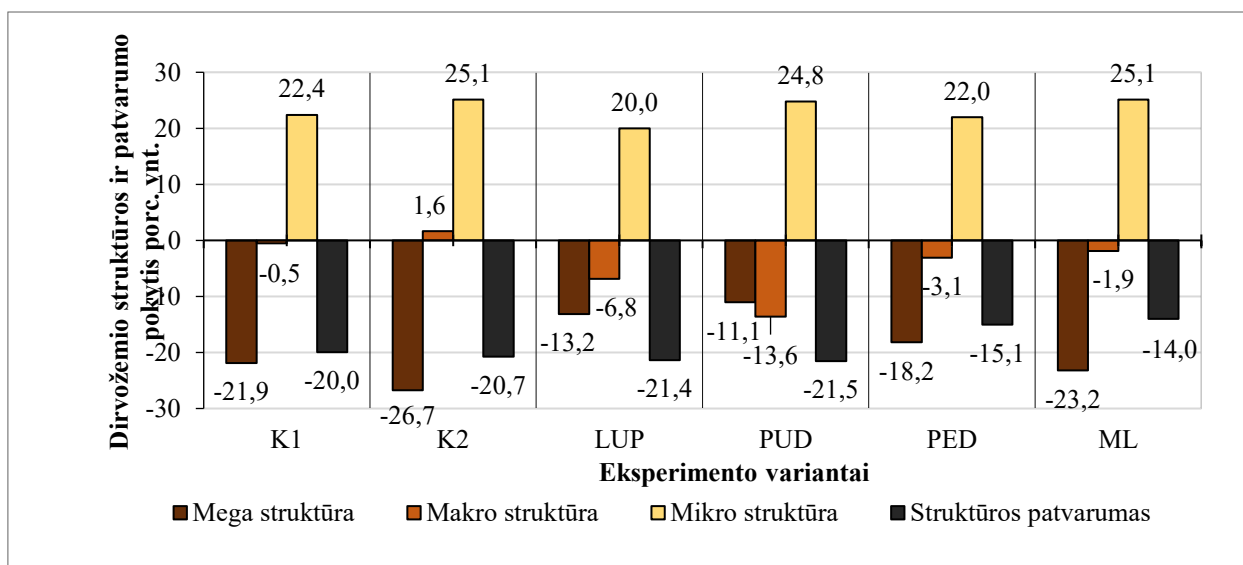
Didesnis megastruktūros kiekis dirvožemiuose blogina sėjos darbų kokybę bei kultūrinių augalų sėklų sudygimą. Esant didesniam grumstų kiekiui sėklų guoliavietėje prastėja sąlytis tarp sėklų ir dirvožemio. Sėklų laiku nepasiekia iš gilesnių dirvos sluoksnių kapiliarais kylanti drėgmė, jos lėčiau brinksta, todėl ir dygsta ilgiau ir netolygiai. Daugelio tyrimų duomenimis, sėklų guoliavietėje mega struktūros turi būti ne daugiau nei 35–40 proc., o stambių grumstų (didesnių nei 50 mm skersmens) – iki 5 proc.

2023 m. visuose tirtuose laukeliuose buvo nustatytas optimalus makro struktūros agregatų kiekis tiek vegetacijos pradžioje, tiek jos pabaigoje (3.3.11 pav., a). Šių agregatų kiekis

svyravo nuo 59,7 iki 73,4 proc. Tam esminės įtakos neturėjo nei tirti skirtingi įšėliai, nei meteorologinės sąlygos. Esmingai didžiausias mikro agregatų kiekis vegetacijos pabaigoje nustatytas ten, kur kukurūzai auginti kartu su mėlynžiedėmis liucernomis (32,1 proc.), o esmingai mažiausias – kukurūzų ir pupų (LUP) pasėlio dirvožemyje (26,2 proc.).



a)



b)

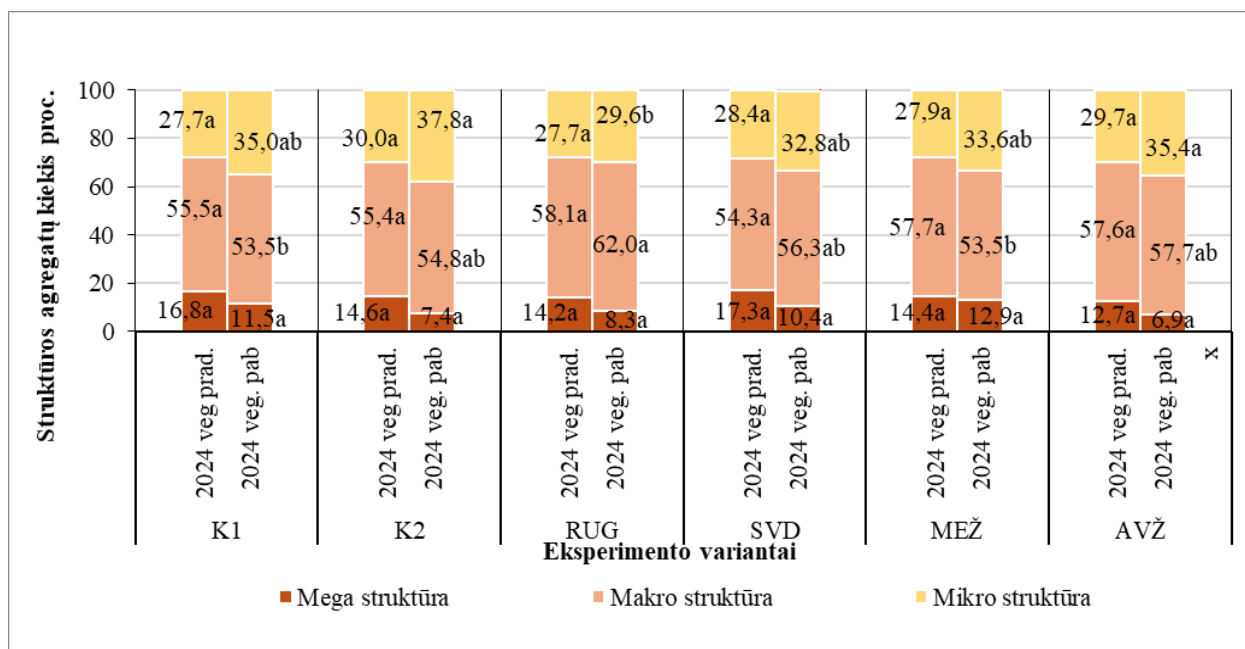
Pastaba: variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įšėtos lauko pupos, PUD – įšėti purpuriniai dobilai, PED – įšėti Persiniai dobilai, MEL – įšėtos mėlynžiedės liucernos. a) – dirvožemio struktūra vegetacijos pradžioje ir pabaigoje; b) dirvožemio struktūros ir patvarumo pokytis +/- per 2023 m. vegetaciją. Reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai, $P < 0,05$.

3.3.11 pav. Pupinių įšėlių poveikis dirvožemio struktūrai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

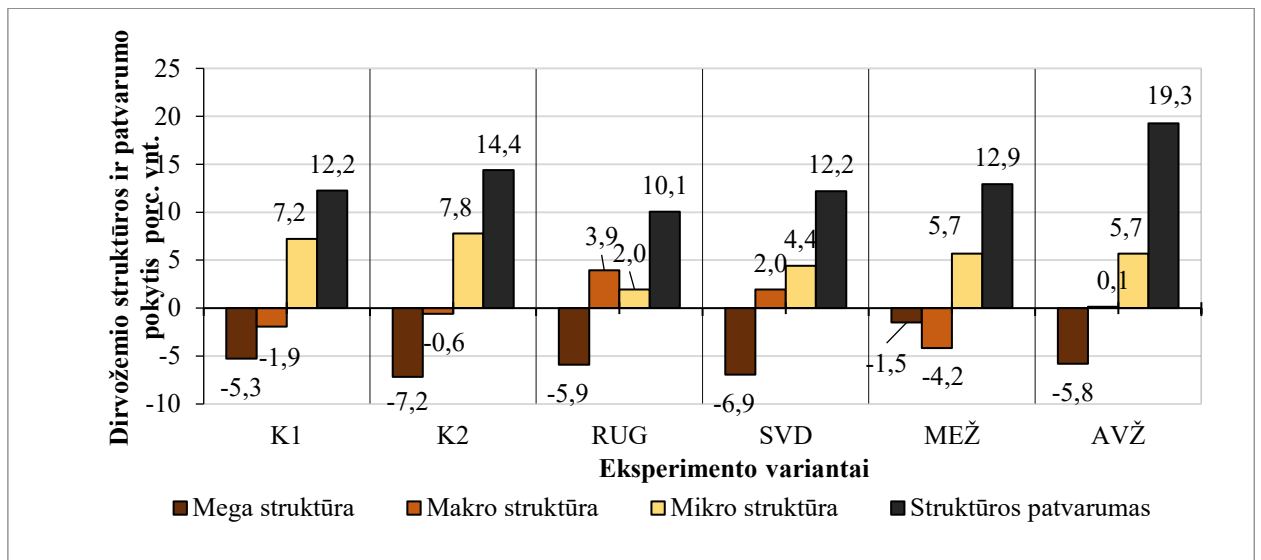
2023 m. sezono metu ryškiausių pokyčių galima matyti analizuojant mega ir mikro struktūros agregatus (3.3.11 pav., b). Galima pastebėti tendenciją, kad daugelyje tirtų variantų dirvožemių mega struktūros sumažėjo tiek, kiek padidėjo mikro struktūros agregatų. Šis pokytis yra apie 20–25 proc. vnt. Viena vertus, makro struktūros agregatų kiekio sumažėjimą galima vertinti teigiamai, nes dideli grumstai apsunkina sėjos bei žemės dirbimo darbus, tačiau mikro struktūros dalies didėjimas didina dirvožemio erozijos riziką, o tai ilgalaikėje perspektyvoje gali turėti neigiamos įtakos dirvožemio kokybei.

2024 m. vegetacijos pradžioje skirtumai tarp variantų buvo neesminiai – visos struktūros frakcijos buvo panašaus gausumo (3.1.12 pav., a). Vegetacijos pabaigoje esmingai nesiskyrė mega struktūros kiekiai, tačiau kitos frakcijos skyrėsi esmingai. Daugiausiai agronominiu požiūriu vertingos makro struktūros rasta po rugių įsėlio – net 62 proc. Be to, šiuose laukuose nustatytas ir mažiausias mikro struktūros kiekis – 29,6 proc.

2024 m. vegetacijos pabaigoje, palyginti su vegetacijos pradžia, mega struktūros agregatų daugeliu atveju sumažėjo beveik 2 kartus, o makro struktūros kiekis išliko pastovus bei optimalus, nes nepasiekė žemesnės nei 50 proc. ribos (3.3.12 pav., b). Vis dėlto, kaip ir pirmaisiais eksperimento metais, galima pastebėti tendenciją, kad vegetacijos pabaigoje užfiksuotas didesnis mikro struktūros agregatų kiekis visuose visų laukelių dirvožemiuose, o ypač K1 ir K2 laukuose be įsėlių – 7,2 ir 7,8 proc. vnt.



a)

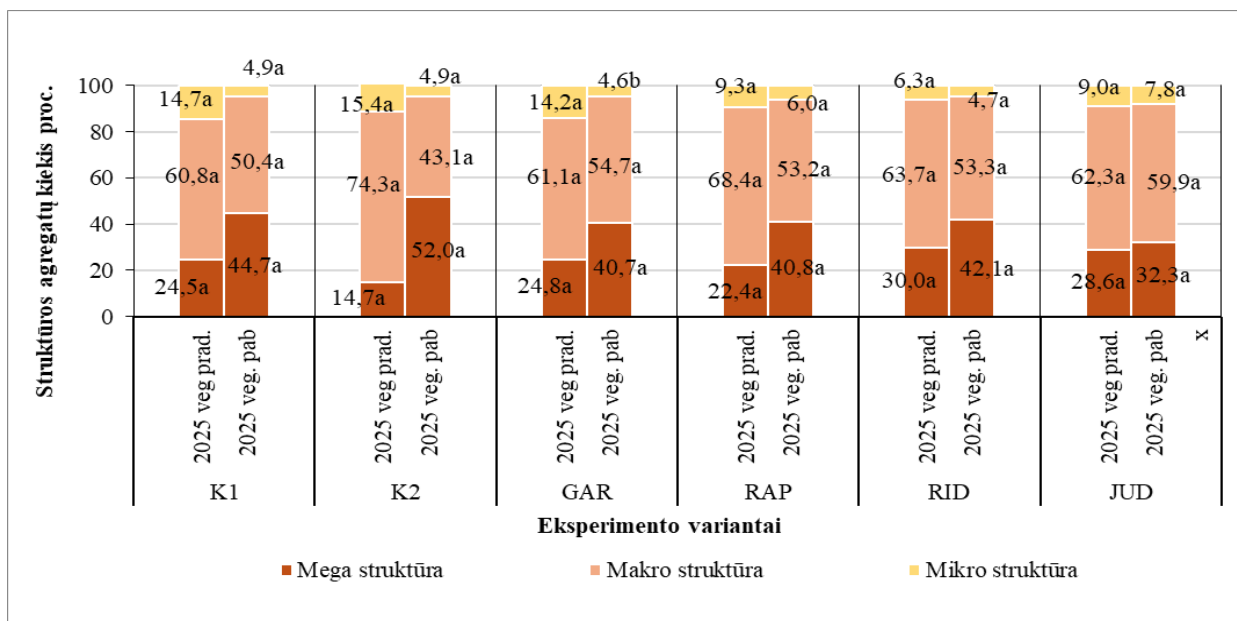


b)

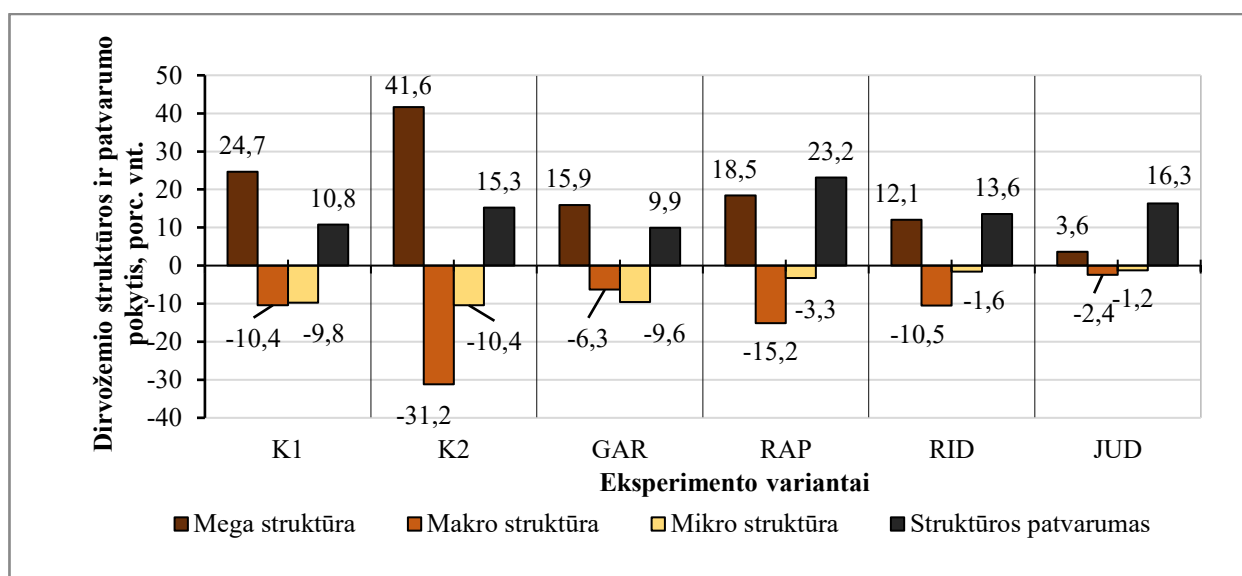
Pastaba: variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. a) – dirvožemio struktūra vegetacijos pradžioje ir pabaigoje; b) dirvožemio struktūros ir patvarumo pokytis +/- per 2024 m. vegetaciją. Reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai, $P < 0,05$.

3.3.12 pav. Miglinių įsėlių poveikis dirvožemio struktūrai. VDU ŽŪA Bandytųjų stotis, 2024 m.

2025 m. pavasarį ir rudenį skirtingi įsėliai neturėjo esminės įtakos dirvožemio struktūrai (3.3.13 pav., a). Išanalizavus pokytį per vegetaciją galima pastebėti, kad visų variantų laukuose mega struktūros agregatų pagausėjo, ypač K1 ir K2 variantų laukuose be įsėlių – atitinkamai 24,7 ir 41,6 proc. vnt. (3.3.13 pav., b). Kukurūzų laukuose su bastutiniais įsėliais, mega agregatų padidėjimas buvo mažesnis - jis kito nuo 3,6 iki 18,5 proc. vnt., o makro agregatų - nuo 2,4 iki 15,2 proc. vnt. Galima daryti prielaidą, kad bastutinių įsėlių liemeninė šaknų sistema ir pakankamai didelis jų pasėlio tankumas apsaugojo dirvožemį nuo susigulėjimo. Svarbiausia ir tai, kad visuose tirtuose dirvožemiuose sumažėjo mikro agregatų kiekis. Tai sumažina dirvožemio erozijos riziką.



a)



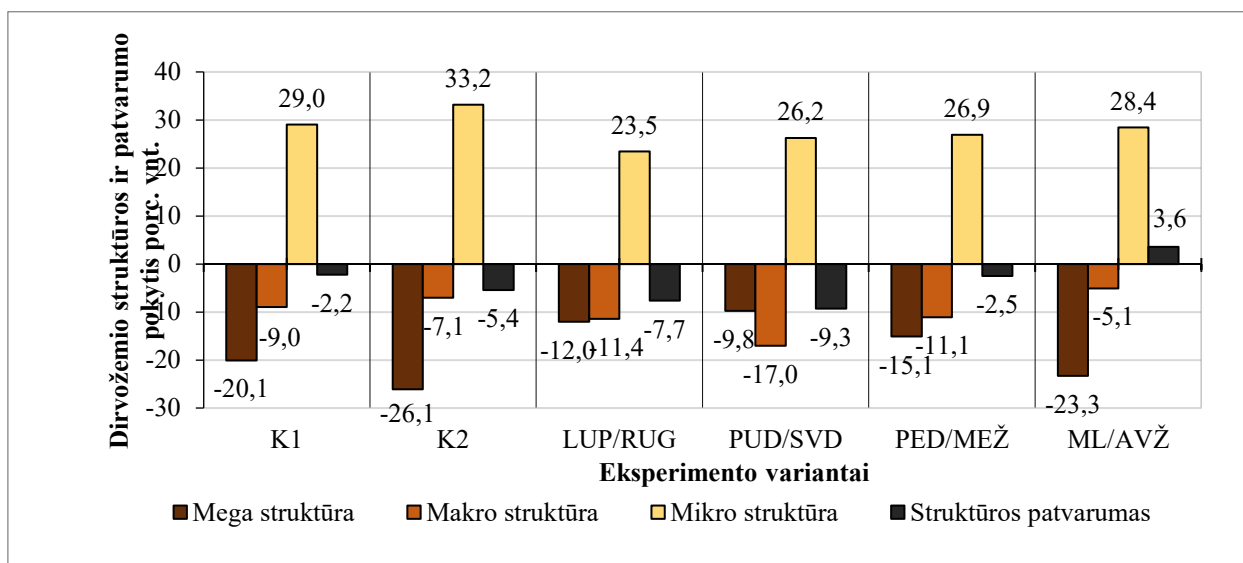
b)

Pastaba: variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – išėtos baltosios garstyčios, RAP – išėti vasariniai rapsai, RID – išėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – išėtos sėjamosios judros. a) – dirvožemio struktūra vegetacijos pradžioje ir pabaigoje; b) dirvožemio struktūros ir patvarumo pokytis +/- per 2025 m. vegetaciją. Reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai, $P < 0,05$.

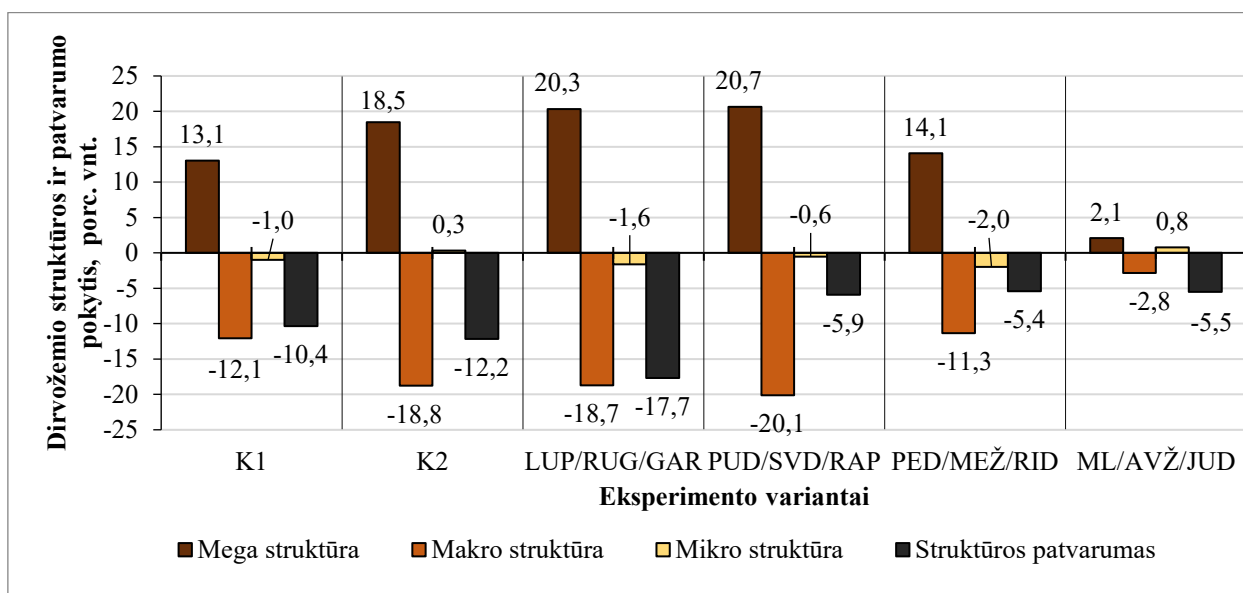
3.3.13 pav. Bastutinių įsėlių poveikis dirvožemio struktūrai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

2023–2024 m. Išanalizavus dirvožemio struktūros pokytį nuo 2023 m. pavasario iki 2024 m. rudens nustatyta, kad visų pupiniai+migliniai sėjamosios grandžių dirvožemyje sumažėjo mega ir makro agregatų, tačiau net 23,5-33,3 proc. vnt. išaugo mikro struktūros kiekis (3.3.14 pav., a). Tai gali padidinti dirvožemio erozijos riziką. Žinoma, prie struktūros degradacijos prisidėjo

sudėtingos meteorologinės sąlygos 2023 ir 2024 metais, kai krituliai labai netolygiai pasiskirstė, o užmirkusį dirvožemį greitai išdžiovindavo dažni sausrų periodai.



a)



b)

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti žieminiai rapsai, RID – įsėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – įsėtos sėjamosios judros. Dirvožemio struktūros ir patvarumo pokytis +/- per: a) 2023-2024 m. (du metai), b) 2023-2025 m. (trys metai),

3.3.14 pav. Dirvožemio struktūros ir jos patvarumo pokytis per dvejus ir trejus eksperimentavimo metus. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023-2025 m.

2023–2025 m. Vertinant visą eksperimento vykdymo laikotarpį galima pastebėti mega agregatų kiekio padidėjimą daugelyje tirtų dirvožemių (3.3.14 pav., b). Rezultatai parodo, kad

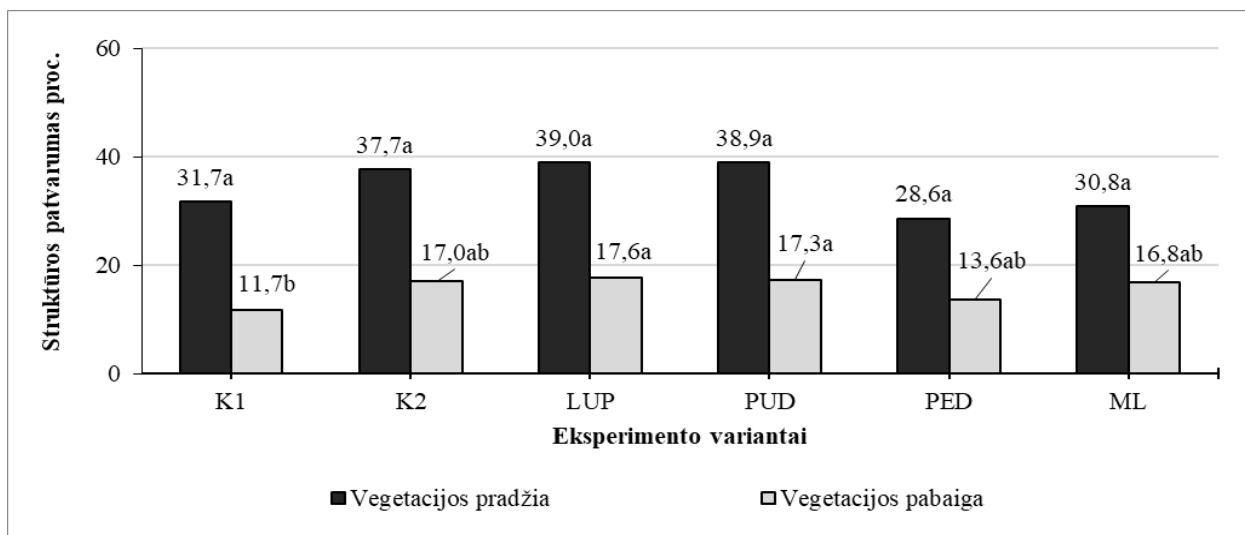
mega agregatų padidėjo tiek, kiek sumažėjo makro agregatų kiekis. Tai nėra labai blogai, nes mega agregatai apsaugo dirvožemį nuo įvairių erozijos formų, tačiau mažina dirvožemio aeraciją ir vandens infiltraciją. Mega agregatų kiekis dažniausiai neviršijo 40-45 proc. pageidautinos ribos. Be to, dirvožemyje makro agregatų išliko daugiau nei 50 proc. Tai vėl gi struktūringo dirvožemio požymis. Svarbiausia, kad tris metus atsėliuojant kukurūzus drastiškai nepadidėjo, net dažniausiai sumažėjo mikro struktūros procentas. Štai PED+MEŽ+RID endogeninės sėjomainos grandyje stebėtas 2 proc. vnt. šios struktūros sumažėjimas. Pasak užsienio mokslininkų, dažnėjančios sausros turi neigiamos įtakos dirvožemio struktūrai (Geng et al., 2015). Panašiai drėgmės trūkumas skatino mikro agregatų kiekio didėjimą (Su et al., 2020). Šis dirvožemio struktūros pasikeitimas glaudžiai susijęs ir su dirvožemio erozijos intensyvėjimu (Nciizah, Wakindiki, 2015).

Dirvožemio struktūros patvarumas

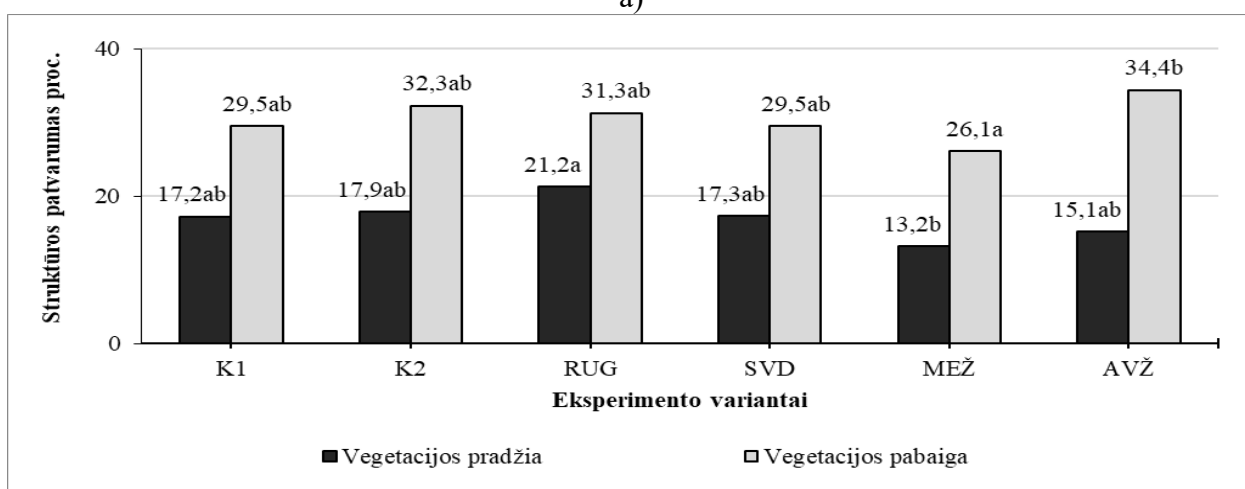
Tai dirvožemio agregatų savybė nesuirti vandenyje, t. y. išlaikyti stabilią savo formą. Ši savybė gana kompleksinė, nes priklauso nuo daugelio veiksnių. Dirvožemio granuliometrines daleles į skirtingo dydžio agregatus gali suklijuoti įvairūs agentai: mikroorganizmų išskyros, organinėje medžiagoje esantys junginiai ir kt. (Jastrow, Miller, 2018).

2023 m. Pirmaisiais eksperimento vykdymo metais vegetacijos pradžioje dirvožemio struktūros patvarumas visuose tirtuose dirvožemiuose skyrėsi neesmingai ir svyravo nuo 28,6 iki 39 proc. (3.3.15 pav., a). Vegetacijos pabaigoje pastebėtas patvarumo suprastėjimas visuose tirtuose variantų dirvožemiuose. Vis dėlto variacija tarp tirtų variantų dirvožemių vegetacijos pabaigoje tapo žymiai mažesnė, t. y. svyravo nuo 11,7 iki 17,6 proc. Esmingai mažiausias struktūros patvarumas vegetacijos pabaigoje nustatytas laukeliuose, kuriuose tarpueiliai buvo purenami (11,7 proc.). Visuose likusiuose variantų dirvožemiuose nustatytas didesnis struktūros patvarumas. Esmingai geriausi rezultatai nustatyti tų variantų laukeliuose, kuriuose kaip įsėliai naudoti purpuriniai dobilai bei lauko pupos (struktūros patvarumas atitinkamai nustatytas 17,3 proc. ir 17,6 proc. ribose).

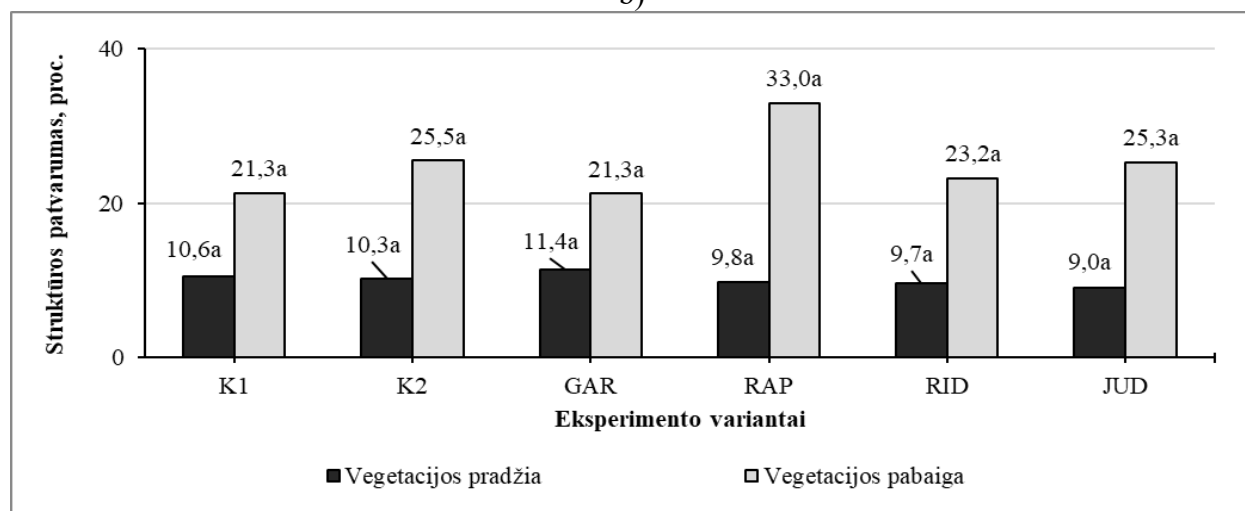
Vertinant struktūros patvarumo pokytį per vegetaciją galima pastebėti, kad beveik visuose tirtuose variantų dirvožemiuose šis rodiklis sumažėjo apie 20 proc. vnt. (3.3.11 pav., b). Mažiausiai dirvožemis buvo paveiktas tuose variantų dirvožemiuose, kuriuose kaip įsėliai buvo naudojami Persiniai dobilai ir mėlynžiedės liucernos (neigiamas struktūros patvarumo pokytis buvo apie 14–15 proc. vnt.). Tai galima sieti su tuo, kad šių variantų laukeliuose vegetacijos pradžioje tiek įsėliai, tiek piktžolės geriausiai padengė dirvožemio paviršių, todėl jie buvo geriausiai apsaugoti nuo nepalankių meteorologinių veiksnių.



a)



b)



c)

Pastaba: reikšmės, pažymėtos skirtingomis raidėmis, skiriasi esmingai, $P < 0,05$. Variantai: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai (pašariniai) ridikai, JUD – įsėtos sėjamosios judros. a) – 2023 m., b) – 2024 m., c) – 2025 m.

3.3.15 pav. Išėlinių tarpinių pasėlių poveikis dirvožemio struktūros patvarumui. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023–2025 m.

2024 m. Išanalizavus antrųjų eksperimento metų vykdymų duomenis galima pastebėti, kad struktūros patvarumas daugelyje tirtų variantų dirvožemių išliko panašus kaip ir 2023 m. pavasarį (3.3.15 pav., b). Vadinasi, per žiemą dirvožemio struktūra neatsistatė, nes nebuvo gilesnio įšalo. Nors vegetacijos pabaigoje struktūros patvarumas tirtuose dirvožemiuose variavo nestipriai, tačiau esmingai didžiausia šio rodiklio reikšmė nustatyta dirvožemyje, kuriame kaip įsėlis buvo įsėtos avižos (34,4 proc.), o esmingai mažiausia ten, kur kukurūzai augo kartu su vasariniais miežiais (26,1 proc.).

2024 m. vegetacijos metu dirvožemio struktūros patvarumas pagerėjo visuose tirtuose dirvožemiuose 10–20 proc. vnt., nes migliniai augalai pasižymi tankiu šaknynu. Galima išskirti sėjamasias avižas kaip įsėlį, kuris turėjo daugiausiai teigiamos įtakos (iki 20 proc. vnt.) (3.3.12 pav., b). Dirvožemio struktūra glaudžiai susijusi su dirvožemio organinės anglies kiekiu, o avižos organikos sukaupia nemažai - beveik 2 kartus daugiau nei piktžolės (Mukumbareza et al., 2016).

2025 m. Trečiųjų eksperimento vykdymo metų pradžioje dirvožemio struktūros patvarumas svyravo nuo 9 iki 11,4 proc. (3.3.15 pav., c). Dėl 2025 m. vyravusių palankių meteorologinių sąlygų (pakankamai daug drėgmės ir tolygus kritulių pasiskirstymas) struktūros patvarumas vegetacijos pabaigoje svyravo nuo 21,3 iki 33,0 proc. ir esmingai nesiskyrė. Nors ir neesminės, tačiau daugiausiai teigiamos įtakos šiam rodikliui turėjo žieminių rapsų įsėlis, nes struktūros patvarumas padidėjo 23,2 proc. vnt., lyginant rezultatus tarp vegetacijos pradžios ir pabaigos.

Per 2025 m. vegetaciją struktūros patvarumas padidėjo visame eksperimente. Didžiausias padidėjimas stebėtas įsėliams panaudojus vasarinius rapsus (3.3.13 pav., b) – 23,2 proc. vnt. ir vasarines judras – 163,3 proc. vnt., nes šie įsėliai ilgiau padengė kukurūzų tarpueilius.

Apibendrinant galima teigti, kad 2023 m. lauko pupų ir purpurinių dobilų įsėliai kukurūzuose geriausiai pristabdė dirvožemio struktūros prastėjimą, 2024 m. tai padarė avižų įsėlis, o 2025 m. – vasarinių rapsų įsėlis.

2023-2024 m. Vis dėlto struktūros patvarumas po dviejų eksperimento metų pakito nestipriai. Daugiausiai teigiamos įtakos turėjo ta sėjomainos grandis, kurioje kaip įsėliai pirmaisiais metais buvo auginamos mėlynžiedės liucernos, o antraisiais metais – sėjamosios avižos. Šio varianto dirvožemyje užfiksuotas teigiamas 3,6 proc. vnt. pokytis. Likusių tyrimo variantų dirvožemiuose pastebėtas dirvožemio struktūros patvarumo sumažėjimas nuo 2,2 iki 9,3 proc. vnt. (3.3.14 pav., a).

2023-2025 m. Apskritai, per tris tyrimų metus stabiliausia struktūra išliko dirvožemyje, kuriame taikyta trijų metų endogeninės sėjomainos grandis Persiniai dobilai+vasariniai miežiai+aliejiniai ridikai (PED+MEŽ+RID) arba mėlynžiedės liucernos+sėjamosios

avižos+vasarinės judros (MEL+AVŽ+JUD) (3.3.4 pav., b). Mėlynžiedės liucernos buvo agresyvios kukurūzams, todėl siūlome taikyti pirmąjį variantą PED+MEŽ+RID.

Dirvožemio elektrinis laidumas, drėgnis ir temperatūra

Dirvožemio elektrinis laidumas, drėgnis ir temperatūra buvo matuoti 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje. Elektrinis laidumas labiausiai priklauso nuo dirvožemio granulimetrinės sudėties ir drėgnumo. Kuo sunkesni ir drėgnesni esti dirvožemiai, tuo jų elektrinis laidumas didesnis. Pavasarį augalams dygstant optimalus dirvožemio drėgnis yra nuo 16 iki 23 proc., o temperatūra - 10-15° C. Vėlesniais pasėlio vystymosi tarpsniais poreikis drėgmei ir temperatūrai kinta. Jautriausi drėgmės trūkumui kukurūzai yra žydėjimo metu, o pupiniams išėliams poreikis vandeniui yra pastoviai aktualus. Jei kukurūzams gali būti aukštesnės temperatūros (C4 tipo fotosintezės augalas, 30-35° C), tai pupiniams išėliams (jie jautriausi aukštesnėms temperatūroms) optimalios temperatūros yra iki 25-27° C (kaip C3 tipo fotosintezės augalams).

2023 m. vegetacijos pradžioje (06.02 ir 06.19 d.), kol piktžolės ir išėliai nepadengė kukurūzų tarpueilių, skirtumai tarp dirvožemio elektros laidumo, temperatūros ir drėgno buvo neesminiai (3.3.1-3.3.3 lentelės). Liepos 12 dieną dirvožemio elektrinis laidumas tarp variantų laukelių esmingai nesiskyrė, tačiau purenamų kukurūzų (K1) tarpueilių temperatūra buvo esmingai aukščiausia – net 31° C. Kitų variantų dirvožemis buvo panašios temperatūros. Tačiau K1 laukeliuose buvo ir daugiausiai drėgmės, o mažiausiai - su išėtomis pupomis ir liucernomis. Skirtumus greičiausiai įtakojo šių augalų didesnis poreikis drėgmei. Tolimesnės vegetacijos metu dirvožemio elektrinis laidumas ir išliko panašiam lygyje ir tarp variantų laukelių esmingai nesiskyrė (3.3.1 lentelė).

3.3.1 lentelė. Pupinių išėlių poveikis dirvožemio elektrinio laidumo ($mS \cdot m^{-1}$) dinamikai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas / Data	06.02	06.19	07.12	08.16	09.06
K1	92,5a	84,0a	120,2a	96,0a	105,9a
K2	91,3a	92,0a	119,2a	90,7a	96,9a
LUP	100,3a	96,1a	130,5a	96,3a	101,0a
PUD	94,3a	86,1a	114,7a	95,1a	96,1a
PED	94,9a	81,6a	119,9a	95,8a	103,8a
MEL	90,6a	96,5a	106,5a	93,9a	100,7a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – išėtos lauko pupos, PUD – išėti purpuriniai dobilai, PED – išėti Persiniai dobilai, MEL – išėtos mėlynžiedės liucernos. Ta pačia raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra neesminiai, $P > 0,05$.

Rugpjūčio 16 dieną išmatuota temperatūra skyrėsi esmingai (3.3.2 lentelė), o drėgnumas - neesmingai, nors 08.15 dieną palijo (iškrito apie 5 mm kritulių). Greičiausiai toks kritulių kiekis mažai teįtakojo dirvožemio savybes (3.3.3 lentelė).

3.3.2 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis dirvožemio temperatūros (° C) dinamikai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas / Data	06.02	06.19	07.12	08.16	09.06
K1	14,9a	22,2a	31,0a	22,4a	23,2a
K2	14,8a	23,8a	27,7b	21,9b	22,8a
LUP	15,1a	22,3a	27,9b	21,9ab	23,0a
PUD	15,0a	23,8a	27,4b	21,7b	23,2a
PED	14,9a	22,6a	27,2b	21,9b	23,1a
MEL	14,7a	22,6a	28,3b	21,7b	23,1a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Rugsėjo 6 dieną mūsų nustatytos aptariamoms dirvožemio savybėms dažniausiai skyrėsi tarp varianto laukelių neesmingai, nes orai išliko sausi ir karšti, išskyrus dirvožemio drėgnį, kuris esmingai didžiausias buvo laukeliuose su purpurinių dobilų įsėliu.

3.3.3 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis dirvožemio drėgnumo (proc.) dinamikai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas / Data	06.02	06.19	07.12	08.16	09.06
K1	14,8a	36,7a	14,1a	22,6a	13,0b
K2	13,5a	37,2a	11,9b	23,6a	14,6ab
LUP	14,2a	36,6a	10,5b	26,9a	13,2b
PUD	13,4a	37,2a	12,7ab	24,8a	16,7a
PED	13,8a	37,0a	12,3ab	25,4a	14,2b
MEL	15,1a	37,4a	11,0b	24,2a	14,1b

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

2024 m. kukurūzų vegetacijos metu iškrita mažesnis nei įprasta kritulių, išskyrus liepos mėnesį. Taigi tik liepą nustatėme esminius skirtumus tarp skirtingų variantų dirvožemio elektrinio laidumo (3.3.4 lentelė). Didžiausias laidumas nustatytas pirmosios kontrolės laukeliuose be įsėlių ir piktžolių, o taip pat ten, kur buvo įsėti žieminiai rugiai. Esmingai mažiausias laidumas buvo nustatytas laukeliuose su avižų įsėliu, nes avižos gan anksti sunyko.

3.3.4 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis dirvožemio elektrinio laidumo ($\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$) dinamikai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas / Data	05.13	06.26	07.31	09.24
K1	79,9a	117,6a	114,1a	102,8a
K2	78,9a	104,6a	98,1ab	106,6a
RUG	83,9a	113,6a	117,4a	102,4a
SVD	88,6a	104,8a	101,4ab	100,3a
MEŽ	83,5a	105,5a	104,7ab	104,4a
AVŽ	80,9a	103,8a	87,7b	104,2a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P<0,05$.

Dirvožemio temperatūra varijavo labiau nei elektrinis laidumas. Gegužės 15 d. nustatyta, kad esmingai didžiausia temperatūra buvo laukeliuose be įsėlio (K1) (3.3.5 lentelė). Tai logiška, nes dirvožemis be augalijos išyla labiau, nei padengtas piktžolėmis ir kultūriniais augalais. Esminiai skirtumai nenustatyti tik matavimuose birželio mėnesį, kai buvo labai karšta ir sausa. Matyt augalai nepajėgė atvėsinti įkaitusio dirvožemio. Nežiūrint to, laukeliai su miežių įsėliais buvo apie 5 laipsniais vėsesni. Po mėnesio, šie laukeliai tapo esmingai šilčiausi, nes po išpjovimo miežiai nebeatžėlė – liko nepavėsintas plotas. Prieš derliaus nuėmimą esmingai šilčiausias dirvožemis nustatytas laukeliuose be augalijos tarpueiliuose (K1) – net 2-3 laipsniais šiltesnis nei kitų variantų laukeliuose.

2.3.5 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis dirvožemio temperatūros ($^{\circ}\text{C}$) dinamikai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas / Data	05.13	06.26	07.31	09.24
K1	18,9a	27,7a	25,2ab	25,1a
K2	18,1ab	27,5a	24,8ab	23,0bc
RUG	18,2ab	27,5a	24,8ab	22,5c
SVD	18,7ab	26,8a	24,1b	22,4c
MEŽ	18,0b	21,3a	26,8a	23,4b
AVŽ	18,4ab	26,4a	24,9ab	22,7bc

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P<0,05$.

Nors dirvožemio temperatūra ir skyrėsi esmingai tarp variantų laukelių, tačiau drėgnis buvo panašus ir esmingai nesiskyrė, nežiūrint į tai, kiek drėgmės dirvožemyje buvo (3.3.6 lentelė). Manome, kad dirvožemio drėgnumas esmingai nesiskyrė dėl vangaus įsėlių vystymosi ir ataugimo po pjūties. Jie nesudarė apsauginio organikos sluoksnio.

3.3.6 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis dirvožemio drėgnumo (proc.) dinamikai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas / Data	05.13	06.26	07.31	09.24
K1	14,1a	21,7a	30,1a	13,0a
K2	16,4a	18,8a	30,7a	11,2a
RUG	16,7a	19,6a	32,5a	14,1a
SVD	13,4a	19,7a	29,4a	13,6a
MEŽ	16,9a	20,9a	28,0a	12,8a
AVŽ	15,3a	20,1a	30,2a	12,0a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Ta pačia raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra neesminiai, $P > 0,05$.

2025 m. buvo drėgniausi iš visų trijų tyrimų metų, todėl dirvožemio elektrinis laidumas buvo didžiausias (3.3.7 lentelė). Bastutiniai įsėliai neturėjo esminės įtakos dirvožemio elektrinio laidumo reikšmėms.

3.3.7 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis dirvožemio elektrinio laidumo ($\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$) dinamikai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas / Data	05.02	06.16	07.21	09.25
K1	92,1a	91,5a	26,6a	117,2a
K2	93,1a	116,4a	26,3a	123,9a
GAR	97,9a	120,1a	26,2a	123,6a
RAP	91,9a	119,8a	26,4a	126,6a
RID	93,0a	123,2a	26,3a	121,8a
JUD	91,7a	124,3a	26,4a	120,6a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Ta pačia raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra neesminiai, $P > 0,05$.

Dirvožemio temperatūra kopijavo vidutinę oro temperatūrą, tačiau tarp variantų nesiskyrė. Greičiausiai todėl, kad oro temperatūra buvo žemesnė nei ankstesniais tyrimų metais ir buvo drėgna (3.3.8 lentelė).

Nors 2025 m. kritulių iškrito daugiau nei kitais tyrimų metais, tačiau dirvožemio drėgnio reikšmės buvo net žemesnės nei 2023 ar 2024 metais. Tai nutiko todėl, kad ankstesniais metais krituliai pasiskirstė labai nevienodai ir prieš dirvožemio vertinimą iškrisdavo dideli kritulių kiekiai. 2025 m. krituliai buvo tolygesni, o įsėliai neturėjo esminės įtakos dirvožemio drėgnumui (3.3.9 lentelė).

3.3.8 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis dirvožemio temperatūros (° C) dinamikai. VDU ŽŪA Bandytųjų stotis, 2025 m.

Variantas / Data	05.02	06.16	07.21	09.25
K1	13,4a	25,2a	26,6a	11,1a
K2	13,4a	24,9ab	26,3a	10,5a
GAR	13,4a	23,5b	26,2a	10,2a
RAP	13,3a	24,0ab	26,4a	10,9a
RID	13,3a	24,1ab	26,3a	10,0a
JUD	13,1a	25,5a	26,4a	10,6a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Ta pačia raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra neesminiai, $P > 0,05$.

3.3.9 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis dirvožemio drėgnumo (proc.) dinamikai. VDU ŽŪA Bandytųjų stotis, 2025 m.

Variantas / Data	05.02	06.16	07.21	09.25
K1	14,5a	17,5a	11,1a	13,1a
K2	15,8a	16,8a	10,5a	10,5a
GAR	14,4a	15,6a	11,6a	14,0a
RAP	14,6a	16,4a	10,2a	10,8a
RID	16,0a	15,1a	10,1a	13,6a
JUD	16,0a	16,9a	9,8a	12,4a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Ta pačia raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra neesminiai, $P > 0,05$.

CO₂ ir O₂ dujų koncentracija dirvožemyje

Tarp visų klimato atšilimą skatinančių dujų net 57 proc. priskiriami CO₂ dujoms. Apie 20 proc. viso CO₂ kiekio į atmosferą išskiria dirvožemiai, todėl dirvožemiai daro nemažą įtaką CO₂ emisijos balansui. CO₂ koncentracija atmosferoje 2014 m. jau siekė 397 ppm. Šiuo metu pasaulyje 12–15 proc., arba 5,1–6,1 Gt CO₂ -ekv. m⁻¹ šiltnamio dujų susidaro žemės ūkyje (9 proc. ES). Mikšos ir kt. (2015) tyrimų duomenimis, vidutinės dirvožemio CO₂ emisijos srautas (e-flux) agroekosistemose atitinkamai buvo: kukurūzų (*Zea mays*) 1,971 ± 0,12 μmol m⁻² s⁻¹ ir rapsų (*Brassica napus*) 2,199 ± 0,25 μmol m⁻² s⁻¹. Nustatyta, kad CO₂ emisija agroekosistemose kito vegetacijos metu (birželio-rugpjūčio mėnesiais), ir koreliavo su temperatūros (r = 0,8) ir dirvožemio drėgnumo (r = 0,6) kitimu. Dirvožemio drėgnumas padidėjo 37–40 proc.; dirvos temperatūra padidėjo 14,4–29° C ir atitinkamai sumažėjo nuo 28,1–15,2° C. Dirvožemio CO₂ emisijos srautas padidėjo 17 proc. nuo birželio iki rugsėjo. Dirvožemio anglies dvideginio koncentracija dažniausiai priklauso nuo dirvožemio savybių, kurios veikia mikroorganizmų populiacijos gausumą. Daugėjant iki tam tikros ribos dirvožemio drėgmei (50 proc. oro ir 50 proc. vandens dirvožemio porose yra optimalus rodiklis) ir temperatūrai, mikroorganizmai vystosi sparčiau ir

išskiria daugiau dvideginio. Tačiau jei dirvožemis yra suslūgęs, yra daug mega struktūros, kuri nėra pralaidi tiek orui, tiek vandeniui, tokiame dirvožemyje taip pat gali kauptis anglies dvideginis.

Tarp CO₂ ir O₂ dujų koncentracijos dirvožemyje yra neigiamas stiprus koreliacinis ryšys.

Mūsų eksperimente **2023 m.** buvo išmatuotos tik CO₂ dujos, tačiau matavimų kartotinumai buvo intensyvesnis. Anglies dvideginio koncentracija priklausė nuo iškritusių kritulių ir įsėtų įsėlių, tačiau dažniausiai didžiausia dvideginio koncentracija dirvožemyje buvo kontroliniuose K1 ir K2 laukeliuose (3.3.10 lentelė).

3.3.10 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis CO₂ dujų koncentracijos dirvožemyje dinamikai, proc. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Vari- antas	05.05	05.23	05.31	06.12	06.22	06.29	07.21	07.26	08.02	08.16	09.06	09.18
0-10 cm dirvožemio sluoksnis												
K1	0,07a	0,28ab	0,34a	0,44a	0,62b	0,52ab	0,11b	0,21b	0,09a	0,39a	0,21a	0,28a
K2	0,07a	0,35a	0,34a	0,40a	0,76ab	0,79a	0,13b	0,39a	0,18a	0,25a	0,08a	0,1ab
LUP	0,07a	0,2ab	0,16a	0,50a	0,77ab	0,54ab	0,16ab	0,21b	0,21a	0,20a	0,11a	0,13ab
PUD	0,07a	0,15b	0,27a	0,41a	0,78ab	0,17b	0,29a	0,16b	0,12a	0,51a	0,08a	0,14ab
PED	0,07a	0,16ab	0,29a	0,38a	0,69ab	0,28b	0,20ab	0,20b	0,13a	0,54a	0,15a	0,09b
MEL	0,07a	0,19ab	0,38a	0,47a	1,26a	0,67ab	0,15ab	0,10b	0,11a	0,38a	0,17a	0,07b
10-25 cm dirvožemio sluoksnis												
K1	0,07a	0,31a	0,44a	0,76a	1,23a	1,32ab	0,14a	0,52ab	0,34a	0,56a	0,13a	0,52a
K2	0,07a	0,28ac	0,44a	0,75a	1,18a	0,51b	0,18a	0,55a	0,29ab	0,47a	0,15a	0,18b
LUP	0,07a	0,16ab	0,28a	0,50a	0,92a	0,57b	0,30a	0,23c	0,18ab	0,35a	0,15a	0,40ab
PUD	0,07a	0,08bc	0,24a	1,00a	0,86a	1,94a	0,22a	0,36abc	0,25abc	0,54a	0,19a	0,34ab
PED	0,07a	0,07b	0,13a	0,64a	1,53a	1,05b	0,23a	0,27c	0,11bc	0,39a	0,25a	0,44ab
MEL	0,08a	0,18ab	0,23a	0,62a	0,87a	0,88b	0,21a	0,32bc	0,05*c	0,53a	0,20a	0,31ab

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėta mėlynžiedė liucerna. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

2024 m. anglies dvideginio ir deguonies koncentracija paviršiniame dirvožemio sluoksnyje iki 10 cm gylio esmingai nesiskyrė per visą kukurūzų vegetaciją (3.3.11 lentelė). Jei 2023 m. dažniausiai didžiausia anglies dvideginio koncentracija dirvožemyje buvo kontroliniuose K1 ir K2 laukeliuose, tai 2024 m. įsėliavimo įtaka nebuvo dėsninga. Neramina tai, kad iki birželio mėnesio anglies dvideginio koncentracija išaugo apie 3 kartus, o deguonies – sumažėjo beveik dvigubai. Tokios sąlygos itin nepalankios augalams. Tai parodė ir vangus jų vystymasis. Palijus liepos mėnesį, deguonies kiekis išaugo iki 16-17 proc., tačiau vyraujant sausiems karščiams jis vėl smuko iki nepalankaus 9-10 proc. lygio. Tam įtakos turėjo ir spartus dirvožemio struktūringumo prastėjimas.

3.3.11 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis CO₂ ir O₂ dujų koncentracijos dirvožemyje **iki 10 cm** gylio dinamikai, proc. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas / Data	05.13	06.26	07.31	09.03
CO ₂ koncentracija				
K1	0,07a	0,17a	0,11a	0,09a
K2	0,04a	0,14a	0,19a	0,05a
RUG	0,08a	0,11a	0,12a	0,11a
SVD	0,07a	0,15a	0,20a	0,16a
MEŽ	0,06a	0,13a	0,21a	0,14a
AVŽ	0,08a	0,09a	0,15a	0,09a
O ₂ koncentracija				
K1	20,78a	11,69a	16,71a	9,88a
K2	20,72a	11,58a	16,74a	9,99a
RUG	20,75a	11,47a	16,71a	9,85a
SVD	21,02a	11,60a	16,32a	9,87a
MEŽ	21,22a	11,46a	16,25a	9,78a
AVŽ	20,88a	11,24a	16,63a	9,95a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Ta pačia raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra neesminiai, $P > 0,05$.

10-25 cm dirvožemio sluoksnių matavimai atskleidė mums daugiau esminių skirtumų tarp variantų, tačiau dėsningų rezultatų nenustatėme. Jie nurodė panašias tendencijas, kurios buvo nustatytos tiriant dirvožemio paviršių (3.3.12 lentelė).

3.3.12 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis CO₂ ir O₂ dujų koncentracijos dirvožemyje **nuo 10 iki 25 cm gylio** dinamikai, proc. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas / Data	05.13	06.26	07.31	09.03
CO ₂ koncentracija				
K1	0,06a	0,31a	0,30b	0,58a
K2	0,07a	0,50a	0,12b	0,19b
RUG	0,05a	0,31a	0,74a	0,44ab
SVD	0,05a	0,17a	0,35ab	0,39ab
MEŽ	0,05a	0,44a	0,33ab	0,17b
AVŽ	0,07a	0,19a	0,11b	0,41ab
O ₂ koncentracija				
K1	20,85a	11,12a	16,70abc	9,77ab
K2	20,70a	11,35a	17,13a	9,99a
RUG	20,91a	11,41a	16,06d	9,76ab
SVD	20,56a	11,71a	16,60bc	9,87ab
MEŽ	20,61a	11,12a	16,38cd	9,86ab
AVŽ	20,87a	11,28a	16,91ab	9,69b

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Ta pačia raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra neesminiai, $P > 0,05$.

Birželio ir liepos mėnesiais anglies dvideginio koncentracija pasiekė net 0,5 ar 0,7 proc. lygį. Vien tai galėjo slopinti augalų vystymąsi, nes, pasiekus 1,5-2 proc. koncentraciją, augalai žūna.

Stebina tai, kad gilesniuose dirvožemio sluoksniuose buvo panaši deguonies koncentracija, kaip ir paviršiuje. Tai patvirtina, kad dirvožemio paviršius sukietėjo ir suprastėjo dujų mainai.

2025 m. Skirtingai nei ankstesniais metais, nors anglies dvideginio koncentracija dirvožemyje ir buvo nedidelė, tačiau nustatyta mažai deguonies (3.3.13 lentelė).

3.3.13 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis CO₂ ir O₂ dujų koncentracijos dirvožemyje iki 10 cm gylio dinamikai, proc. VDU ŽŪA Bandytų stotis, 2025 m.

Variantas / Data	05.02	06.16	07.21	09.25
CO ₂ koncentracija				
K1	0,08a	0,58b	0,21ab	0,24a
K2	0,13a	2,12a	0,10ab	0,11ab
GAR	0,14a	1,3ab	0,28a	0,10ab
RAP	0,13a	1,27ab	0,07b	0,21ab
RID	0,04a	0,89b	0,22ab	0,05b
JUD	0,10a	1,34ab	0,07b	0,23a
O ₂ koncentracija				
K1	8,96ab	10,22a	12,03ab	10,89a
K2	8,64ab	9,59a	12,12a	11,05a
GAR	8,74ab	10,06a	11,8b	10,89a
RAP	8,43b	10,46a	11,98ab	10,89a
RID	9,08a	10,13a	11,8b	11,01a
JUD	8,77ab	9,98a	12,03ab	11,02a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

0-10 cm dirvožemio sluoksnyje panaši šių dujų koncentracija išliko ir per visą vegetaciją, nors iškrita pakankamai nemažai kritulių. Išskyrus apskaitą birželio 16 d., kai anglies dvideginio koncentracija padidėjo iki 2,12 proc. (K2). Mažiausia koncentracija tuo metu buvo nustatyta purentuose ir su ridikų įsėliu kukurūzuose. Mažesnė koncentracija paaiškinama tuo, kad ridikai net pirmaisiais vystymosi tarpsniais išaugina ilgus šaknis, kuriomis pureną dirvožemį.

10-25 cm dirvožemio sluoksnyje stebėtos panašios tendencijos, nors CO₂ dujų koncentracija buvo aukštesnė nei paviršiniame dirvožemio sluoksnyje (3.3.14 lentelė).

3.3.14 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis CO₂ ir O₂ dujų koncentracijos dirvožemyje **nuo 10 iki 25 cm** gylio dinamiškai, proc. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas / Data	05.02	06.16	07.21	09.25
CO₂ koncentracija				
K1	0,40ab	0,80a	0,54a	0,32a
K2	0,67ab	2,52a	0,54a	0,27a
GAR	0,12b	1,59a	0,54a	0,24a
RAP	0,61ab	1,83a	0,44a	0,18a
RID	0,25ab	1,81a	0,22a	0,16a
JUD	0,80a	1,89a	0,36a	0,47a
O₂ koncentracija				
K1	8,54ab	10,07a	11,92a	10,79a
K2	8,24ab	9,16a	11,80a	10,89a
GAR	8,96a	9,52a	11,69a	10,89a
RAP	8,50ab	9,87a	11,73a	10,89a
RID	8,85ab	9,84a	11,80a	10,89a
JUD	8,17b	9,64a	11,63a	10,89a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

3.3.4. Kukurūzų vystymosi rodikliai

Pasėlio apšvitos sąlygos (FAR) ir vidutinis kukurūzų aukštis

FAR nustatytas kukurūzų BBCH 61-63 tarpsnyje. FAR išreikšta procentais nuo foninės apšvitos. Matavimai ties dirvos paviršiumi parodė, kad esmingai labiausiai (2024 m. skirtumai nebuvo esminiai) apšviesti kukurūzų tarpueiliai buvo ten, kur buvo purenta (3.3.15 lentelė). ½ pasėlio arde apšvita buvo didesnė nei ties dirvos paviršiumi, tačiau tendencijos buvo panašios. Purentuose kukurūzuose apšvita išliko didžiausia - siekė iki 50 proc.

3.3.15 lentelė. Įsėlių poveikis FAR kukurūzų pasėliuose skirtinguose arduose ir jų vidutiniam aukščiui. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023-2025 m.

Variantas	Pasėlio apšvita proc.		Kukurūzų aukštis cm
	ties dirvos paviršiumi	½ augalo aukštyje	
Su pupinių augalų įsėliu (2023 m.)			
K1	20,7a	50,1a	168,7a
K2	9,8b	39,5ab	142,1bc
LUP	17,9ab	40,8ab	130,7bc
PUD	10,8b	29,1b	147,1ab
PED	11,0b	35,6ab	125,9c
MEL	11,0b	38,8ab	131,5bc
Su miglinių augalų įsėliu (2024 m.)			
K1	17,3a	31,6a	153,1a
K2	13,4a	22,3a	137,2a
RUG	13,7a	23,2a	140,1a
SVD	13,1a	26,2a	137,0a
MEŽ	18,3a	29,5a	139,4a
AVŽ	13,7a	15,5a	137,9a

Su bastutinių augalų įsėliu (2025 m.)			
K1	26,0a	41,8a	170,2a
K2	6,7b	25,7bc	143,4b
GAR	9,3b	20,1cd	161,3ab
RAP	6,6b	19,8cd	148,4ab
RID	4,2b	14,9d	147,7ab
JUD	9,0b	33,8ab	149,9ab

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Kukurūzai yra jautrūs aplinkos sąlygoms, o dažniausiai kintantis rodiklis yra jų aukštis. Vidutinis aukštis buvo nustatytas BBCH 61-63 tarpsnyje. Esmingai aukščiau kukurūzai augo dirvoje supurentais tarpueiliais (K1) (3.3.15 lentelė). Dėl įsėlių ir piktžolių konkurencijos kukurūzų aukštis mažėjo, tačiau dažniausiai neesmingai, ypač 2024 m. Mažiausiai su kukurūzais konkuravo purpurinių dobilų, žieminių rugių ir baltųjų garstyčių įsėliai.

Chlorofilo koncentracija kukurūzų lapuose

Chlorofilai – žalieji augalų pigmentai, sugeriantys ir kaupiantys augaluose saulės energiją bei dalyvaujantys fotosintezėje. Fotosintezė yra pagrindinis augaluose vykstantis fiziologinis procesas, atspindintis augalų reakciją į aplinkos sąlygas, kurios daro didelę įtaką chlorofilų kiekiui augaluose. Trūkstant maisto medžiagų, jaunuose augaluose chlorofilų kiekis pradeda mažėti, o esant palankioms sąlygoms – didėti. Chlorofilai sugeria raudoną ir mėlyną šviesą bei gerai atspindi žalio spektro šviesą, dėl to augalų lapai atrodo žali. Aukštesniuose (stuomeninguose) augaluose ir žaliadumbluose aptinkama chlorofilų a ir b. Chlorofilo b absorbcijos maksimumas yra 420–450 nm, o chlorofilo a – 630–690 nm. Chlorofilas a yra melsvai žalias, o chlorofilas b – gelsvai žalias. Labiau paplitęs yra chlorofilas a. Jo augale randama tris ar daugiau kartų daugiau nei chlorofilo b.

Ankstesniuose mūsų tyrimuose, kukurūzus auginant nepakankamos azotinės mitybos sąlygomis (N kiekis dirvožemio 0–10 cm gylio sluoksnyje varijavo nuo 27 iki 31 kg ha⁻¹), be to, jiems konkuruojant su į tarpueilius įsėtais įsėliais mulčiui (rapsų, garstyčių, miežių, svidrių, liucernų, raudonųjų ir Persinių dobilų), kukurūzų žydėjimo tarpsnyje lapų chlorofilo indeksas skirtingų variantų laukeliuose varijavo nuo tik 9,4 iki 18,5, o vegetacijos pabaigoje – nuo 7,3 iki 25,0 (doc. A. Adamavičienės ir prof. K. Romanecko tyrimai 2011 m., nepaskelbti duomenys).

Mūsų eksperimente buvo matuojama chlorofilo koncentracija kukurūzų lapuose. **2023 m.** vegetacijos pradžioje kukurūzų lapuose buvo beveik dvigubai mažiau chlorofilo, nei vegetacijos viduryje, be to, skirtumai tarp variantų dar buvo neesminiai. Liepos viduryje esmingai daugiausiai

chlorofilo buvo kontroliniuose K1 laukeliuose, tačiau K2 ir su įsėtais purpuriniais dobilais laukeliuose chlorofilo buvo nemažai (3.3.16 lentelė).

3.3.16 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis chlorofilo koncentracija kukurūzų lapuose. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas / Data	Chlorofilo koncentracija, $\mu\text{mol m}^{-2}$			
	06.19 BBCH 19	07.18 BBCH 69	08.16 BBCH 73	09.11 BBCH-85
K1	35,0a	61,7a	69,3a	56,6a
K2	32,4a	49,8b	58,8b	40,6b
LUP	31,7a	44,0b	51,7c	45,6b
PUD	35,8a	48,4b	57,1bc	41,9b
PED	31,4a	45,6b	55,1bc	45,2b
MEL	33,6a	44,7b	51,4c	44,4b

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėta mėlynžiedė liucerna. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Rugpjūčio viduryje išliko panašios tendencijos, tačiau laukeliuose su įsėtomis pupomis ir liucernomis chlorofilo lapuose buvo esmingai mažiausiai dėl didžiausios konkurencijos su kukurūzais.

2024 m. eksperimente chlorofilo koncentracija buvo matuojama tris kartus. Prieš derliaus nuėmimą pamatuoti nepavyko, nes kukurūzų lapai buvo nudžiūvę ir žaliojo pigmento nebeturėjo (3.3.17 lentelė).

3.3.17 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis chlorofilo koncentracija kukurūzų lapuose. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas / Data	Chlorofilo koncentracija, $\mu\text{mol m}^{-2}$		
	06.21 BBCH 19	07.22 BBCH 69	08.08 BBCH 73
K1	21,6a	32,1a	51,2a
K2	14,3b	25,2ab	34,3b
RUG	14,4b	21,4b	35,4b
SVD	15,0b	21,9b	33,8b
MEŽ	15,6b	24,6ab	37,8b
AVŽ	15,1b	28,9ab	37,6b

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Vegetacijos pradžioje (06.21 d.) esmingai didžiausia chlorofilo koncentracija kukurūzų lapuose nustatyta kontroliniuose K1 laukeliuose be įsėlių ir piktžolių. Kitų variantų laukeliuose koncentracija buvo panaši. Nupjovus įsėlius tendencijos išliko panašios, tačiau laukeliai su mulčiuojamomis piktžolėmis (K2), įsėtais miežiais ir avižomis prilygo kontrolei K1. Tai rodo, kad

įsėliai pradėjo kompensuoti kukurūzų mitybą, be to, mažiau konkuravo su pagrindiniu pasėliu – kukurūzais.

Rugpjūčio pradžioje išliko panašios tendencijos kaip ir birželį, tačiau K1 laukeliuose be konkurentų chlorofilo kiekis kukurūzų lapuose išaugo ir buvo išskirtinai didesnis nei kitų variantų laukeliuose.

Skirtingai nei ankstesniais metais, **2025 m.** chlorofilo koncentracija kukurūzų lapuose esmingai išsiskyrė jau vegetacijos pradžioje (3.3.18 lentelė). Daugiausiai chlorofilo nustatyta kukurūzuose su ridikų, rapsų ir garstyčių įsėliais. Liepos mėnesį įsėliai labiau konkuravo su kukurūzais, todėl kukurūzuose su įsėliais chlorofilo tapo esmingai mažiau, ypač kukurūzuose su rapsų, ridikų ir judrų įsėliais.

3.3.18 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis chlorofilo koncentracija kukurūzų lapuose. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas / Data	Chlorofilo koncentracija, $\mu\text{mol m}^{-2}$		
	06.16 BBCH 19	07.21 BBCH 69	09.25 BBCH-85
K1	12,4c	37,9a	11,5a
K2	14,0bc	24,8b	15,2a
GAR	16,8ab	25,4b	12,5a
RAP	16,8ab	17,9c	11,2a
RID	17,7a	16,0c	7,6a
JUD	12,5c	18,5c	9,3a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Prieš derliaus nuėmimą chlorofilo skirtumai suvienodėjo ir tapo neesminiai. Nežiūrint to, daugiausiai chlorofilo buvo kukurūzų lapuose su tarpueiliuose sumulčiuotomis piktžolėmis.

Vidutinė kukurūzo augalo antžeminės dalies biomasė

2023 m. liepos 25 d. pasvėrus kukurūzų antžeminės dalies biomasės ėminius paaiškėjo, kad vienas žalias kukurūzo augalas svėrė nuo 270 iki 166 g (3.3.19 lentelė). Drėgmės procentas biomasėje siekė 80-83 proc. Tokia biomasė netinka silosui gaminti (turi būti mažiau nei 75 proc. drėgmės). Esmingai mažiausia kukurūzo žalioji biomasė buvo nustatyta, kai kukurūzai augo su liucernų įsėliu (MEL). Didžiausia vieno kukurūzų augalo sausoji biomasė nustatyta, kai kukurūzai augo su purpurinių dobilų įsėliu (19,6 g), tačiau pakankamai didelė ji buvo ir su pupų bei Persinių dobilų įsėliais (atitinkamai 18,8 ir 18,5 g).

3.3.19 lentelė. Įsėlių poveikis kukurūzo augalo biomasės rodikliams. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023-2025 m.

Variantas	Žalioji biomasė g	Sausoji biomasė g	Drėgnis proc.	Sausosios medžiagos proc.
Su pupinių augalų įsėliu (2023 m.)				
K1	270,4a	17,3ab	82,7ab	17,3ab
K2	232,9ab	16,9b	83,1a	16,9b
LUP	188,9bc	18,8ab	81,2ab	18,8ab
PUD	221,7abc	19,6a	80,4b	19,6a
PED	181,7bc	18,5ab	81,5ab	18,5ab
MEL	166,4c	17,1b	82,9ab	17,1b
Su miglinių augalų įsėliu (2024 m.)				
K1	268,8a	48,7a	81,4a	18,6b
K2	185,0a	37,6a	79,9a	20,1b
RUG	220,0a	43,2a	79,3ab	20,7ab
SVD	212,9a	42,0a	80,5a	19,5b
MEŽ	220,8a	53,7a	75,8b	24,2a
AVŽ	222,1a	47,9a	78,6ab	21,4ab
Su bastutinių augalų įsėliu (2025 m.)				
K1	220,8a	37,8a	82,9a	17,1a
K2	148,0bc	23,1bc	84,3a	15,7a
GAR	178,5ab	30,0ab	83,3a	16,7a
RAP	147,5bc	22,1bc	84,8a	15,2a
RID	134,8c	20,9c	84,6a	15,4a
JUD	148,8bc	23,2bc	84,4a	15,6a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

2024 m. liepos 22 d. pasvėrus kukurūzų antžeminės dalies biomasės ėminius paaiškėjo, kad vienas žalias kukurūzo augalas svėrė nuo 269 iki 185 g (3.3.19 lentelė). Drėgmės procentas biomasėje siekė 76-81 proc. Tokia biomasė dar netinka silosui gaminti (turi būti mažiau nei 75 proc. drėgmės), nors augalų branda dėl sausros buvo ankstyvesnė nei 2023 m. Esmingai mažiausia kukurūzo žalioji biomasė buvo nustatyta, kai kukurūzai augo su mulčiuotomis piktžolėmis (K2), tačiau didžiausia vieno kukurūzų augalo sausoji biomasė nustatyta, kai kukurūzai augo su vasarinių miežių įsėliu (53,7 g). Juose buvo esmingai didžiausias sausosios masės procentas. Antroje vietoje buvo kukurūzai, augę be konkurentų. Skirtumai tarp variantų buvo neesminiai.

2025 m. mėginiai biomasei nustatyti buvo paimti vėliau – rugpjūčio 6 d., nes dėl drėgnų ir vėsių sąlygų kukurūzai vystėsi lėčiau. Tai rodo ir nustatyti biomasės duomenys – žalias kukurūzo augalas vidutiniškai svėrė nuo tik 135 iki 221 g. Kaip ir ankstesniais metais, kukurūzai be konkurentų augo aukštesni. Esmingai didžiausia buvo ir jų sausoji biomasė, nors ankstesniais metais didžiausia sausoji biomasė buvo nustatyta kukurūzus auginant su pupomis ir miežiais

(3.3.19 lentelė). 2025 m. kukurūzų žaliosios biomasės drėgnis siekė 83-85 proc., todėl dar netiko siloso gamybai.

3.3.5. Įsėlinių tarpinių augalų vystymasis ir produktyvumas

Dirvožemio padengimas įsėliais

2023 m. du kartus per vegetaciją buvo matuotas kukurūzų pasėlio tarpueilių padengimas įsėliais ir piktžolėmis. Pirmojo matavimo metu (06 19 d.) prieš pirmąją tarpueilių pjūtį kukurūzų tarpueiliai buvo pagrinde užimti piktžolėmis, o neužimto ploto buvo nuo 49 iki 55 proc. (3.3.20 lentelė). Dėl sausų ir karštų dygimo vystymosi sąlygų 2023 m., įsėliniai tarpiniai augalai prastai dygo ir vėliau skurdo. Jei ne rugpjūtį iškritę gausesni krituliai, įsėliai greičiausiai būtų neišsivystę visai. Įsėliai padengė tik nuo 5 iki 11 proc. tarpueilių ploto.

3.3.20 lentelė. Kukurūzų pasėlio tarpueilių padengimas (proc.). VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas	06 19 d.			07 18 d.		
	dirvožemis	piktžolės	įsėlis	dirvožemis	piktžolės	įsėlis
K1	55,2a	44,8a	-	83,1a	16,9d	-
K2	55,6a	44,4a	-	35,0b	65,0d	-
LUP	48,7a	42,3a	9,0ab	26,3b	43,5bc	30,3b
PUD	41,1a	54,0a	4,9b	16,3bc	47,3b	36,5ab
PED	41,5a	47,5a	11,0a	12,8c	32,8c	54,5a
MEL	51,0a	42,2a	6,8ab	13,3c	40,3bc	46,5a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėta mėlynžiedė liucerna. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Antrasis matavimas buvo atliktas prieš antrąją tarpueilių pjūtį liepos 18 d. (kukurūzų BBCH 39-53). Tuo metu neužimtos augalais tarpueilio dalies plotas nuosekliai mažėjo. Taip pat mažėjo ir piktžolių indėlis (3.3.20 lentelė). Jei K2 laukeliuose, kur buvo mulčiuojama piktžolėmis, piktžolės vidutiniškai padengė apie 65 proc. tarpueilių ploto, tai laukeliuose su įsėliais piktžolės užėmė mažesnę plotą – nuo 33 iki 47 proc. Įsėliai padengė nuo 30 iki 54 proc. tarpueilių ploto, nors patys įsėlio augalai dėl sausros buvo nedideli, išskyrus pupas (3.16 pav.). Labiausiai kukurūzų tarpueilius padengė Persiniai dobilai – apie 54 proc. tarpueilių ploto, nes gausiai sudygujus tarpueilių ploto kvadratiniam metre jų buvo net 1070 vnt., kai tuo tarpu purpurinių dobilų – 614 vnt., o mėlynžiedžių liucernų – 763 vnt.



3.3.16 pav. Kukurūzų tarpueilių padengimas įsėliais po antrojo išpjovimo.

Eksperimento derliaus nuėmimo metu įsėliai išaugino tokią biomasę, kuri palankesniais metais galėjo išaugti po kiekvienos iš 2-3 pjūčių (išskyrus pupas) (3.3.17 pav.). Tačiau tarpueiliuose praktiškai nebuvo augalais neužimtos erdvės, o padengimas piktžolėmis neviršijo 20 proc.



a)



b)



c)

3.3.17 pav. Pupiniai įsėliai prieš kukurūzų derliaus nuėmimą: a) purpuriniai dobilai, b) Persiniai dobilai, c) mėlynžiedės liucernos.

2024 m. projekcinis padengimas buvo matuotas tris kartus per vegetaciją. Pirmojo matavimo metu (06 26 d., kukurūzų BBCH-16-17) prieš pirmąją tarpueilių pjūtį kukurūzų tarpueiliuose buvo sudygę nemažai įsėlių, kurie padengė iki 52 proc. tarpueilio paviršiaus (3.3.21 lentelė). Skirtumai nebuvo esminiai. K1 ir K2 laukeliuose įsėliai nebuvo sėti, todėl juose buvo 55-71 proc. nepadengtos žemės, labai paveikios aplinkos veiksniams, pvz., vandeniui. Kukurūzai tuo metu buvo vidutiniškai apie 86 cm aukščio.

3.3.21 lentelė. Kukurūzų pasėlio tarpueilių padengimas (proc.) VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

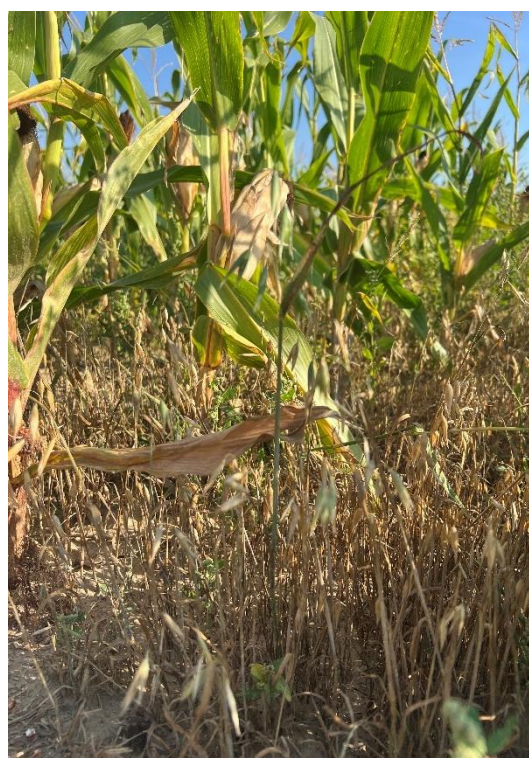
Variantas	06 26 d.			07 16 d.			09 12 d.		
	dirvožemis	piktžolės	įsėlis	dirvožemis	piktžolės	įsėlis	dirvožemis	piktžolės	įsėlis
K1	71,2a	28,8b	-	90,7a	9,3c	-	88,6a	11,4c	-
K2	55,2b	44,8a	-	59,3b	40,8a	-	54,3b	38,8ab	-
RUG	33,8c	16,0c	50,2a	54,0bc	27,8b	18,3b	55,4b	38,8ab	4,9b
SVD	24,2d	26,5b	49,3a	25,9d	20,1bc	55,0a	45,6b	28,0b	26,4b
MEŽ	31,6cd	23,4bc	45,0a	53,8bc	25,8b	21,0b	45,2b	51,5a	11,0ab
AVŽ	27,0cd	20,5bc	52,5a	44,0c	25,8b	30,3b	49,5b	34,3b	16,3ab

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Antrosios apskaitos metu (07 16 d., kukurūzų BBCH-55-59) nemaža dalis įsėlių po I pjūties mažai teatžėlė, išskyrus vienametės svidrės, kurios užėmė iki 55 proc. kukurūzų tarpueilių ploto, ir esmingai daugiausiai. Palankiais metais užimtas plotas gali siekti 90-100 proc., nes svidrės greitai atauga po pjūties ir esti labai konkurencingos tiek piktžolių, tiek pačio antsėlio atžvilgiu. Taip pat atžėlė nemažai avižų (3.3.18 pav.). Laukeliuose su įsėliais piktžolės padengė 20-28 proc. ploto ir skirtumai buvo neesminiai, na o K2 laukeliuose jų buvo daugiausiai, nes piktžolėmis jų ir buvo mulčiuojama. Nežiūrint į tai, kad K1 laukeliuose buvo purenami kukurūzų tarpueiliai (2 kartus), juose rasta apie 10 proc. piktžolių. Kukurūzų aukštis varijavo nuo 137 iki 153 cm.



a)



b)

3.3.18 pav. Migliniai įsėliai kukurūzuose: a) pavasarį sudygusios vienametės svidrės; b) po I pjūties gan gausiai atžėlęs ir dėl sausros pradėjęs bręsti avižų įsėlis.

Trečiosios apskaitos metu (09 12, kukurūzų BBCH-89-90) dėl sausros dirvos paviršiaus struktūroje vyravo dirvožemis, įsėliai beveik visai sunyko – net ir svidrės. Piktžolės labiausiai išplito ten, kur augo vasarinių miežių įsėlis, nes jis po pjūties mažai teatžėlė.

2025 m. Prieš pirmąjį įsėlių išpjovimą birželio 16 d. kontroliniuose laukeliuose piktžolės užėmė 50-60 proc. viso tarpueilio paviršiaus (3.3.22 lentelė). Ypač gausiai sudygo ir užėmė iki 74 proc. paviršiaus baltosios garstyčios, kurių tarpe piktžolės užėmė tik 12 proc., o neužimtos žemės liko 14 proc. Didelį tarpueilio paviršių užėmė ir judros. Skirtumai buvo esminiai.

3.3.22 lentelė. Kukurūzų pasėlio tarpueilių padengimas (proc.).

VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas	06 16 d.			07 21 d.			09 30 d.		
	dirvožemis	piktžolės	įsėlis	dirvožemis	piktžolės	įsėlis	dirvožemis	piktžolės	įsėlis
K1	54,0a	46,0b	-	75,5a	24,5c	-	91,1a	9,0c	-
K2	40,0b	60,0a	-	19,0c	81,0a	-	68,0b	32,0ab	-
GAR	14,0d	12,0d	74,0a	46,8b	49,8b	3,5c	61,8b	38,3a	0,0b
RAP	29,5c	23,7c	46,8c	24,5c	55,3b	20,3b	76,0a	17,8bc	6,3a
RID	28,4c	24,2c	47,4c	17,5c	29,5c	53,0a	63,5b	36,5a	0,0b
JUD	18,8d	19,8cd	61,5b	26,3c	58,8b	15,0bc	77,3a	22,8abc	0,0b

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Po pirmosios pjūties praėjus apie mėnesiui, prieš antrąją pjūtį (07 21 d.) piktžolių K1 laukeliuose sumažėjo iki 25 proc., nes buvo intensyviai ravėta. K2 laukeliuose piktžolės užėmė net 81 proc. paviršiaus, nes jos buvo nekontroliuojamos. Esmingai labiausiai sumažėjo pasėlyje garstyčių – jų buvo tik 3,5 proc. paviršiaus. Mūsų ankstesniuose tyrimuose garstyčios taip pat anksti užleisdavo tarpueilius, tačiau mažiau konkuruodavo su pagrindiniu pasėliu dėl erdvės ir maisto medžiagų ir nemažindavo pagrindinio pasėlio derlingumą esmingai. Pakankamai daug išliko ridikų - jie užėmė net 53 proc. kukurūzų tarpueilių (3.3.19. pav.).



a)



b)

3.3.19 pav. Bastutiniai įsėliai kukurūzuose prieš antrąją pjūtį: a) įsėti vasariniai rapsai; b) įsėti aliejiniai ridikai.

Trečioji apskaita buvo atlikta prieš kukurūzų derliaus nuėmimą, apie du mėn. po antrosios įsėlių pjūties. Tarpueiliuose dar radom šviežiai sudygusių rapsų, tačiau kiti įsėliai sunyko.

Neužimto augalais dirvožemio buvo 62-77 proc., o piktžolių – 18-38 proc. Esmingai mažiausią plotą užėmė su rapsais augusios piktžolės – apie 18 proc.

Įsėlių tankumas ir orasausė biomasė

2023 metai buvo nepalankūs įsėlių dygimui, ypač pupų, nes jų rasta tik 13 vnt. kvadratiniam metre (3.3.23 lentelė). Pirmojo pjovimo metu buvo pakirstos piktžolės, o sudygę įsėliai praktiškai nepaliesiti. Prieš antrąjį išpjovimą kitų įsėlinių augalų rasta sudygusių pakankamai daug, tačiau jų biomasė buvo menkoka. Nežiūrint to, įsėliai padengė tarpueilius ir gan sėkmingai konkuravo su piktžolėmis. Po antrojo išpjovimo įsėlių skaičius sumažėjo apie 10 kartų dėl besitęsios sausros, tačiau jų išauginta biomasė prilygo biomasei iki antrojo išpjovimo.

3.3.23 lentelė. Pupinių įsėlių skaičius ir orasausė biomasė. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Įsėlis / Data	Prieš antrąjį išpjovimą, 07.18		Prieš derliaus nuėmimą, 09.25	
	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²
LUP	13,0c	18,0a	-	-
PUD	614,0b	28,8a	60,0ab	56,9a
PED	1071,0a	30,0a	67,0a	56,1a
MEL	763,0b	36,9a	38,0b	27,5b

Pastaba: LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$. Po antrojo išpjovimo pupos kukurūzų tarpueiliuose išnyko.

2024 metai buvo sausi, sudygę įsėliai vystėsi lėtai, o išpjauti ataugo menkai, todėl buvo nuspręsta juos išpjauti tik vieną kartą (3.3.24 lentelė).

3.3.24 lentelė. Miglinių įsėlių skaičius ir orasausė biomasė. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Įsėlis / Data	Prieš pirmąjį išpjovimą, 06 26 d.		Antroji apskaita, 07 22 d.		Prieš derliaus nuėmimą, 09 12 d.	
	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²
RUG	131b	84,1a	150b	16,2b	6b	3,5b
SVD	116b	110,6a	581a	89,3a	28ab	39,2a
MEŽ	137b	63,9a	126b	31,5b	34ab	6,2b
AVŽ	278a	58,8a	252b	65,6ab	53a	25,5ab

Pastaba: RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Daugiausiai sudygo avižų, o didžiausia orasausė biomasė nustatyta vienamečių svidrių. Po nepilno mėnesio esmingai daugiausiai kukurūzų tarpueiliuose augo svidrių, kurių ir biomasė buvo esmingai didžiausia. Reikia paminėti, kad svidrės gausiai atauga net po 3-4 nupjovimo, nes sparčiai vystosi. Prieš kukurūzų derliaus nuėmimą, tarpueiliuose daugiausiai išliko avižų, nors

svidrių biomasė buvo didesnė.

Apskritai, 2024 m. įsėlių vystymuisi nebuvo palankūs. Net konkurencingos ir greitai ataugančios svidrės vegetacijos pabaigoje beveik išnyko dėl drėgmės stygiaus.

2025 m. buvo drėgnesni ir vėsesni nei ankstesnieji, todėl kukurūzai vystėsi prasčiau, bet įsėliams tokie orai buvo palankūs. Prieš pirmąjį išpjovimą kukurūzų tarpueiliuose esmingai daugiausiai buvo nustatyta judrų ir garstyčių (3.3.25 lentelė), todėl jos užėmė 61 ir 74 proc. tarpueilių ploto ir tuo metu puikiai stebė piktžolės. Didžiausia buvo ir jų biomasė – 89 ir 133 g m⁻² arba 1,33 t ha⁻¹ s. m. Po įsėlių išpjovimo, prieš antrąją pjūtį (07 18 d.) vis dar aptikta apie trečdalis judrų, o garstyčių sumažėjo apie 16 kartų. Apskritai, garstyčiom tas būdinga ir tai nėra blogai, nes jos nekonkuruoja su pagrindiniu pasėliu. Rapsų tarpueiliuose padaugėjo, o ridikų rasta panašiai kaip ir prieš pirmąją pjūtį, tačiau masyvesnių – didesnės biomasės. Taigi, liepos antroje pusėje ridikai vis dar efektyviai stebė piktžolės, palikdami joms tik apie 30 proc. erdvės tarpueiliuose.

3.3.25 lentelė. Bastutinių įsėlių skaičius ir orasausė biomasė. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Įsėlis / Data	Prieš pirmąjį išpjovimą, 06 20 d.		Prieš antrąjį išpjovimą, 07 18 d.		Prieš derliaus nuėmimą, 09 30 d.	
	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²	skaičius vnt. m ⁻²	biomasė g m ⁻²
GAR	368,0b	133,4a	23,0c	10,0c	2,0b	2,1b
RAP	117,0c	50,5b	149,0b	55,7b	20,0a	3,3b
RID	132,0c	73,0ab	134,0b	109,3a	10,0ab	24,0a
JUD	652,0a	89,3ab	217,0a	41,4bc	6,0ab	2,1b

Pastaba: GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Du kartus išpjovus kukurūzų tarpueilius, prieš kukurūzų derliaus nuėmimą bastutinių įsėlių augalų skaičius sumenko kelis kartus, tačiau ridikų biomasė sumažėjo mažiausiai – apie 4 kartus.

3.3.6. Kukurūzų biometriniai, produktyvumo ir kokybiniai rodikliai derliaus nuėmimo metu

Kukurūzų burbuolės

2023 m. Mūsų eksperimente kukurūzai vidutiniškai užmezgė apie 12 įskaitinių (turinčių grūdų) burbuolių kvadratiniam metre (3.3.26 lentelė). Esminių skirtumų tarp variantų nenustatyta.

Esmingai skyrėsi vidutinis burbuolės ilgis. Ilgiausios burbuolės nustatyto parentuose kukurūzų laukeliuose – 17 cm ilgio, o trumpiausios – įsėjus purpurinius dobilus – 14,5 cm. Šis skirtumas yra esminis, o tarp kitų variantų skirtumai buvo neesminiai.

Esmingai skyrėsi ir burbuolių biomasės drėgnis bei produktyvumas. Drėgniausios burbuolės nustatytos laukeliuose su liucernų bei Persinių dobilų įsėliais., o sausiausios – su pupų įsėliu.

Esmingai didžiausia žalioji ir sausoji burbuolių biomasė nustatyta kontroliniuose K1 ir K2 laukeliuose, nes juose kukurūzams buvo mažiausia konkurencija. Tačiau vertinant burbuolių sausąją biomasę, laukeliai su pupų ir purpurinių dobilų įsėliais prilygo laukeliams be įsėlių – konkurentų. Apskritai, kukurūzų burbuolių sausoji biomasė, nepaisant drėgmės stygiaus, buvo didelė ir varijavo nuo 0,8 iki 1,5 kg m⁻² arba nuo 8 iki 15 t ha⁻¹.

3.3.26 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis kukurūzų burbuolių biometriniams ir produktyvumo rodikliams. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas	Burbuolių skaičius m ²	Vidutinis burbuolės ilgis cm	Burbuolių biomasė kg m ⁻²			Grūdų skaičius burbuolės eilėje vnt.	1000 grūdų masė
			drėgnis proc.	žalioji	sausoji		
K1	12,00a	17,0a	35,6b	2,32a	1,49a	30,1a	245,6a
K2	12,45a	15,9ab	36,3b	2,03a	1,29a	25,3b	231,0a
LUP	12,89a	15,6ab	32,5ab	1,92ab	1,30a	21,6b	232,0a
PUD	12,22a	14,5b	34,8b	1,68b	1,10a	24,4b	221,8a
PED	12,45a	15,5ab	44,1ab	1,79b	1,00ab	21,5b	239,9a
MEL	12,22a	15,5ab	52,5a	1,70b	0,81b	23,3b	221,0a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Grūdų skaičius burbuolės eilėje parodo kukurūzų grūdų produktyvumo potencialą. Dažnai eilėje priskaičiuojama nuo 14 iki 35 ir daugiau vnt. grūdų. Tai priklauso nuo vegetacijos sąlygų bei taikytos agrotechnologijos intensyvumo ir tipo (intensyvi chemizuota ar ekologinė). Nepaisant nepalankių meteorologinių sąlygų, eksperimente kukurūzai užmezgė nuo 21 iki 30 grūdų burbuolės eilėje (3.3.26 lentelė). Esmingai daugiausiai grūdų nustatyta kukurūzų, augusių kontroliniuose K1 laukeliuose be įsėlių. Kitų variantų laukeliuose grūdų skaičius skyrėsi tarpusavyje neesmingai.

Ankstesniuose daugkartiniuose mūsų tyrimuose buvo nustatyta, kad vienas stabiliausių kukurūzų produktyvumo rodiklių yra 1000 grūdų masė. Kitaip tariant, esmingai kintant kitiems produktyvumo rodikliams, 1000 sėklų masė kinta nedaug. Šiuo mūsų atradimus patvirtino ir šio eksperimento rezultatai. 1000 sėklų masė kito neesmingai, nors didžiausia ji buvo kontrolės (K1) laukeliuose augusių kukurūzų.

2024 m. kukurūzai užmezgė nuo 11,8 iki 15,3 burbuolių kvadratiname metre (3.3.27 lentelė). Esmingai daugiausiai kontroliniuose laukeliuose be įsėlių K1, o esmingai mažiausiai - laukeliuose su svidrių įsėliu. Ankstesniuose mūsų tyrimuose mes stebėjome padidintą konkurenciją tarp

kukurūzų ir svidrių, tačiau svidrės taip pat gerai konkuravo su piktžolėmis, todėl mes šį variantą įtraukėme į tyrimų programą.

Skirtingai nei 2023 m., vidutinis burbuolės ilgis skyrėsi neesmingai ir varijavo nuo 15,1 iki 16,8 cm. Panašaus ilgio burbuolės buvo suformuotos ir 2023 m.

3.3.27 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis kukurūzų burbuolių biometriniais ir produktyvumo rodikliams. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas	Burbuolių skaičius m ²	Vidutinis burbuolės ilgis cm	Burbuolių biomasė kg m ⁻²			Grūdų skaičius burbuolės eilėje vnt.	1000 grūdų masė
			drėgnis proc.	žalioji	sausoji		
K1	15,3a	16,8a	21,4a	2,91a	2,28a	32,3a	305,4a
K2	12,2b	16,6a	21,0a	2,21ab	1,75ab	30,9a	271,5b
RUG	12,4ab	16,3a	21,8a	2,05b	1,60b	30,9a	263,0b
SVD	11,8b	15,1a	25,1a	1,89b	1,43b	28,4a	270,3b
MEŽ	13,1ab	15,9a	22,6a	2,19b	1,69b	31,1a	272,4b
AVŽ	12,9ab	15,4a	21,4a	2,11b	1,66b	29,5a	268,1b

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Burbuolių biomasės drėgnis varijavo nuo 21 iki 25,1 proc. ir esmingai nesiskyrė, tačiau jų produktyvumas skyrėsi esmingai. Kaip ir 2023 m., esmingai didžiausia žalioji ir sausoji burbuolių biomasė nustatyta kontroliniuose K1 ir K2 laukeliuose, nes juose kukurūzams buvo mažiausia konkurencija. Tačiau vertinant burbuolių sausąją biomasę, laukeliai su mulčiuotomis piktžolėmis K2 beveik prilygo kontroliniams K1 laukeliams, kur kukurūzai nekonkuravo. Apskritai, kukurūzų burbuolių sausoji biomasė, nepaisant drėgmės stygiaus, buvo didesnė nei 2023 m. ir varijavo nuo 1,43 iki 2,28 kg m⁻² arba nuo 14,3 iki 22,8 t ha⁻¹, nes grūdų burbuolės eilėje buvo gausu – nuo 29,5 iki 32,3 vnt.

Prie burbuolių biomasės produktyvumo nemažai prisidėjo ir 2024 m. ypač stambūs kukurūzų grūdai. Jų 1000 grūdų masė siekė net 305 g kontroliniuose K1 laukeliuose. Kituose laukeliuose masė buvo esmingai mažesnė, tačiau kito 263-272 g ribose.

2025 m. Šie metai buvo palankūs įsėliams vystytis, tačiau kukurūzams trūko šilumos, todėl produktyvumo rodikliai buvo žemesni nei ankstesniais tyrimų metais (3.3.28 lentelė). Nors burbuolių kvadratiniam metre buvo užmegzta panašiai kaip ir kitais metais, tačiau jų ilgis buvo beveik dvigubai, o grūdų skaičius eilėje – apie 10 vnt. mažesnis nei 2024 m.

3.3.28 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis kukurūzų burbuolių biometriniais ir produktyvumo rodikliams. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas	Burbuolių skaičius m ²	Vidutinis burbuolės ilgis cm	Burbuolių biomasė kg m ⁻²			Grūdų skaičius burbuolės eilėje vnt.	1000 grūdų masė
			drėgnis proc.	žalioji	sausoji		
K1	12,0a	8,7a	56,8ab	2,91a	0,68a	23,3a	146,4a
K2	10,0b	7,1a	67,5a	2,21b	0,33c	19,9ab	142,1a
GAR	11,3ab	7,7a	51,2b	2,05ab	0,65ab	22,4ab	134,8a
RAP	11,3ab	7,9a	50,2b	1,89b	0,52abc	19,1ab	138,6a
RID	11,1ab	8,9a	51,8b	2,19b	0,60ab	17,8b	125,6a
JUD	12,7a	8,8a	50,4b	2,11b	0,44bc	21,0ab	142,2a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Derliaus nuėmimo metu burbuolės vis dar buvo drėgnos – drėgnis kito nuo 50 iki 68 proc. Nedidelė buvo ir burbuolių žalioji ir sausoji biomasė ploto vienetu. Esmingai didžiausia burbuolių sausoji biomasė nustatyta kontrolėje K1 be įsėlių augusių kukurūzų (6,8 t ha⁻¹), o mažiausia – K2 laukeliuose su mulčiuotomis piktžolėmis – tik 3,3 t ha⁻¹ (čia burbuolės buvo drėgniausios). Akivaizdu, kad kukurūzų derlius buvo nuimtas ankstokai (09 30 d.), tačiau ataskaitos pateikimo terminai neleido mums vėlinti nuėmimo datos, nes mėginiai dar turėjo išdžiūti prieš vertinant įvairius produktyvumo rodiklius.

1000 grūdų masė esmingai tarp variantų nesiskyrė, tačiau ji buvo daugiau nei 100 g mažesnė nei ankstesniais tyrimų metais.

Kita kukurūzų antžeminė dalis

2023 m. Stengėmės, kad kukurūzų pasėlio tankumas eksperimente būtų kuo vienesnis ir mums tai pavyko. Derliaus nuėmimo metu kvadratiniam metre nustatėme nuo 12,9 iki 13,8 augalų. Skirtumai yra neesminiai (3.3.29 lentelė).

Nors grūdams auginamų kukurūzų aukštis nėra didelis ir siekia 200-220 cm, tačiau dėl drėgmės stygiau 2023 m. kukurūzai tesiekė 150-170 cm, o burbuolės buvo formuojamos netoli žemės paviršiaus. Esmingai aukščiausi kukurūzai augo K1 laukeliuose be įsėlių ir purentais tarpueiliais, nes kukurūzai augo be konkurencijos.

3.3.29 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis kukurūzų biometriniams, produktyvumo ir kokybiniais rodikliams. VDU ŽŪA Bandyimų stotis, 2023 m.

Variantas	Augalų skaičius m ²	Vidutinis augalo aukštis cm	Stiebų ir lapų biomasė kg m ⁻²			Grūdų derlingumas kg m ⁻²	Ląstelienos grūduose proc.	Grūdų baltymingumas proc.
			drėgnis proc.	žalioji	sausoji			
K1	12,9a	176,0a	61,0b	1,77a	0,69a	1,37a	1,40a	7,69a
K2	13,3a	159,2b	58,2b	1,83a	0,76ab	1,17ab	1,33a	6,97b
LUP	13,8a	151,9b	73,7a	1,77a	0,46b	1,07ab	1,32a	6,97b
PUD	13,1a	163,1ab	62,1b	1,48a	0,56b	0,99b	1,32a	7,60ab
PED	13,1a	148,4b	68,4ab	1,93a	0,61ab	1,01b	1,26a	7,51ab
MEL	13,3a	152,3b	66,8ab	1,38a	0,46b	0,96b	1,24a	7,07ab

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Auginant kukurūzus grūdams, augalo suformuota burbuolė esti sunkesnė nei visa kita antžeminė dalis skaičiuojant sausosiomis medžiagomis. Tokius rezultatus gavome ir mes, nors žalioji biomasė ir buvo panaši. Stiebų ir lapų biomasės drėgnis siekė 58-74 proc. Tokia biomasė yra pakankamo drėgnumo siloso gamybai. Iš šios kukurūzų ir įsėlių biomasės pagaminome silosą, kuris šiais metais subręs ir bus iširtos jo pašarinės ypatybės. Detalūs rezultatai bus pateikti baigiamojoje ataskaitoje. Nors biomasės drėgnis skyrėsi esmingai, tačiau žaliosios biomasės produktyvumas skyrėsi neesmingai ir varijavo 1,38 ir 1,93 kg m⁻² ribose. Didžiausia stiebų ir lapų žalioji biomasė buvo nustatyta laukeliuose su Persinių dobilų įsėliu, o esmingai didžiausia sausųjų medžiagų biomasė – kontroliniuose K1 laukeliuose – 0,69 kg m⁻² arba 6,9 t ha⁻¹.

Be biomasės produktyvumo mums svarbus ir grūdų derlingumas. Eksperimente jis buvo aukštas ir siekė 0,96-1,37 kg m⁻² ir esmingai skyrėsi tarp variantų (3.3.29 lentelė). Didžiausias grūdų derlingumas nustatytas kontroliniuose laukeliuose K1 ir K2 ne įsėlių. Laukeliuose su įsėliais grūdų derlingumas dažniausiai buvo esmingai mažesnis, nors buvo apie 1 kg m⁻² arba 10 t ha⁻¹.

Tyrimai parodė, kad ląstelienos kiekis grūduose tarp variantų esmingai nesiskyrė, tačiau didžiausi baltymų kiekiai nustatyti grūdų, augusių kontroliniuose K1 laukeliuose be įsėlių ir su dobilų bei liucernos įsėliais (3.3.29 lentelė).

2024 m. Derliaus nuėmimo metu kvadratiname metre vidutiniškai augo 13,3 augalų (3.3.30 lentelė). 2024 m. kukurūzų aukštis kito nuo 136 iki 158 cm. Kaip ir 2023 m., aukščiausi kukurūzai augo K1 laukeliuose be įsėlių ir parentais tarpueiliais, nes kukurūzai augo be konkurencijos, o žemiausi – augę su avižų įsėliu.

Auginant kukurūzus grūdams, augalo suformuota burbuolė esti sunkesnė nei visa kita antžeminė dalis skaičiuojant sausosiomis medžiagomis. Tokius rezultatus gavome ir mes, nors žalioji biomasė ir buvo panaši. Stiebų ir lapų biomasės drėgnis buvo mažesnis nei 2023 m. ir siekė

60-65 proc. Skirtumai nebuvo esmingi. Žaliosios biomasės produktyvumas taip pat skyrėsi neesmingai ir varijavo nuo 1,66 iki 2,12 kg m⁻², kai tuo tarpu 2023 m. – nuo 1,38 iki 1,93 kg m⁻². Didžiausia stiebų ir lapų žalioji biomasė buvo nustatyta kontroliniuose K1 ir K2 laukeliuose. Skirtumai neesminiai.

3.3.30 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis kukurūzų biometriniams, produktyvumo ir kokybiniais rodikliams. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas	Augalų skaičius m ²	Vidutinis augalo aukštis cm	Stiebų ir lapų biomasė kg m ⁻²			Grūdų derlingumas kg m ⁻²	Grūdų baltymingumas proc.	Ląstelių grūduose proc.
			drėgnis proc.	žalioji	sausoji			
K1	13,3	158,3a	65,5a	2,12a	0,73a	1,92a	7,91a	1,65a
K2		148,0ab	61,5a	2,06a	0,79a	1,47ab	7,07a	1,33a
RUG		142,2b	60,9a	1,86a	0,76a	1,38b	7,13a	1,48a
SVD		140,4b	65,4a	1,77a	0,62a	1,26b	7,57a	1,50a
MEŽ		142,4b	60,9a	1,88a	0,73a	1,47ab	7,76a	1,50a
AVŽ		136,5b	60,6a	1,66a	0,65a	1,43b	7,97a	1,70a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Sausoji kukurūzų stiebų ir lapų biomasė varijavo 0,62-0,79 kg m⁻² ribose ir esmingai nesiskyrė.

Be biomasės produktyvumo mums svarbus ir grūdų derlingumas. Eksperimente jis buvo aukštas ir siekė 1,26-1,92 kg m⁻² ir esmingai skyrėsi tarp variantų (3.3.20 lentelė). Didžiausias grūdų derlingumas nustatytas kontroliniuose laukeliuose K1 be įsėlių. Laukeliuose su įsėliais grūdų derlingumas dažniausiai buvo esmingai mažesnis, išskyrus K2 ir MEŽ laukelius.

Grūdų kokybiniai rodikliai esmingai nesiskyrė.

2025 m. Derliaus nuėmimo metu kvadratiname metre augo nuo 12,4 iki 13,6 augalų ir jų skaičius esmingai nesiskyrė (3.3.31 lentelė). Kukurūzų aukštis kito nuo 157 cm (su ridikų įsėliu) iki 181 cm (K1, be įsėlių). Kaip ir ankstesniais metais, aukščiausi kukurūzai augo K1 laukeliuose be konkurentų.

Stiebų ir lapų biomasės drėgnis buvo mažesnis nei 2023 m. ir siekė 60-65 proc. Skirtumai nebuvo esmingi. Žaliosios biomasės produktyvumas taip pat skyrėsi neesmingai ir varijavo nuo 1,66 iki 2,12 kg m⁻², kai tuo tarpu 2023 m. – nuo 1,38 iki 1,93 kg m⁻². Didžiausia stiebų ir lapų žalioji biomasė buvo nustatyta kontroliniuose K1 ir K2 laukeliuose, tačiau didžiausia sausoji biomasė buvo kukurūzų su garstyčių įsėliu. Skirtumai neesminiai.

3.3.31 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis kukurūzų biometriniams, produktyvumo ir kokybiniais rodikliams. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas	Augalų skaičius m ²	Vidutinis augalo aukštis cm	Stiebų ir lapų biomase kg m ⁻²			Grūdų derlingumas kg m ⁻²	Žalioji ląstelienos grūduose proc.	Grūdų baltymingumas proc.
			drėgnis proc.	žalioji	sausoji			
K1	13,6a	181,4a	76,7a	2,12ab	0,39a	0,60a	4,86a	6,75a
K2	12,9a	166,6ab	80,5a	2,06ab	0,29a	0,38b	4,67a	8,19a
GAR	12,9a	173,9ab	80,2a	1,86a	0,41a	0,54ab	4,72a	6,86a
RAP	12,4a	163,3ab	77,8a	1,77b	0,23a	0,40ab	5,65a	6,71a
RID	12,9a	157,1b	78,2a	1,88b	0,27a	0,35b	5,75a	6,48a
JUD	13,6a	159,7b	77,7a	1,66ab	0,38a	0,41ab	5,16a	7,88a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Kaip ir ankstesniais metais, didžiausias grūdų derlingumas nustatytas kukurūzų be įsėlių (K1), tačiau ir kukurūzai su garstyčių rapsų ir judrų įsėliais buvo gan derlingi. Skirtumai tarp jų nebuvo esminiai.

Ląstelienos ir baltymų kiekis kukurūzų grūduose. 2025 m. ląsteliena grūduose buvo nustatyta kitu metodu, tačiau matome, kad tarp variantų, kaip ir ankstesniais metais, esminių skirtumų nebuvo (3.3.31 lentelė). Šiek tiek daugiau skyrėsi baltymų kiekis grūduose. Didesniu jų kiekiu išsiskyrė K2 ir JUD variantai. Nors skirtumai neesminiai, tačiau verta detaliau patyrinėti, kaip piktžolių ir judrų biomasė praturtino dirvožemį mitybos elementais ir tai galimai pagerino kukurūzų mitybą.

Kukurūzų su pupiniais įsėliais siloso kokybė

2023 m. laboratorinėmis sąlygomis buvo pagamintas kukurūzų silosas su skirtingais komponentais (3.3.32 lentelė).

3.3.32 lentelė. Kukurūzu su pupiniais įsėliais kokybiniai rodikliai. LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija, 2023 m.

Rodiklis	Siloso variantai				Tyrimo metodai
	KU+PU	KU+MEL	KU+PUD	KU+PED	
Natūralioje medžiagoje:					Komisijos reglamentas (EB) NT. 152/2009 2009 m. sausio 27 d.
Sausos medžiagos proc.	28,98	43,24	40,94	36,73	
Pelenai proc.	1,39	1,61	1,69	1,78	
Azoto kiekis	0,63	0,52	0,47	0,45	
Baltymai proc.	3,93	3,27	2,95	2,84	
Fosforo kiekis P proc.	0,087	0,091	0,078	0,073	
Kalio kiekis K proc.	0,25	0,32	0,31	0,28	
Kalcio kiekis Ca proc.	0,18	0,19	0,17	0,18	
Krakmolo kiekis proc.	5,68	19,16	17,48	14,78	
Ląsteliena proc.	6,00	5,75	6,35	5,96	
pH	4,01	4,69	4,72	4,77	

Sausoje medžiagoje:					
Energetinė vertė MJ kg ⁻¹	11,49	12,26	11,94	11,82	Apskaičiuota

Pastaba: KU+PU – kukurūzų ir pupų silosas, KU+MEL – kukurūzų ir mėlynžiedžių liucernų silosas, KU+PUD – kukurūzų ir purpurinių dobilų silosas, KU+PED – kukurūzų ir Persinių dobilų silosas.

Kukurūzų ir pupų silose buvo mažiausiai sausųjų medžiagų, nes biomasė silosavimui buvo nupjauta mėnesiu anksčiau (kukurūzai buvo sultingesni), nei kita, nes pupos būtų perbrendusios. Nežiūrint to, sausosios medžiagos procentas atitiko minimalius (min. 25 proc.) reikalavimus. Pagal baltymų ir krakmolo kiekius pranašiausi buvo silosai su pupomis ir mėlynžiedėmis liucernomis, nors pastarosios turėjo daugiau fenolinių junginių.

3.3.7. Pasėlio piktžolėtumas

Piktžolių rūšinė sudėtis ir skaičius

2023 m. Eksperimento laukeliuose buvo aptikta apie 20 rūšių piktžolių. Iš trumpaamžių piktžolių vyravo baltoji balanda (*Chenopodium album* L.), trumpamakštis rūgtis (*Polygonum lapathifolia* L.), paprastoji rietmenė (*Echinochloa crus-galli* L.), garstukas (*Sinapis arvensis* L.). Iš daugiamečių – dirvinė pienė (*Sonchus arvensis* L.), dirvinė usnis (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) ir paprastasis varputis (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Šių piktžolių biomasės mišinys buvo panaudotas vandeninių ekstraktų gamybai ir tyrimams, aprašytiems ataskaitos 2-oje dalyje.

Kaip jau buvo minėta aukščiau, po kukurūzų sudygimo įsėti įsėliai dygo ir vystėsi lėtai, todėl net kukurūzams paaugus tarpueiliuose buvo nemažai piktžolių, kurios nupjautos sudarė augalinę dangą (3.3.20 pav.)



a)



b)

3.3.20 pav. Kukurūzų pasėlio vaizdas: a) prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą ir po jo; b) prieš antrąjį išpjovimą ir po jo.

Link vegetacijos pabaigos piktžolių skaičius laukeliuose nuosekliai mažėjo (3.3.33 lentelė). Ypač sumažėjo piktžolių skaičius ten, kur buvo purenti tarpueiliai (K1 laukeliai). Prieš antrąjį

tarpueilių nupjovimą jau rasta mažiausiai įvairių grupių piktžolių. Po antrojo tarpueilių nupjovimo didesnę įtaką darė pačių kukurūzų konkurencija, nes jie šiuose laukeliuose buvo stambiausi. Mulčiavimas piktžolėmis (K2) nebuvo efektyvus, nes šiuose laukeliuose buvo randama ne tik trumpaamžių, bet ir kitų grupių piktžolių.

Lyginant su K1 laukeliais, laukeliai su įsėliais buvo piktžolėtesni, tačiau mažiausiai piktžolių buvo randama laukeliuose su purpuriniais ir Persiniais dobilais bei mėlynžiedėmis liucernomis, nes jos tankiau padengė lapija dirvožemio paviršių nei pupos.

Mūsų ankstesnių tyrimų duomenimis, labiausiai piktžolės konkuravo su kaupiamųjų žemės ūkio augalų pasėliais ne skaičiumi, o biomase.

3.3.33 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis skirtingų piktžolių grupių gausumui, vnt. m⁻². VDU ŽŪA Bandyamų stotis, 2023 m.

Variantas	Piktžolių grupės		
	Trumpaamžės	Daugiametės	Visos
Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą, 06 20 d.			
K1	130,6a	2,5ab	133,1a
K2	100,0ab	5,0a	105,0ab
LUP	101,0ab	2,0ab	103,0ab
PUD	83,0ab	0,0b	83,0ab
PED	78,0ab	0,0b	78,0ab
MEL	71,0b	0,0b	71,0b
Prieš antrąjį tarpueilių išpjovimą, 07 18 d.			
K1	60,0b	0,0b	60,0b
K2	125,0a	3,0ab	128,0a
LUP	88,0ab	4,0a	92,0ab
PUD	110,0a	0,0b	110,0a
PED	69,0b	0,0b	69,0b
MEL	92,0ab	2,0ab	94,0ab
Prieš derliaus nuėmimą, 09 25 d.			
K1	25,0b	1,0b	26,0c
K2	92,5a	4,5a	97,0a
LUP	69,0a	3,0ab	72,0ab
PUD	59,0ab	0,0b	59,0bc
PED	66,0a	0,0b	66,0ab
MEL	64,0a	0,0b	64,0ab

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

2024 m. Prieš kukurūzų tarpueilių išpjovimą, daugiausiai trumpaamžių, daugiamečių ir visų rūšių piktžolių rasta K2 varianto laukeliuose, kur piktžolės nebuvo kontroliuotos (3.3.34 lentelė). Po išpjovimo praėjus beveik mėnesiui, tendencijos išliko panašios, tačiau piktžolių mažėjo, išskyrus laukeliuose su avižomis. Čia piktžolių skaičius išliko panašus. Vegetacijos pabaigoje

trumpaamžių piktžolių dar sumažėjo dėl drėgmės stygiaus. Naujos piktžolės nedygo. Atsparesnės sausras buvo daugiamečių piktžolės, kurių skaičius laukeliuose padidėjo kelis kartus, nors apskritai jų skaičius nebuvo didelis ir žalingas.

3.3.34 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis skirtingų piktžolių grupių gausumui, vnt. m⁻². VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas	Piktžolių grupės		
	Trumpaamžės	Daugiametės	Visos
Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą, 06 22 d.			
K1	31,0c	0,0b	31,0c
K2	104,0a	7,0a	111,0a
RUG	77,0ab	2,0b	79,0ab
SVD	84,0b	0,0b	84,0ab
MEŽ	76,0abc	0,0b	76,0abc
AVŽ	63,0b	2,0b	65,0b
Antroji apskaita, 07 26 d.			
K1	15,0c	1,0a	16,0c
K2	84,0a	0,0a	84,0a
RUG	62,0ab	1,0a	63,0ab
SVD	39,0bc	1,0a	40,0bc
MEŽ	52,0ab	0,0a	52,0ab
AVŽ	65,0ab	0,0a	65,0ab
Prieš derliaus nuėmimą, 09 12 d.			
K1	21,0b	3,0a	24,0c
K2	40,0ab	5,0a	45,0ab
RUG	37,0b	2,0a	39,0bc
SVD	29,0b	2,0a	31,0bc
MEŽ	35,0b	6,0a	41,0bc
AVŽ	58,0a	3,0a	61,0a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Lyginant su K1 laukeliais, laukeliai su įsėliais buvo piktžolėtesni, tačiau mažiausiai piktžolių buvo randama laukeliuose su vienametėmis svidrėmis, nes jos tankiau padengė lapija dirvožemio paviršių nei kiti įsėliai. Būtent tai ir konkurencija dėl mitybos elementų bei vandens sudarė pagrindinę konkurenciją, nes alelopatija nebuvo svarbiausia. Svidrėse nustatėme mažesnius fenolių kiekius, kurie dar ir skaidėsi lėtai.

2025 m. buvo drėgnesni ir vėsesni, todėl palankūs piktžolėms vystytis. Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą piktžolių, ypač trumpaamžių buvo gerokai daugiau nei ankstesniais metais (3.3.35 lentelė). Daugiamečių piktžolių buvo nedaug, tačiau jų padaugėjo 5-7 kartais po pirmojo piktžolių išpjovimo K1 ir K2 laukeliuose.

3.3.35 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis skirtingų piktžolių grupių gausumui, vnt. m⁻². VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas	Piktžolių grupės		
	Trumpaamžės	Daugiametės	Visos
Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą, 06 20 d.			
K1	189,0a	3,0a	192,0a
K2	183,0ab	4,0a	187,0ab
GAR	61,0c	9,0a	70,0c
RAP	83,0bc	5,0a	88,0c
RID	129,5a	0,0a	129,5bc
JUD	58,0c	2,0a	60,0c
Prieš antrąjį tarpueilių išpjovimą, 07 18 d.			
K1	35,0c	14,0ab	42,0b
K2	102,0ab	31,0a	133,0a
GAR	114,0a	2,0b	116,0a
RAP	82,0abc	1,0b	83,0ab
RID	52,0bc	0,0b	52,0b
JUD	107,0ab	0,0b	107,0ab
Prieš derliaus nuėmimą, 09 30 d.			
K1	21,0b	9,0a	30,0a
K2	27,0ab	17,0a	44,0a
GAR	26,0ab	14,0a	40,0a
RAP	37,0a	10,0a	47,0a
RID	32,0ab	14,0a	46,0a
JUD	28,0ab	15,0a	43,0a

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Apskritai, per kukurūzų vegetaciją piktžolių laukeliuose vis mažėjo. Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą laukeliuose buvo vidutiniškai apie 121 vnt. m⁻² piktžolių, po mėnesio – apie 89 vnt., o prieš derliaus nuėmimą – apie 42 vnt. Tai nuoseklus mažėjimas. Tiesa, prieš derliaus nuėmimą padaugėjo daugiamečių piktžolių, nes įsėliai jau sunyko, o tarpueiliai nebebuvo purenami ar mulčiuojami.

Piktžolių antžeminė orasausė biomasa

2023 m. Piktžolių biomasę kontroliuoti sekėsi sunkiau. Po pirmosios tarpueilių pjūties piktžolių biomasė net padidėjo, ypač laukeliuose su pupų ir Persinių dobilų įsėliais (3.3.36 lentelė). Išpjovus įsėlius antrą kartą, piktžolių biomasė pradėjo mažėti. Prie to prisidėjo ir įsėlių konkurencija, nes laukeliuose su pjaunamomis piktžolėmis (K2), piktžolių biomasė išliko didelė, ypač daugiamečių.

3.3.36 lentelė. Pupinių įsėlių poveikis skirtingų piktžolių grupių biomasei, g m⁻². VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas	Piktžolių grupės		
	Trumpaamžės	Daugiametės	Visos
Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą, 06 20 d.			
K1	95,9b	1,2a	97,1b
K2	142,4ab	2,8a	145,2ab
LUP	181,2a	0,4a	181,6a
PUD	164,9ab	0,0a	164,9ab
PED	154,4ab	0,0a	154,4ab
MEL	140,6ab	0,0a	140,6ab
Prieš antrąjį tarpueilių išpjovimą, 07 18 d.			
K1	77,0c	0,0b	77,0c
K2	133,1bc	0,7b	133,8bc
LUP	250,7a	44,2a	256,4a
PUD	116,7c	0,0b	116,7c
PED	227,1a	0,0b	227,1a
MEL	178,2ab	23,5ab	201,7ab
Prieš derliaus nuėmimą, 09 25 d.			
K1	8,9c	0,2b	9,1d
K2	121,4a	6,6a	128,0a
LUP	85,3a	0,3b	85,6b
PUD	40,9c	0,0b	40,9d
PED	43,3bc	0,0b	43,3cd
MEL	83,6ab	0,0b	83,6bc

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

Efektyviausiai piktžolių biomasę kontroliavo (po tarpueilių purenimo) kukurūzų pasėliai su purpuriniais ir Persiniais dobilais. Ji buvo apie 2 kartus mažesnė nei laukeliuose su kitais įsėliais.

2024 m. Lėtai besivystant įsėliams, kaip ir 2023 m., piktžolių biomasę kontroliuoti sekėsi sunkiau. Po pirmosios tarpueilių pjūties piktžolių biomasė sumažėjo (3.3.37 lentelė). Tačiau iki kukurūzų vegetacijos pabaigos piktžolės spėjo atstatyti savo prarastą biomasę, nors jų skaičius ir sumažėjo. Ypač padidėjo daugiamečių piktžolių biomasė laukeliuose su įsėtais miežiais, nes po pjūties jie menkai teatžėlė ir nekonkuravo su piktžolėmis. Efektyviausiai piktžolių biomasę kontroliavo (po tarpueilių purenimo, K1) kukurūzų pasėliai su vienametėmis svidrėmis, tačiau piktžolių orasausė biomasė vis tiek buvo apie 6 kartus didesnė nei kontroliniuose K1 laukeliuose.

3.3.37 lentelė. Miglinių įsėlių poveikis skirtingų piktžolių grupių biomasei, g m⁻². VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas	Piktžolių grupės		
	Trumpaamžės	Daugiametės	Visos
Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą, 06 22 d.			
K1	26,8b	0,0a	26,8b
K2	107,9a	8,7a	141,6a
RUG	108,6a	6,6a	115,2a
SVD	108,3a	0,0a	108,3a
MEŽ	92,7ab	0,0a	92,7ab
AVŽ	126,1a	6,1a	107,2a
Antroji apskaita, 07 26 d.			
K1	11,6c	0,55a	12,3b
K2	71,4a	0,0a	71,4a
RUG	37,0bc	0,6a	37,6ab
SVD	48,3ab	0,4a	48,7a
MEŽ	56,4ab	0,0a	56,4a
AVŽ	46,8ab	0,0a	46,8a
Prieš derliaus nuėmimą, 09 12 d.			
K1	9,8d	0,4b	10,2d
K2	150,5ab	4,0b	134,5ab
RUG	103,8abc	0,6b	104,4bc
SVD	67,6cd	0,5b	68,1c
MEŽ	162,9a	27,3a	190,2ab
AVŽ	88,6bc	2,9b	91,5bc

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

2025 m. piktžolių orasausė biomasė buvo mažesnė nei ankstesniais metais, nors jų skaičius ir buvo didesnis. Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą mažiausiai piktžolių rasta kukurūzuose su garstyčių įsėliu (3.3.38 lentelė).

Po išpjovimo praėjus mėnesiui, piktžolių biomasė dažniausiai mažėjo, tačiau kukurūzuose su garstyčiomis išaugo daugiamečių piktžolių biomasė, nes garstyčios po išpjovimo praktiškai visai neataugo ir naujai nesudygo. Iki derliaus nuėmimo praėjus dar daugiau neri dviem mėnesiams, piktžolių biomasė dažniausiai mažėjo. Esmingai mažiausia ji buvo kontroliniuose K1 laukeliuose, tačiau kukurūzuose su judrų įsėlių biomasė nors ir buvo didesnė, tačiau neesmingai.

3.3.38 lentelė. Bastutinių įsėlių poveikis skirtingų piktžolių grupių biomasei, g m⁻². VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas	Piktžolių grupės		
	Trumpaamžės	Daugiametės	Visos
Prieš pirmąjį tarpueilių išpjovimą, 06 20 d.			
K1	92,6a	0,8a	93,4ab
K2	93,8a	2,3a	96,1a
GAR	21,7c	11,6a	33,3c
RAP	37,2bc	3,2a	40,4bc
RID	75,2ab	0,0a	75,5abc
JUD	36,0bc	2,3a	38,3bc
Prieš antrąjį tarpueilių išpjovimą, 07 18 d.			
K1	7,9b	3,7a	11,6a
K2	38,2a	10,9a	49,1a
GAR	22,5ab	32,0a	54,5a
RAP	29,9a	1,6a	31,5a
RID	31,3a	0,0a	31,3a
JUD	33,5a	0,0a	33,5a
Prieš derliaus nuėmimą, 09 30 d.			
K1	1,9d	1,3a	3,2b
K2	6,9cd	21,6a	28,5ab
GAR	20,2abc	17,5a	37,7a
RAP	28,5a	8,0a	36,5a
RID	23,4ab	15,8a	39,2a
JUD	12,4bcd	11,7a	24,1ab

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. Skirtinga raide pažymėti variantų vidurkiai lentelės stulpeliuose yra esminiai, $P < 0,05$.

3.3.8. Ligos ir kenkėjai

Lietuvoje vis plačiau plintanti kukurūzų liga yra pūslėtosios kūlės (*Ustilago maydis*). Ligos sukėlėjai grybai dauginasi sporomis, kurios gali išlikti gyvybingos dirvoje mažiausiai 4 metus. Augalai užsikrečia per dirvą ir oru plintančiomis sporomis. Dėl ligos išauga ne tik mažesnis derlius, bet ir nukenčia jo maistinė ar pašarinė vertė. Pasak A. Mačiuką, ši liga plinta sausais, šiltais metais. Ypač jautrūs esti nuo sausros nukentėję augalai (Agrožinios.lt). Tačiau skirtingai nei buvo rašoma, sausais ir karštais 2023 ir 2024 metais ši liga mūsų eksperimente neplito. Neplito ji iš šaltesniais ir drėgnesniais 2025 m. Greičiausiai todėl, kad kukurūzų pasėlių koncentracija VDU ŽŪA Bandymų stotyje yra nedidelė (tik apie 0,2 ha iš 150 ha).

Planavome įvertinti kukurūzinių straubliukų (*Tanymecus dilaticollis*) išplitimą ir padarytą žalą. Straubliukai labiausiai pakenkia jauniems kukurūzų augalams. Jie intensyviau maitinasi aukštoje temperatūroje, tačiau 2023 ir 2024 m. straubliukų populiacija dėl sausų sąlygų, o 2025 m. – dėl vėsių sąlygų neišplito ir apčiuopiamos žalos kukurūzams nepadarė.

3.3.9. Agrotechnologijų energetinis ir aplinkosauginis vertinimas

Energetinis vertinimas

Agrotechnologijų energetinio ir aplinkosauginio vertinimo skaičiavimuose naudojome Lietuvos ekonomikos ir kaimo plėtros instituto žemės ūkio technikos normatyvinius duomenis (Srebutenienė, 2017; Srebutenienė, Stalgienė, 2017). Skaičiavimams naudojome 2–10 ha lauko plotą. Traktorių galia svyravo nuo 45 iki 102 kW, biomasės kombaino – 250 kW (3.3.39 lentelė). Mechaninių sėjamųjų duomenys pateikti skaičiavimuose, kai buvo sėjama iki 200 kg ha⁻¹ sėklų.

3.3.39 lentelė. Kukurūzų pasėlių auginimo techninės ir technologinės operacijos

Technologinė operacija (mašinos/gylis/medžiagos/ kiekiai)	Variantai	K1	K2	Isėlis-1	Isėlis-2	Isėlis-3	Isėlis-4
Gilusis arimas		o	o	o	o	o	o
Priešsėjinis kultivavimas		o	o	o	o	o	o
Tręšimas (N ₁₅ P ₄₅ K ₈₇ kg ha ⁻¹)		o	o	o	o	o	o
Kukurūzų sėja		o	o	o	o	o	o
Isėlių sėja		-	-	o	o	o	o
Tarpueilių purenimas (2–3 cm gylius)		ooo	o	o	o	o	o
Tarpueilių išpjovimas-mulčiavimas*		-	oo	oo	oo	oo	oo
Biomasės derliaus nuėmimas		o	o	o	o	o	o

Pastaba: Vianariai kukurūzų pasėliai: K1 - tarpueilių purenimas (kontrolė 1); K2 - tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2); Apskritimais pažymėtos į agrotechnologiją įtrauktos operacijos ir jų atlikimo skaičius. K2 laukeliuose vieną kartą purenta, o vėliau piktžolės mulčiuotos. * - technologijoje buvo numatyti 2 tarpueilių išpjovimai, tačiau 2024 m. dėl sausros ir menko išėlių vystymosi atliktas tik vienas.

Tarpueilių išpjovimui pasirinkome artimiausią pagal galimą naudoti pakabinamą rotacinę šienapjovę. Esant sklypui iki 10 ha ploto, biomasės derlingumui – iki 12 t ha⁻¹, o užgriebio pločiui - 3 m, buvo pasirinktas 6 vagų biomasės kombainas.

3.3.40 lentelėje pateikėme pagrindinius technologinių procesų techninius rodiklius, įtraukiant mašinų galią, darbinį plotį, išdirbio normą ir darbo laiko sąnaudas bei dyzelinių degalų sąnaudas.

3.3.40 lentelė. Kukurūzų pasėlių technologinių operacijų techniniai rodikliai

Technologinė operacija	Mašinų galia (kW)	Darbinis plotis (m)	Išdirbio norma (ha val. ⁻¹)	Darbo laikas (val. ha ⁻¹)	Degalų sąnaudos (L ha ⁻¹)
Gilusis arimas	102	1,75	0,80	1,25	24,1
Priešsėjinis kultivavimas	102	7,00	4,56	0,22	6,4
Kukurūzų sėja	45	3,00	1,41	0,71	4,0
Isėlių sėja	67	3,00	1,31	0,76	9,8
Tręšimas	67	14,00	16,55	0,06	0,6
Tarpueilių purenimas	54	3,00	1,56	0,64	4,1
Tarpueilių išpjovimas	54	3,00	2,05	0,49	5,3
Biomasės derliaus nuėmimas	250	3,00	1,82	0,55	19,2

Atsisakius gilaus arimo ir jį pakeitus lėkščiajimu, degalų sąnaudos sumažėtų apie 15 L ha⁻¹.

Bendrosios degalų sąnaudos skirtingose agrotechnologijose pateiktos 3.3.41 lentelėje. Matome, kad įsėlių įsėjimo ir tarpueilių išpjovimo operacijos padidino kuro sąnaudas apie 30 l ha⁻¹ per trejus metus. Galima būtų įsėlius įsėti kukurūzų sėjos metu, tačiau tektų atsisakyti tarpueilių purenimo prieš įsėlių sėją. Tai efektyvus būdas sunaikinti anksti sudygusias piktžoles technologijose be pesticidų.

3.3.41 lentelė. Galimos dyzelinių degalų sąnaudos skirtingose kukurūzų auginimo technologijose, L ha⁻¹. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023-2025 m.

Degalų sąnaudos	Variantai					
	K1	K2	LUP	PUD	PED	MEL
	66,6	69,2	78,8	78,8	78,8	78,8
	K1	K2	RUG	SVD	MEŽ	AVŽ
	62,5	63,7	73,5	73,5	73,5	73,5
	K1	K2	GAR	RAP	RID	JUD
	66,6	69,2	78,8	78,8	78,8	78,8
Iš viso per 2023-2025 m.	195,7	202,1	231,1	231,1	231,1	231,1
Vidutiniškai per metus	65,2	67,4	77,0	77,0	77,0	77,0

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros.

Parentant technologinių operacijų energetinius ekvivalentus (3.3.42 lentelė), galima įvertinti skirtingų agrotechnologijų energetinį efektyvumą. Skaičiavimams naudotos sėklos normos, nurodytos ataskaitos metodinėje dalyje, tręšta N₁₅P₄₅K₈₇ kg ha⁻¹ norma visuose eksperimento laukeliuose.

3.3.42 lentelė. Energetiniai ekvivalentai agrotechnologijose

Rodiklis	Energijos ekvivalentas	Literatūros šaltinis
Sąnaudos:		
Darbo jėga (MJ h ⁻¹)	1,96	Lal ir kt., 2019
Dyzeliniai degalai (MJ L ⁻¹)	56,3	
Žemės ūkio mašinos (MJ h ⁻¹)	357,2	Campiglia ir kt., 2020
Kukurūzų sėklos (MJ kg ⁻¹)	16,6	Lal ir kt., 2019
Pupų sėklos (MJ kg ⁻¹)	21,0	Kazemi ir kt., 2015
Dobilų sėklos (MJ kg ⁻¹)	11,0	www.mounsinai.org
Liucernų sėklos (MJ kg ⁻¹)	11,9	www.vyp.lt
Rugių sėklos (MJ kg ⁻¹)	13,8	Vinci ir kt., 2022
Miežių sėklos (MJ kg ⁻¹)	14,8	
Avižių sėklos (MJ kg ⁻¹)	15,9	
Varpinių žolių sėklos (MJ kg ⁻¹)	18,5	Jørgensen ir kt., 2007

Garstyčių sėklos (MJ kg ⁻¹)	29,0	Pagal Kusek ir kt. 2016
Rapsų sėklos (MJ kg ⁻¹)		
Ridikų sėklos (MJ kg ⁻¹)		
Judrų sėklos (MJ kg ⁻¹)		
N (MJ kg ⁻¹)	60,6	Lal ir kt., 2019
P ₂ O ₅ (MJ kg ⁻¹)	11,1	
K ₂ O (MJ kg ⁻¹)	6,7	
Iplaukos:		
Kukurūzų biomasė (MJ kg ⁻¹ sausųjų medžiagų)	17,7	Amir ir kt., 2023
Pupų biomasė (MJ kg ⁻¹ sausųjų medžiagų)	17,0	Jasinskas ir kt., 2020
Dobilų biomasė (MJ kg ⁻¹ sausųjų medžiagų)	11,6	Brown ir Moot, 2004
Liucernų biomasė (MJ kg ⁻¹ sausųjų medžiagų)	11,0	Brown ir Moot, 2004
Varpinių augalų biomasė, vidutiniškai (MJ kg ⁻¹ sausųjų medžiagų)	18,4	Carroll J.P. ir kt., 2012
Bastutinių augalų biomasė, vidutiniškai (MJ kg ⁻¹ sausųjų medžiagų)	17,0	Pagal Leśmian-Kordas ir Bojanowska, 2010

Matome, kad **2023 m.** mažiausios energetinės sąnaudos apskaičiuotos kontroliniuose laukuose K1 ir K2 taikytose agrotechnologijose (3.3.43 lentelė). Kiek didesnės jos buvo ir auginant kukurūzus su pupų įsėliu, nes į tarpueilius įsėjome apie 200 kg ha⁻¹ pupų, kurios savyje talpino nemažai energijos. Ateityje reikia vengti naudoti įsėlius, kurių fizine mase reikia pasėti daug, nes tai išbalansuoja energijos sąnaudas. Auginant su dobilų ir liucernų įsėliais, bendrosios energijos sąnaudos buvo apie 1000 MJ ha⁻¹ mažesnės palyginus su K1 ir K2 kontrolėmis.

3.3.43 lentelė. Technologinių operacijų ir medžiagų energetinės sąnaudos kukurūzuose su pupiniais įsėliais, MJ ha⁻¹. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Sąnaudos / Variantai	K1	K2	LUP	PUD	PED	MEL
Darbo jėga	9,2	8,6	10,5	10,5	10,5	10,5
Dyzeliniai degalai	3749,6	3896,0	4436,4	4436,4	4436,4	4436,4
Žemės ūkio mašinos	1682,4	1575,2	1911,0	1911,0	1911,0	1911,0
Kukurūzų sėklos (30 kg ha ⁻¹)	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0
Pupų sėklos (200 kg ha ⁻¹)	-	-	4200,0	-	-	-
Dobilų sėklos (30 ir 18 kg ha ⁻¹)	-	-	-	330,0	198,0	-
Liucernų sėklos (20 kg ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	238,0
N (15 kg ha ⁻¹)	909,0	909,0	909,0	909,0	909,0	909,0
P ₂ O ₅ (45 kg ha ⁻¹)	499,5	499,5	499,5	499,5	499,5	499,5
K ₂ O (87 kg ha ⁻¹)	582,9	582,9	582,9	582,9	582,9	582,9
Bendrosios energijos sąnaudos	7930,6	7969,2	13047,3	9177,3	9045,3	9085,3

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos.

2024 m. mes eksperimente purenome kukurūzų tarpueilius ir išpjovėme įsėlius tik kartą (dėl sausros ir lėto augalų vystymosi), todėl energijos sąnaudos buvo vidutiniškai apie 300 MJ ha⁻¹ mažesnės nei 2023 m. Didžiausios bendrosios energijos sąnaudos apskaičiuotos į kukurūzus įsėjus

avižas, nes avižų sėjos norma buvo didžiausia (3.3.44 lentelė). O mažiausia – su vienametėmis svidrėmis, kurių įsėlio hektarinė norma buvo tik 30 kg.

2.3.44 lentelė. Technologinių operacijų ir medžiagų energetinės sąnaudos kukurūzuose su migliniais įsėliais, MJ ha⁻¹. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Sąnaudos / Variantai	K1	K2	RUG	SVD	MEŽ	AVŽ
Darbo jėga	7,8	7,7	9,2	9,2	9,2	9,2
Dyzeliniai degalai	3518,8	3586,3	4138,0	4138,0	4138,0	4138,0
Žemės ūkio mašinos	1453,8	1400,2	1671,8	1671,8	1671,8	1671,8
Kukurūzų sėklos (30 kg ha ⁻¹)	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0
Rugių sėklos (200 kg ha ⁻¹)	-	-	2760,0	-	-	-
Svidrių sėklos (30 kg ha ⁻¹)	-	-	-	555,0	-	-
Miežių sėklos (200 kg ha ⁻¹)	-	-	-	-	2960,0	-
Avižų sėklos (220 kg ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	3498,0
N (15 kg ha ⁻¹)	909,0	909,0	909,0	909,0	909,0	909,0
P ₂ O ₅ (45 kg ha ⁻¹)	499,5	499,5	499,5	499,5	499,5	499,5
K ₂ O (87 kg ha ⁻¹)	582,9	582,9	582,9	582,9	582,9	582,9
Bendrosios energijos sąnaudos	7469,8	7483,6	11068,4	8863,4	11268,4	11806,4

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos.

2025 m. į kukurūzų tarpueilius įsėjome bastutinius įsėlius, kurių sėjos norma neviršijo 25 kg ha⁻¹, todėl energetinės sąnaudos varijavo nuo 9 iki 9,6 tūkst. MJ ha⁻¹, nors tarpueiliai buvo parenti/išpjauti du kartus (3.3.45 lentelė).

3.3.45 lentelė. Technologinių operacijų ir medžiagų energetinės sąnaudos kukurūzuose su bastutiniais įsėliais, MJ ha⁻¹. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Sąnaudos / Variantai	K1	K2	GAR	RAP	RID	JUD
Darbo jėga	9,2	8,6	10,5	10,5	10,5	10,5
Dyzeliniai degalai	3749,6	3896,0	4436,4	4436,4	4436,4	4436,4
Žemės ūkio mašinos	1682,4	1575,2	1911,0	1911,0	1911,0	1911,0
Kukurūzų sėklos (30 kg ha ⁻¹)	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0	498,0
Garstyčių sėklos (15 kg ha ⁻¹)	-	-	435,0	-	-	-
Rapsų sėklos (5 kg ha ⁻¹)	-	-	-	145,0	-	-
Ridikų sėklos (25 kg ha ⁻¹)	-	-	-	-	725,0	-
Judrų sėklos (20 kg ha ⁻¹)	-	-	-	-	-	580,0
N (15 kg ha ⁻¹)	909,0	909,0	909,0	909,0	909,0	909,0
P ₂ O ₅ (45 kg ha ⁻¹)	499,5	499,5	499,5	499,5	499,5	499,5
K ₂ O (87 kg ha ⁻¹)	582,9	582,9	582,9	582,9	582,9	582,9
Bendrosios energijos sąnaudos	7930,6	7969,2	9282,3	8992,3	9572,3	9427,3

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros.

Vertinant trijų metų endogeninės rotacijos grandis, PUD+SVD+RAP grandis buvo energetiškai efektyviausia lyginant ją su kitomis rotacijos grandimis. O LUP+RUG+GAR grandis sunaudojo daugiausiai energijos (3.3.46 lentelė).

3.3.46 lentelė. Bendrosios energijos sąnaudos skirtingose kukurūzų auginimo technologijose, MJ ha⁻¹. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023-2025 m.

Energijos sąnaudos technologijose	Variantai					
	K1	K2	LUP	PUD	PED	MEL
	7930,6	7969,2	13047,3	9177,3	9045,3	9085,3
	K1	K2	RUG	SVD	MEŽ	AVŽ
7469,8	7483,6	11068,4	8863,4	11268,4	11806,4	
K1	K2	GAR	RAP	RID	JUD	
7930,6	7969,2	9282,3	8992,3	9572,3	9427,3	
Iš viso per 2023-2025 m.	23331,0	23422,0	33398,0	27033,0	29886,0	30319,0
Vidutiniškai per metus	7777,0	7807,3	11132,7	9011,0	9962,0	10106,3

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros.

Agrotechnologijose energijos įplaukos yra derliaus energetinė vertė. 2023 m. daugiausiai su derliumi energijos buvo prikauta pirmų trijų variantų laukeliuose (3.3.47 lentelė). Įsėjus dobilų ir liucernų įsėlius, jie konkuravo su kukurūzais ir jų derlius sumažėjo. Normalaus drėgnumo metais įsėliai išaugina ženklų biomasės derlių, bet sausringais 2023 m. jų derlingumas siekė tik 300-500 kg ha⁻¹ ir prie energijos sankaupų menkai teprisidėjo. Prie biomasės derliaus reikšmingai prisidėjo pupos, todėl energijos įplaukos, energijos vartojimo koeficientas ir grynoji energija prilygo kontroliniams laukeliams, nors technologijos su pupų įsėliu energetinės sąnaudos buvo pačios didžiausios.

3.3.47 lentelė. Kukurūzų auginimo su pupiniais įsėliais technologijų produktyvumas ir energetiniai rodikliai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2023 m.

Variantas	Sausosios biomasės produktyvumas kg ha ⁻¹			Energijos sąnaudos MJ ha ⁻¹	Energijos įplaukos MJ ha ⁻¹	Energijos vartojimo efektyvumo koeficientas	Grynoji energija MJ ha ⁻¹
	kukurūzų	įsėlių	bendras				
K1	21800	-	21800	7930,6	385860	48,7	377929,4
K2	20500	-	20500	7969,2	362850	45,5	354880,8
LUP	17600	4268	21868	13047,3	384008	29,4	370960,7
PUD	16600	569	17169	9177,3	300420	32,7	291242,7
PED	16100	561	16661	9045,3	291478	32,2	282432,7
MEL	12900	275	13175	9085,3	231355	25,5	222269,7

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos.

2024 m. eksperimente kukurūzų biomasės produktyvumas buvo didesnis nei 2023 m., nors buvo sausrų (3.3.48 lentelė). Kiek geriau vystėsi ir migliniai įsėliai (išskyrus lyginant su pupomis). Energijos sąnaudos technologijose buvo žemesnės nei 2023 m., nes dėl sausrų tarpueiliai buvo purenami/išpjaunami tik vieną kartą. Išskirtinai aukštas buvo ir energijos vartojimo efektyvumas, kuris K1 technologijoje siekė 71 proc., o K2 – 60 proc. Aukštas jis buvo ir įsėjus vasarines svidres – 45 proc. Nors K1 technologijoje buvo sukaupta daugiausiai grynosios energijos, tačiau kitose technologijose su įsėliais jos apskaičiuota tik 17-25 proc. mažiau, kas įrodo tokių technologijų aukštą energetinį efektyvumą. Be to, nereikia pamiršti ir aplinkosauginės įsėliavimo reikšmės.

3.3.48 lentelė. Kukurūzų auginimo su migliniais įsėliais technologijų produktyvumas ir energetiniai rodikliai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2024 m.

Variantas	Sausosios biomasės produktyvumas kg ha ⁻¹			Energijos sąnaudos MJ ha ⁻¹	Energijos įplaukos MJ ha ⁻¹	Energijos vartojimo efektyvumo koeficientas	Grynoji energija MJ ha ⁻¹
	kukurūzų	įsėlių	bendras				
K1	30100	-	30100	7469,8	532770,0	71,3	525300,2
K2	25400	-	25400	7483,6	449580,0	60,1	442096,4
RUG	23600	1003	24603	11068,4	436175,2	39,4	425106,8
SVD	20500	1999	22499	8863,4	399631,6	45,1	390768,2
MEŽ	24200	954	25154	11268,4	445893,6	39,6	434625,2
AVŽ	23100	1244	24344	11806,4	431759,6	36,6	419953,2

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos.

2025 m. nebuvo palankūs kukurūzams vystytis. Jie išaugino tik apie ketvirtadalį-trečdalį ankstesniais metais išaugintos biomasės. Didžiausia ji buvo K1 ir GAR technologijose (3.3.49 lentelė).

3.3.49 lentelė. Kukurūzų auginimo su bastutiniais įsėliais technologijų produktyvumas ir energetiniai rodikliai. VDU ŽŪA Bandymų stotis, 2025 m.

Variantas	Sausosios biomasės produktyvumas kg ha ⁻¹			Energijos sąnaudos MJ ha ⁻¹	Energijos įplaukos MJ ha ⁻¹	Energijos vartojimo efektyvumo koeficientas	Grynoji energija MJ ha ⁻¹
	kukurūzų	įsėlių	bendras				
K1	10700	-	10700	7930,6	189390	23,9	181459,4
K2	6200	-	6200	7969,2	109740	13,8	101770,8
GAR	10600	1455	12055	9282,3	212355	22,9	203072,7
RAP	7500	1095	8595	8992,3	151365	16,8	142372,7
RID	8700	2063	10763	9572,3	189061	19,8	179488,7
JUD	8200	1328	9528	9427,3	167716	17,8	158288,7

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros.

Lietingi ir vėsesni metai buvo palankūs įsėliams vystytis. Daugiausiai biomasės išaugino aliejiniai ridikai – apie 2 tonas sausųjų medžiagų hektare. Didžiausia suminė biomasė nustatyta

GAR technologijoje (išėtos garstyčios). Bastutinių įsėlių sėjos normos buvo nedidelės, todėl ir energijos sąnaudos nebuvo maksimalios. Dėl žemesnio produktyvumo, energijos įplaukos taip pat buvo 2-3 kartus mažesnės nei ankstesniais metais. Tai įtakojo ir žemą energijos vartojimo efektyvumą bei sukauptą grynąją energiją. Daugiausiai NET energijos buvo sulaupta technologijoje su garstyčių įsėliu (GAR) - 203072,7 MJ ha⁻¹. Reikia pabrėžti, kad energijos balansas vis tiek išliko teigiamas.

Per trejus eksperimento metus daugiausiai energijos buvo sukaupta K1 technologijoje be įsėlių, tačiau artimos jai buvo endogeninės grandys LUP+RUG+GAR ir PED+MEŽ+RID (3.3.50 lentelė). O paskaičiavus energijos sankaupas vidutiniškai per metus, tai išryškėja ir K2 technologija, kur kukurūzų tarpueiliai buvo mulčiuoti piktžolėmis, nes K2 energijos vidutinės sąnaudos buvo vienos mažiausių. Nereikia pamiršti, kad technologijose svarbi ne tik grynoji energija, bet ir poveikis aplinkai, kurio skaičiavimus pateikiame žemiau.

3.3.50 lentelė. Skirtingų kukurūzų auginimo technologijų grynoji energija, MJ ha⁻¹. VDU ŽŪA Bandytųjų stotis, 2023-2025 m.

	Variantai					
	K1	K2	LUP	PUD	PED	MEL
Grynoji (NET) energija technologijose	377929,4	354880,8	370960,7	291242,7	282432,7	222269,7
	K1	K2	RUG	SVD	MEŽ	AVŽ
	525300,2	442096,4	425106,8	390768,2	434625,2	419953,2
	K1	K2	GAR	RAP	RID	JUD
	181459,4	101770,8	203072,7	142372,7	179488,7	158288,7
Iš viso per 2023-2025 m.	1084689	898748	999140,2	824383,6	896546,6	800511,6
Vidutiniškai per metus	361563	299582,7	333046,7	274794,5	298848,9	266837,2

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – išėtos lauko pupos, PUD – išėti purpuriniai dobilai, PED – išėti Persiniai dobilai, MEL – išėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – išėti žieminiai rugiai, SVD – išėtos vienametės svidrės, MEŽ – išėti vasariniai miežiai, AVŽ – išėtos sėjamosios avižos, GAR – išėtos baltosios garstyčios, RAP – išėti vasariniai rapsai, RID – išėti aliejiniai ridikai, JUD – išėtos vasarinės judros.

Aplinkosauginis vertinimas

Agrotechnologijas paranku vertinti pagal sąlyginai išmetamas šiltnamio efektą sukeliančias dujas. Tam naudojamas CO₂ dujų ekvivalentas (CO_{2ekv.} arba CO_{2eq}) (3.3.51 lentelė).

3.3.51 lentelė. CO₂ ekvivalentai agrotechnologijose

Iplaukos	CO ₂ ekvivalentas	Literatūros šaltinis
Dyzelinis kuras (kg CO _{2eq} L ⁻¹)	2,76	Moghimi ir kt., 2014
Žemės ūkio mašinos (kg CO _{2eq} MJ ⁻¹)	0,071	Pishgar-Komleh ir kt., 2012
Kukurūzų sėklos (kg CO _{2eq} kg ⁻¹)	3,85	Hou ir kt., 2021
Pupinių augalų sėklos (kg CO _{2eq} kg ⁻¹)	0,22	Tidåker ir kt., 2021
Varpinių augalų sėklos (kg CO _{2eq} kg ⁻¹)	0,40	Hou ir kt., 2021
Bastutinių augalų sėklos (kg CO _{2eq} kg ⁻¹)	1,19	Svanes ir kt., 2020
N (kg CO _{2eq} kg ⁻¹)	8,3	Hou ir kt., 2021
P ₂ O ₅ (kg CO _{2eq} kg ⁻¹)	0,61	
K ₂ O (kg CO _{2eq} kg ⁻¹)	0,44	

Įvertinus taikytų agrotechnologijų poveikį sąlyginei ŠESD emisijai paaiškėjo, kad pagal CO₂ ekvivalentą technologijos buvo panašios nes nei vienoje iš technologijų nebuvo vartoti pesticidai ir tas pat minimalus (startinis) mineralinių trąšų kiekis – N₁₅P₄₅K₈₇ (3.3.52 lentelė).

3.3.52 lentelė. Skirtingų kukurūzų auginimo technologijų ŠESD emisijos vertinimas, kg CO_{2eq} ha⁻¹

Variantas	Dyzelinis kuras	Žemės ūkio mašinos	Sėklos	Iš viso *
Su pupiniais įsėliais (2023 m.)				
K1	183,8	119,5	115,5	609,0
K2	191,0	111,8	115,5	608,5
LUP	217,5	135,7	159,5	702,9
PUD	217,5	135,7	122,1	665,5
PED	217,5	135,7	133,5	676,9
MEL	217,5	135,7	119,9	663,3
Su migliniais įsėliais (2024 m.)				
K1	172,5	103,2	115,5	581,4
K2	175,8	99,4	115,5	580,9
RUG	202,9	118,7	195,5	707,3
SVD	202,9	118,7	127,5	639,3
MEŽ	202,2	118,7	195,5	706,6
AVŽ	202,9	118,7	203,5	715,3
Su bastutiniais įsėliais (2025 m.)				
K1	183,8	119,5	115,5	609,0
K2	191,0	111,8	115,5	608,5
GAR	217,5	135,7	133,4	676,8
RAP	217,5	135,7	121,4	664,8
RID	217,5	135,7	145,2	688,6
JUD	217,5	135,7	139,3	682,7

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros. * - prie bendros sumos pridėta visose technologijose vienoda sunaudotų trąšų CO_{2eq} suma (iš viso 190,2 kg CO_{2eq} ha⁻¹)

3.3.53 lentelėje matome, kad vidutiniškai mažiausia ŠESD emisija buvo iš kukurūzų pasėlių be įsėlių, nes jų įsėjimui buvo naudota žemės ūkio technika, degalai, žmogaus darbo valandos. Nepaisant to, technologijos pagal ŠESD emisijas skiriasi tik apie 13 proc. Be to, čia neįvertintas kompleksinis įsėlių poveikis aplinkai ir dirvožemiui. Ketiname šiuos detalius vertinimus pateikti tolimesnėse mūsų publikacijose.

3.3.53 lentelė. Skirtingų kukurūzų auginimo technologijų ŠESD emisija, kg CO_{2eq} ha⁻¹. VDU ŽŪA Bandytųjų stotis, 2023-2025 m.

	Variantai					
	K1	K2	LUP	PUD	PED	MEL
ŠESD emisija	609,0	608,5	702,9	665,5	676,9	663,3
	K1	K2	RUG	SVD	MEŽ	AVŽ
	581,4	580,9	707,3	639,3	706,6	715,3
	K1	K2	GAR	RAP	RID	JUD
	609,0	608,5	676,8	664,8	688,6	682,7
	Iš viso per 2023-2025 m.	1799,4	1797,9	2087	1969,6	2072,1
Vidutiniškai per metus	599,8	599,3	695,7	656,5	690,7	687,1

Pastaba: K1 – tarpueilių purenimas (kontrolė 1), K2 – tarpueilių mulčiavimas piktžolėmis (kontrolė 2), LUP – įsėtos lauko pupos, PUD – įsėti purpuriniai dobilai, PED – įsėti Persiniai dobilai, MEL – įsėtos mėlynžiedės liucernos, RUG – įsėti žieminiai rugiai, SVD – įsėtos vienametės svidrės, MEŽ – įsėti vasariniai miežiai, AVŽ – įsėtos sėjamosios avižos, GAR – įsėtos baltosios garstyčios, RAP – įsėti vasariniai rapsai, RID – įsėti aliejiniai ridikai, JUD – įsėtos vasarinės judros.

IŠVADOS

Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje ir laboratorijose atlikus projekte 2023-2025 m. numatytus tyrimus galima daryti šias išvadas:

I. Laboratorinis eksperimentas

Pupinių augalų ir piktžolių biomasės sudėties ir skaidymosi tyrimai:

1. Didžiausias kiekis fenolinių junginių nustatytas liucernose. Jose šių junginių buvo 59 proc. daugiau nei piktžolių ar pupų žaliojoje biomasėje. Mažiausiai fenolinių junginių nustatyta Sosnovskio barščio suminėje visos antžeminės dalies žaliojoje biomasėje.
2. Daugiausia fenolinių junginių kaupėsi Sosnovskio barščio žieduose ir lapuose. Čia jų buvo esmingai ($P < 0,05$) 43 proc. daugiau nei stiebuose.
3. Daugiausiai (78 proc.) fenolinių junginių per mėnesį į dirvožemį buvo įnešta iš liucernų, todėl jų alelopatija turi didžiausią potencialą. Lėčiausiai fenoliniai junginiai buvo tirpinami iš purpurinių dobilų. Sosnovskio barščių lapuose fenolinių junginių tirpimas ir skaidymasis vyko intensyviau nei kitose šio augalo morfologinėse dalyse. Dirvožemyje ir stančiuose Sosnovskio barščių žieduose liko esmingai didžiausias fenolinių junginių kiekis.
4. Po skaidymosi dirvožemyje visose tirtose augalų liekanose sausųjų medžiagų proc. padidėjo nuo 1,4 iki 4,1 karto. Vidutiniškai susiskaidė apie 50 proc. (nuo 42,06 iki 75,11 proc.) augalų liekanų biomasės. Intensyviausiai skaidėsi Sosnovskio barščio lapai ir žiedai, sunkiausiai skaidėsi pupų ir Persinių dobilų biomasė.

Miglinių augalų biomasės sudėties ir skaidymosi tyrimai:

1. Pagal jų antžeminės dalies biomasėje esantį fenolinių junginių kiekį, galima nurodyti seka: rugiai > avižos > miežiai > svidrės.
2. Po skaidymosi dirvožemyje sausųjų medžiagų kiekis svidrių liekanose nežymiai padidėjo, o avižų, miežių ir rugių – ženkliai sumažėjo.
3. Per mėnesį dirvožemyje avižų ir miežių liekanos susiskaido apie 60 proc., o svidrių ir rugių - tik 2,79 ir 14,27 proc.

Bastutinių augalų biomasės sudėties ir skaidymosi tyrimai:

1. Daugiausiai fenolių per mėnesį į dirvožemį buvo išnešta iš judrų ir garstyčių antžeminės dalies. Jų ir stančioje biomasėje šių junginių liko atitinkamai 6 ir 5 kartus mažiau, nei buvo žalioje biomasėje. Lėčiausiai fenoliniai junginiai buvo tirpinami rapsų biomasėje, tačiau jų kiekis vis tiek sumažėjo tris kartus.
2. Bastutiniai augalai pasižymėjo intensyvesniu biomasės skaidymusi, palyginti su piktžolėmis, o sparčiausiai vyko rapsų ir judros biomasės irimo procesai. Tokie rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad bastutinių augalų liekanos gali būti efektyvesnės gerinant augalų mitybos ir vystymosi sąlygas trumpuoju laikotarpiu.

II. Laboratorinis-vegetacinis eksperimentas

Ekstraktų poveikis žieminiams kviečiams

1. Pupinių augalų (Persinių ir purpurinių dobilų, mėlynžiedžių liucernų ir lauko pupų) biomasės ekstraktai neturėjo reguliarios įtakos žieminių kviečių vystymuisi. Mažos koncentracijos (1:250) Sosnovskio barščio vandeninis ekstraktas turėjo stimuliuojantį poveikį žieminių kviečių vystymuisi. Nors šios koncentracijos ekstraktas buvo neutralus grūdų dygimui (panašus kaip naudojant distiliuotą vandenį), tačiau turėjo esminę didžiausią teigiamą įtaką daigų biomasei, aukščiui ir šaknų ilgiui. Taigi, Sosnovskio

barščio 1:250 koncentracijos ekstraktas turi potencialą žieminių kviečių pasėliams stimuliuoti ir lauko sąlygomis purškiant pasėlius.

2. Miglinių augalų (žieminių rugių, sėjamųjų avižų, vasarinių miežių ir vienamečių svidrių) biomasės ekstraktai taikant stipriausią 1:10 koncentraciją mažino žieminių kviečių daigų aukštis, šaknų ilgį, sudygimą bei dygimo indeksą, lyginat su vandeniu. Žieminių rugių 1:50 ir 1:250 koncentracijų ekstraktas turėjo tam tikrą teigiamąjį poveikį žieminių kviečių vystymuisi, tačiau daugiausiai – šaknų. Taigi, Miglinių augalų ekstraktai neturėjo reguliarios stimuliacinės įtakos kviečių vystymuisi.
3. Daugumos tirtų bastutinių augalų (judrų, garstyčių, rapsų, ridikų) biomasės ekstraktai slopino žieminių kviečių sėklų dygimą. Vasarinių judrų 1:50 koncentracijos ekstraktas esmingai didino žieminių kviečių daigų biomasę, o 1:250 koncentracijos – daigų aukštį. Abu šie ekstraktai stimuliuo kviečių šaknų augimą. Nors judrų 1:50 ir 1:250 ekstraktų stimuliacinis poveikis dažnai buvo neesminis, tačiau vertas patikrinti lauko sąlygomis.

Ekstraktų poveikis kukurūzams

1. Sosnovskio barščio ekstraktai ne stimuliuo, o slopino kukurūzų vystymąsi. Panašiai slopino ir mėlynžiedžių liucernų ekstraktai. Pupų ir Persinių dobilų ekstraktai (1:250) gerino kukurūzų sėklų dygimą, tačiau daigų masei ir biometrijai didesnės įtakos neturėjo. Piktžolių mišinio žaliosios biomasės vandeniniai ekstraktai kukurūzams buvo efektyvūs stimulantai, todėl jų poveikis turėtų būti patikrintas lauko sąlygomis.
2. Vasarinių miežių, žieminių rugių ekstraktai šiek tiek didino kukurūzų daigų aukštį ir šaknų ilgį, tačiau mažėjo sėklų daigumas. Kitų miglinių augalų biomasės ekstraktų poveikis dar labiau įvairavo. Taigi, miglinių augalų ekstraktai neturėjo reguliaraus stimuliacinio poveikio kukurūzams.
3. Vasarinių rapsų ekstraktai dažnai stimuliuo kukurūzų dygimą ir augimą, tačiau vis skirtinga jų koncentracija. 1:10 koncentracijos vasarinių rapsų ekstraktas didino kukurūzų daigų aukštį, 1:50 koncentracijos – gerino sudygimą ir didino sausosios medžiagos procentą daiguose, 1:250 koncentracijos – didino žaliąją daigų biomasę ir daigų šaknų ilgį. Taigi, vasarinių rapsų biomasės ekstraktų stimuliacinį poveikį kukurūzams reikia papildomai patikrinti laukų sąlygomis.

Ekstraktų poveikis žieminiams rapsams

1. Dobilų ir pupų ekstraktai teigiamai veikė tai vieną, tai kitą rapsų vystymosi rodiklį. Įvairių piktžolių ekstraktai ir tirtos koncentracijos skatino žieminių rapsų daigų ir šaknų augimą, didino sausųjų medžiagų kiekį bei biomasę, o Sosnovskio barščio ekstraktai turėjo neigiamą poveikį sudygimui, dygimo indeksui bei šaknų ilgiui. Taigi, pupinių augalų ir barščio ekstraktų reguliaraus stimuliacinio poveikio nenustatyta.
2. Miglinių augalų biomasės ekstraktai veikė žieminių rapsų vystymąsi skirtingai, tačiau reguliariausias poveikis buvo vienamečių svidrių ir vasarinių miežių ekstraktų, nes jie daugeliu atvejų gerino tirtus rodiklius: žieminių rapsų daigų aukštį, šaknų ilgį, sudygimą, dygimo indeksą ir žaliąją biomasę. Išskirtinį dėmesį reikia skirti vienamečių svidrių biomasės ekstraktams ir juos iširti laukų sąlygomis.
3. Vasarinių rapsų dygimui ir daigų vystymuisi nei vienas iš tirtų bastutinių augalų ekstraktų neturėjo ryškesnės dėsningos įtakos, tačiau judrų stimuliacinis poveikis buvo gan reguliarus ir vertas patikrinti lauko sąlygomis. Juolab, kad stimuliacinis poveikis stebėtas ir eksperimente su kviečiais.

Ekstraktų poveikis paprastosioms rietmenėms

1. Daugumas tirtų pupinių augalų ekstraktų neturėjo dėsningos slopinančios įtakos rietmenių dygimui ir vystymuisi, tačiau pupų 1:50 ir 1:10 koncentracijų ekstraktai pasižymėjo

reguliuojant slopinančią įtaką rietmenų pirminiam vystymuisi, todėl turėtų būti patikrinti lauko sąlygomis.

2. Miglinių augalų ekstraktai paprastųjų rietmenų sėklas ir daigus veikė ne kaip inhibitoriai, o kaip stimulatoriai, todėl tolimesnius tyrimus planuoti neverta.
3. Bastutinių augalų ekstraktų poveikis rietmenų dygimui ir daigų vystymuisi nebuvo reguliarus, tačiau vertėtų atkreipti dėmesį į judrų 1:10 koncentracijos ekstraktą, kuris dažnai slopino rietmenės vystymąsi. Verta šio ekstrakto tyrimus pratęsti tiek laboratorinėmis, tiek lauko sąlygomis.

Ekstraktų poveikis baltosioms balandoms

1. Iš tirtų pupinių augalų biomasės ekstraktų bene ryškiausia balandų sėklų dygimą slopinančių poveikių turėjo Persinių dobilų visų koncentracijų ekstraktai. Tačiau būta ir stimuliacinio poveikio, nes pupų visų koncentracijų ekstraktai balandų daigų vystymąsi skatino. Svarbu tai, kad 1:10 koncentracijos purpurinių dobilų ir liucernų ekstraktai mažino balandų dygimo indeksą, slopino balandų daigų ir šaknų augimą. Tai pakankamas skaičius rodiklių, kad verta būtų purpurinių dobilų ir mėlynžiedžių liucernų 1:10 koncentracijos ekstraktus tirti išsamiau tiek laboratorinėmis, tiek lauko sąlygomis.
2. Miglinių augalų ekstraktai daugiau skatino, o ne slopino baltųjų balandų dygimą ir vystymąsi, todėl ši žaliava bioherbicidų kūrimui nėra tinkama.
3. Tiriant bastutinių augalų ekstraktus nustatyta, kad balandų sėklų dygimą dėsningai slopino judrų visų koncentracijų ekstraktai, tačiau ryškiausias poveikis stebėtas 1:10 koncentracijos ekstrakto. Bastutinių augalų 1:10 koncentracijų ekstraktai mažino balandų daigų biomasę, o ypač judrų ekstraktas. 1:10 koncentracijos bastutinių augalų ekstraktai, ypač judrų, slopino ir daigų vystymąsi, išskyrus rapsų ekstraktą. 1:10 koncentracijų judrų, garstyčių ir ridikų ekstraktai efektyviai slopino ir balandų šaknų vystymąsi. Taigi, 1:10 koncentracijos judrų ekstraktas turėjo dėsningą slopinantį poveikį baltosios balandos sėklų dygimui ir vystymuisi. Panašūs rezultatai stebėti ir tiriant rietmenes. Be to, judrų ekstraktai stimuliuojo kviečių ir rapsų daigų vystymąsi, todėl judrų ekstraktai būtinai turi būti tiriami toliau, mėginant išryškinti jo universalumą ir galimą dvejopą efektą.

III. Lauko eksperimentas

1. Skirtingų išėlinių tarpinių pasėlių taikymas neturėjo esminės įtakos dirvožemio pH.
2. Po pirmųjų dviejų eksperimento metų azoto kiekis dirvožemyje mažai pakito, tačiau po trijų metų visuose tirtuose variantų dirvožemiuose suminio azoto kiekis šiek tiek sumažėjo (nuo 0,01 iki 0,02 proc. vnt.). Per trejus metus kukurūzų pasėlis iš viso gavo 45 kg ha⁻¹ azoto (15+15+15), o su biomase buvo išnešta nuo 500 iki 700 kg ha⁻¹ azoto. Todėl, norint endogenines rotacijos grandis naudoti trejus metus be nuostolio dirvožemio azotui, reikėtų kukurūzus papildomai tręšti N.
3. Išėliniai tarpiniai pasėliai dažniausiai didino judriojo fosforo kiekį dirvožemyje, o trejų metų kontekste pasiteisino MEL+AVŽ+JUD rotacijos grandis. Fosforo pagausėjo 14,5 mg kg⁻¹.
4. Išėliniai tarpiniai pasėliai gausino judriojo kalio kiekį dirvožemyje, o ypač PED+MEŽ+RID (42 mg kg⁻¹) ir MEL+AVŽ+JUD (38 mg kg⁻¹) endogeninės rotacijos grandys.
5. Per trejus metus eksperimento laukeliuose su išėliais neesmingai sumažėjo judriojo magnio, o mulčiuojant tarpueilius piktžolėmis (K2) – jo šiek tiek pagausėjo. Didžiausias sumažėjimas nustatytas kontrolėje be išėlių (K1).
6. Per trejus eksperimento metus mega agregatų kiekis dirvožemyje padidėjo iki 21 proc. vnt., tačiau dažniausiai jų kiekis neviršijo 40–45 proc. pageidautinos ribos. Makro agregatų

- dirvožemyje sumažėjo panašiu dydžiu, tačiau jų išliko daugiau nei 50 proc. Mikro struktūros kiekis dažniausiai sumažėjo.
7. Stabiliausia struktūra išliko dirvožemyje, kuriame buvo taikytos trijų metų endogeninės rotacijos grandys PED+MEŽ+RID arba MEL+AVŽ+JUD. Mėlynžiedės liucernos buvo agresyvios kukurūzams, todėl taikytina PED+MEŽ+RID grandis.
 8. Dirvožemio drėgnis ir temperatūra labiausiai priklausė nuo orų sąlygų, tačiau nustatyta tendencija, kad įsėliais padengti kukurūzų tarpueiliai išsaugojo daugiau drėgmės ir buvo vėsesni nei laukeliuose be įsėlių. Drėgnesniais ir vėsesniais 2025 m. ši įtaka neišryškėjo.
 9. Kukurūzų vegetacijos metu CO₂ ir O₂ dujų koncentracija dirvožemyje daugiau priklausė nuo iškritusių kritulių kiekio ir temperatūros, nei nuo įsėtų įsėlių rūšies.
 10. Vegetacijos viduryje įsėliai esmingai efektyviau sulaikė fotosintetiškai aktyvią spinduliuotę (FAR), tačiau dėl konkurencijos su piktžolėmis ir įsėliais kukurūzai augo esmingai žemesni ir jų lapuose dažniausiai buvo esmingai mažiau chlorofilo nei parentuose K1 laukeliuose be įsėlių. Tai turėjo esminės neigiamos įtakos vidutiniam vieno kukurūzo augalo antžeminės dalies žaliosios biomasės produktyvumui, tačiau sausoji biomasė tarp variantų skyrėsi su išimtimis – didžiausia ji buvo ne K1 laukeliuose, o kukurūzuose su PUD ir MEŽ įsėliais.
 11. 2023 m. metų meteorologinės sąlygos buvo nepalankios įsėlių dygimui, todėl pupiniai įsėliai menkai padengė kukurūzų tarpueilius ir piktžolių tarpueilių paviršiuje buvo apie 40-50 proc. 2024 m. migliniai įsėliai sudygo gausiai, todėl jau vegetacijos pradžioje efektyviai konkuravo su piktžolėmis, ypač rugiai ir avižos, o po pirmosios pjūties išvešėjo svidrės. Deja, dėl sausros įsėliai anksčiau sunyko ir vegetacijos pabaigoje konkurencija su piktžolėmis sumenko. 2025 m. buvo drėgnesni ir palakesni bastutiniams įsėliams dygti ir vystytis, todėl jau vegetacijos pradžioje garstyčios padengė net 74 proc. tarpueilių paviršiaus, o judros – apie 62 proc. Po pirmojo tarpueilių išpjovimo išgalėjo rapsai. Dėl efektyvios bastutinių įsėlių konkurencijos su piktžolėmis, jos per visą kukurūzų vegetaciją tepadengė tik iki trečdaliao tarpueilių erdvės.
 12. Iš pupinių augalų didžiausią sausąją biomasę, atsižvelgiant į tai, kad po pjūties kai kurie įsėliai sunyko/neataugo, išaugino Persiniai ir purpuriniai dobilai (apie 86 g m⁻²). Iš miglinių įsėlių – vienametės svidrės (200 g m⁻², nors jos dėl sausros vėliau sunyko), iš bastutinių – aliejiniai ridikai (apie 206 g m⁻²).
 13. Pupiniai įsėliai konkuravo su kukurūzais, todėl mažėjo kukurūzų aukštis, burbuolės vidutinis ilgis, augalo suminė biomasė ir grūdų skaičius burbuolės eilėje palyginus su K1 ir K2 pasėliais. Migliniai įsėliai neturėjo esminės įtakos kukurūzų stiebų ir lapų biomasei, burbuolių ilgiui ir grūdų skaičiui burbuolės eilėje, tačiau dėl jų konkurencijos esmingai mažėjo kukurūzų aukštis, burbuolių ir 1000 grūdų masė. Bastutiniai įsėliai mažiau konkuravo su kukurūzais, todėl dažniausiai esmingai nemažėjo dauguma kukurūzų antžeminės dalies ir burbuolių biometrinių bei produktyvumo rodiklių. 2025 m. buvo palankūs piktžolėms vystytis, todėl K2 laukeliuose jos išplito ir sumažino burbuolių produktyvumo rodiklius. Rekomenduotina K2 laukelius išpjauti dažniau, ypač drėgnais metais.
 14. Tyrimai parodė, kad didžiausias kukurūzų grūdų derlingumas nustatytas kontroliniuose K1 ir K2 laukeliuose bei laukeliuose su pupų, miežių ir garstyčių įsėliais. 2025 m. K2 laukeliuose stebėtos 5-oje išvadoje aprašytos mulčiavimo piktžolėmis tendencijos. Ląstelienos ir baltymų kiekis grūduose tarp variantų esmingai nesiskyrė.
 15. Pagal baltymų ir krakmolo kiekį pranašiausi buvo kukurūzų su pupomis ir su mėlynžiedėmis liucernomis silosai.
 16. Lyginant su parentais laukeliais, laukeliai su įsėliais buvo piktžolėtesni, tačiau mažiausiai piktžolių bei mažiausia jų biomasė buvo nustatyta laukeliuose su purpuriniais ir Persiniais dobilais. Taip pat tarpueiliuose su vienametėmis svidrėmis, nes jos tankiau padengė lapija dirvožemio paviršių nei kiti įsėliai. Būtent tai ir konkurencija dėl mitybos elementų bei vandens sudarė pagrindinę konkurenciją, nes alelopatija nebuvo svarbiausia. Svidrėse

nustatėme mažesnius fenolių kiekius, kurie dar ir skaidėsi lėtai. Tiriant bastutinius įsėlius, kukurūzų vegetacijos pradžioje su piktžolėmis efektyviau konkuravo garstyčios ir judros, o vėliau – aliejiniai ridikai.

17. Per trejus eksperimento metus daugiausiai energijos buvo sukaupta K1 technologijoje be įsėlių, tačiau artimos jai buvo endogeninės grandys LUP+RUG+GAR ir PED+MEŽ+RID. Apskaičiavus vidutines energijos sankaupas per metus išryškėja ir K2 technologija, kur kukurūzų tarpueiliai buvo mulčiuoti piktžolėmis.
18. Įvertinus taikytų agrotechnologijų poveikį sąlyginei ŠESD emisijai paaiškėjo, kad pagal CO₂ ekvivalentą endogeninės rotacijos grandys buvo panašios ir tarpusavyje skyrėsi tik daugiausiai 13 proc., nes nei vienoje iš technologijų nebuvo vartoti pesticidai, o tręšimo norma buvo minimali.

REKOMENDACIJOS

Laboratorinėmis-vegetacinėmis sąlygomis nustatėme ir rekomenduojame:

1. Sosnovskio barsčių 1:250 koncentracijos ekstraktas, taip pat vasarinių judrų 1:50 ir 1:250 ekstraktai stimuliuoja žieminių kviečių sėklų dygimą ir daigų vystymąsi, todėl verta šiuos ekstraktus tirti purškiant pasėlius pavasarį (BBCH 30-32), atsinaujinus vegetacijai. Siūlome ištirti visas (1:10, 1:50 ir 1:250) ekstraktų koncentracijas.
2. Vidurio Lietuvos derlingų žemių laukų piktžolių mišinio bei vasarinių rapsų žaliosios biomasės vandeniniai ekstraktai kukurūzams buvo efektyvūs stimulatoriai, todėl jų poveikis turėtų būti patikrintas lauko sąlygomis, purškiant kukurūzus vegetacijos pradžioje (BBCH 33-34). Siūlome ištirti visas (1:10, 1:50 ir 1:250) ekstraktų koncentracijas.
3. Žieminių rapsų pirminį vystymąsi stimuliuo vienamečių svidrių ir vasarinių judrų biomasės ekstraktai. Ekstraktus tirti purškiant pasėlius pavasarį (BBCH 30-32), atsinaujinus vegetacijai. Siūlome ištirti visas (1:10, 1:50 ir 1:250) ekstraktų koncentracijas, ypač judrų, nes jų stimuliacinis poveikis stebėtas ir eksperimente su kviečiais.
4. Pupų 1:50 ir 1:10 koncentracijų ekstraktai ir judrų 1:10 koncentracijos ekstraktas pasižymėjo reguliariesne parastosios rietmenės dygimą ir vystymąsi slopinančia įtaka, todėl turėtų būti tiriami išsamiau.
5. Baltosios balandos dygimą ir vystymąsi slopino purpurinių dobilų, mėlynžiedžių liucernų ir vasarinių judrų 1:10 koncentracijos ekstraktai, todėl verta tirti jų bioherbicidines savybes toliau. Panašus slopinantis judrų poveikis stebėtas ir tiriant rietmenes. Be to, judrų ekstraktai stimuliuo kviečių ir rapsų daigų vystymąsi, todėl jie būtina turi būti tiriami toliau, mėginant išryškinti universalumą ir galimą dvejopą biopreparato/biopesticido efektą.

Lauko eksperimento sąlygomis nustatėme ir rekomenduojame:

1. Endogeninių rotacijų grandžių lauko eksperimentai parodė, kad kukurūzų pasėliai be kompanionų buvo produktyvesni, tačiau labiau paveikūs erozijai ir maisto medžiagų praradimui. Viena perspektyviausių rotacijos grandžių buvo Persiniai dobilai-vasariniai miežiai-aliejiniai ridikai (PED+MEŽ+RID). Ši endogeninės rotacijos grandis buvo ne tik draugiška dirvožemiui, bet viena pačių produktyviausių (vidutiniškai apie 17,5 tūkst. kg ha⁻¹ sausosios suminės biomasės) ir energetiškai perspektyvių. Mėlynžiedės liucernos rotacijos grandyje nors buvo produktyvios, gerai stebė piktžoles, tačiau labiausiai konkuravo su kukurūzais, stebėtas ir jų neigiamas alelopatinis poveikis kukurūzų vystymuisi.
2. Pagal IKOK gaires (2024), kukurūzai gali būti tręšiami N 160–200 kg ha⁻¹, P₂O₅ 100–150 kg ha⁻¹, K₂O 180–250 kg ha⁻¹ normomis. Su kompanionais augdami kukurūzai buvo

tręšiami kelis kartus mažesnėmis trąšų normomis, tačiau išaugino pakankamai gausius derlius be nuostolio dirvožemiui.

3. IKOK gairės priskiria rietmenes ir balandas prie žalingų kukurūzų pasėlių piktžolių, o alternatyvių kovos priemonių pasiūlyta nedaug: priešsėjinis dirvos dirbimas, pasėlių akėjimas, tarpueilių purenimas. Mūsų eksperimente tarpueilių purenimas buvo efektyvus, tačiau praplėtėme kontrolės alternatyvas endogeninių rotacijos grandžių taikymu bei mulčiavimu tarpiniais išėliniais pasėliais ir piktžolėmis. Be to, pupų ir judrų vandeniniai ekstraktai taip pat ateityje galėtų papildyti IKOK piktžolių kontrolės alternatyvų sąrašą.
4. Kukurūzai su endogeninių rotacijų grandimis atitinka GAAB7 reikalavimus, nes „... vietoje augalų keitimo galima auginti išėlį, posėlį, tarpinius pasėlius per žiemą... Plotai, kuriuose per pastaruosius trejus metus pasėliai nebuvo pakeisti, ketvirtaisiais metais turi būti naudojami kitiems pasėliams auginti“. Nemažai mūsų augintų pupinių augalų buvo daugiamečiai, todėl galėjo būti palikti žiemai.

PADĖKA

Projekto vykdytojai dėkoja Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijai už suteiktą galimybę giliau pažvelgti į žemės ūkyje vykstančius procesus, kurių žinojimas ne tik praturtins mokslą fundamentaliomis žiniomis, bet leis tvarinti ir efektyvinti žemės ūkio gamybą.

Tyrimuose dalyvavo, prisidėjo prie ataskaitos, publikacijų ir kitos mokslinės produkcijos rengimo I-II studijų pakopų studentai: Liudas Palaitis, Matas Lukošius, Benas Kryževičius, Liutauras Macius, Kristijonas Vitulskis, Martynas Jonikas, Antanas Korsakas, Rokas Jonaitis (šiuo metu doktorantas), Aušra Armanavičiūtė. Taip pat doktorantai Ugnius Ginelevičius, Lina Juodytė, Rendy Anggriawan.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

I. Studija

1. AGERBIRK, N.; OLSEN, C. E. 2012. Glucosinolate structures in evolution. *Phytochemistry*, vol. 1p. 6–45.
2. AHUJA, I.; ROHLOFF, J.; BONES, A. M. 2010. Defence mechanisms of Brassicaceae: implications for plant-insect interactions and potential for integrated pest management. *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 30, p. 311–348.
3. AL HAMDI, B.; INDERJIT; OLOFSDOTTER, M.; STREIBIG, J. C. 2001. Laboratory Bioassay for Phytotoxicity: An Example from Wheat Straw. *Agronomy Journal*, vol. 93, p. 43–48.
4. ALDRICH, R. J. 1987. Interference between crops and weeds. Allelochemicals: Role in Agriculture and Forestry. ACS Symposium. Series No. 330, p. 300–311.
5. AL-GENDY, A. A.; LOCKWOOD, G. B. 2003. GC–MS analysis of volatile hydrolysis products from glucosinolates in *Farsetia aegyptia* var. *Ovalis*. *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 18, p. 148–152.
6. ANAYA, A. L. 1999. Allelopathy as a Tool in the Management of Biotic Resources in Agroecosystems. *Critical Reviews in Plant Sciences*, vol. 18(6), p. 697–739.
7. ANGUS, J. F.; GARDNER, P. A.; KIRKEGAARD, J. A.; DESMARCHELIER, J. M. 1994. Biofumigation: isothiocyanates released from Brassica roots inhibit growth of the take-all fungus. *Plant and Soil*, vol. 162, p. 107–112.
8. BALEŽENTIENĖ, L. 2009. Bioassay of phenolics accumulation and activity in fodder galega (*Galega orientalis* Lam.) at different development stages. *Žemdirbystė: mokslo darbai*, nr. 96 (1), p. 170–181.
9. BANGARWA S. K., NORSWORTHY J. K. 2014. Brassicaceae Cover-Crop Effects on Weed Management in Plasticulture Tomato. *Journal of Crop Improvement*, vol. 28, p. 145–158.
10. BATISH, D. R., SINGH, H. P., KOHLI, R. K., DAWRA, G. P. 2006. Potential of allelopathy and allelochemicals for weed management. *Handbook of Sustainable Weed Management*. Food Products Press, Binghamton, p. 209–256.
11. BELLOSTAS, N.; SORENSEN, J. C.; SORENSEN, H. 2007. Profiling glucosinolates in vegetative and reproductive tissues of four Brassica species of the U-triangle for their biofumigation potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 87, p. 1586–1594.
12. BERES, I.; KAZINCZI, G. 2000. Allelopathic effects of shoot extracts and residues of weeds on field crops. *Allelopathy Journal*, vol. 7(1), p. 93–98.
13. BERTHOLDSSON, N. O. 2007. Varietal variation in allelopathic activity in wheat and barley and possibilities for use in plant breeding. *Allelopathy Journal*, vol. 19, p. 193–201.
14. BERTHOLDSSON, N. O. 2010. Breeding spring wheat for improved allelopathic potential. *Weed Research*, vol. 50, p. 49–57.
15. BIRCH, A. N. E.; GRIFFITHS, D. W.; HOPKINS, R. J.; SMITH, W. H. M.; MCKINLAY, R. G. 1992. Glucosinolate responses of swede, kale, forage and oilseed rape to root damage by turnip root fly (*Delia floralis*) larvae. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 60, p. 1–9.
16. BJORKMAN, M.; KLINGEN, I.; BIRCH, A. N.; BONES, A. M.; BRUCE, T. J.; JOHANSEN, T. J.; MEADOW, R.; MOLMANN, J.; SELJASEN, R.; SMART, L. E.; STEWART, D. 2011. Phytochemicals of Brassicaceae in plant protection and human health-influences of climate, environment and agronomic practice. *phytochemistry*, vol. 72, p. 538–556.
17. BOREK, V., MORRA, M. J. 2005. Ionic thiocyanate (SCN⁻) production from 4-hydroxybenzyl glucosinolate contained in *Sinapis alba* seed meal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 53, p. 8650–8654.
18. BORGES, B. H.; THANGSTAD, O. P.; AHUJA, I.; ROSSITER, J. T.; BONES, A. M. 2010. Removing the mustard oil bomb from seeds: Transgenic replacement of myrosin cells in oilseed

- rape (*Brassica napus*) produces MINELES seeds. *Journal of Experimental Biology*, vol. 61, p. 1683–1697.
19. BROWN, P. D.; MORRA, M. J. 1996. Hydrolysis products of glucosinolates in *Brassica napus* tissues as inhibitors of seed germination. *Plant and soil*, vol. 181, p. 307–316.
 20. BROWN, P. D.; MORRA, M. J. 2009. Brassicaceae tissues as inhibitors of nitrification in soil. *Journal of Agriculture, Food and Chemistry*, vol. 57(17), p. 7706–7711.
 21. BROWN, P.D.; MORRA, M. J. 1997. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Advances in Agronomy*, vol. 61, p. 167–231.
 22. BUTKUTĖ B., DABKEVIČIUS Z. 2008. Individualių gliukozinolatų kaupimosi dėsningumai ir jų tarpusavio santykis rapsų sėklose. *Žemdirbystė ir augalininkystė. Žemės ūkio mokslai*, t.15, nr. 2, p. 24–31.
 23. BUTKUTĖ, B.; DABKEVIČIUS, Z. 2007. Agropriemonių bei genotipo įtaka gliukozinolatų kaupimuisi rapsų sėklose ir jų kiekio įvairavimas išspaudose. *Gyvulininkystė. Mokslo darbai*, t. 49, p. 40–55.
 24. CHANNAPPAGODAR, B. B ; JALAGERI B. R.; BIRADAR, N. R. 2005. Allelopathic Effect of Aqueous Extracts of Weed Species on Germination and Seedling Growth of Some Crops karnataka. *Journal of Agricultural Science*, vol. 18(4), p. 916–920.
 25. CHUNG, I. M.; AHN, J. K.; YUN, S. J. 2001a. Identification of allelopathic compounds from rice (*Oryza sativa* L.) straw and their biological activity. *Canadian Journal Plant Science*, vol. 81, p. 815–819.
 26. CHUNG, I. M.; AHN, J. K.; YUN, S. J. 2001b. Assessment of allelopathic potential of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Crop Protection*, vol. 20, p. 921–928.
 27. CHUNG, I. M.; KIM, K. H.; AHN, J. K.; CHUN, S. C.; KIM, C. S.; KIM, J. T.; KIM, S. H. 2002. Screening of allelochemicals on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and identification of potentially allelopathic compounds from rice (*Oryza sativa*) variety hull extracts. *Crop Protection*, vol. 21, p. 913–920.
 28. CLARK, A. 2007. Managing cover crops profitably (3rd ed.), Sustainable Agricultural Network (SAN), Handbook series. Book 9, A publication of the Sustainable Agriculture Network with funding by the Sustainable Agriculture Research and Education Program of CSREES, U.S. Department of Agriculture. Beltsville, MD, USA. 244 p.
 29. CLOSE, D. C.; MCARTHUR, C, 2002. Rethinking the role of many plant phenolics – protection from photodamage not herbivores? *Oikos*, vol. 99, 166–172.
 30. COLQUHOUN, J. B. 2006. Allelopathy in weeds and crops: myths and facts. *Wisconsin Fertilizer, Agrilime and Pest Management Conference*, vol. 45, p. 318–320.
 31. EINHELLING, F. A. 1995. Allelopathy: current status and future goals. *Allelopathy: Organisms, Processes and Applications*. ACS Symposium, vol. 582, p. 1–7.
 32. FAHEY J. W.; A. T. ZALCMANN; TALALAY, P. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*, vol. 56, p. 5–51.
 33. GARDINER, J. B.; MORRA, M. J.; EBERLEIN, C. V.; BROWN, P .D.; BOREK, V. 1999. Allelochemicals released in soil following incorporation of rapeseed (*Brassica napus*) green manures. *Journal of Agriculture, Food and Chemistry*, vol. 47, p. 3837–3842.
 34. GILL, L. S.; ANOLIEFO, G. O.; IDUOZE U. V. 1993. Allelopathic effects of aqueous extract from siam weed on the growth of cowpea. *Chromoleena newsletters*, vol. 8, p. 1–11.
 35. GIMSING, A. L.; KIRKEGAARD, J. A. 2006. Glucosinolate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of *Brassica* biofumigants. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 38(8), p. 2255–2264.
 36. GOLISZ, A.; GAWRONSKA, H.; GAWRONSKI, S. W. 2007. Influence of buckwheat allelochemicals on crops and weeds. *Allelopathy Journal*, vol. 19, nr. 2, p. 337–350.
 37. GRUBB, C. D.; ABEL, S. 2006. Glucosinolate metabolism and its control. *Trends in Biochemistry Science*, vol. 14, p. 450–454.

38. HALKIER, B. A.; GERSHENZON, J. 2006. Biology and Biochemistry of Glucosinolates. *Annual Review of Plant Biology*, vol. 57, p. 303–333.
39. HARMATHA, J.; DINAN, L. 2003. Biological activities of lignans and stilbenoids associated with plant-insect chemical interactions. *Phytochemistry Reviews*, vol. 2, p. 321–330.
40. HOAGLAND, L.; CARPENTER-BOGGS, L.; REGANOLD, J. P.; MAZZOLA, M. 2008. Role of native soil biology in Brassicaceous seed meal-induced weed suppression. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 40, p. 1689–1697.
41. IARC WORKGROUP. 2004. *Cruciferous Vegetables, Isotiocyanates and Indoles: Handbook on Chemoprevention of Cancer*, IARC Press, Lyon, France.
42. YASUMOTO, S.; SUZUKI, K.; MATSUZAKI, M.; HIRADATE, S.; OOSE, K.; HIROKANE, H.; OKADA, K. 2011. Effects of plant residue, root exudate and juvenile plants of rapeseed (*Brassica napus* L.) on the germination, growth, yield, and quality of subsequent crops in successive and rotational cropping systems. *Plant Production Science*, vol. 14, p. 339–348.
43. INDERJIT; KREATING, K. I. 1999. Allelopathy: principles, procedures, processes and promises for biological control. *Advances in Agronomy*, vol. 67, p. 141–231.
44. INDERJIT; WARDLE, D. A.; KARBAN, R.; CALLAWAY, R. M. 2011. The ecosystem and evolutionary contexts of allelopathy. *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 26, p. 655–662.
45. INDERJIT; WEINER, J. 2001. Plant allelochemical interference or soil chemical ecology? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, vol. 4(1), p. 3–12.
46. YU, O.; JEZ, J.M. 2008. Nature's assembly line: biosynthesis of simple phenylpropanoids and polyketides. *Plant Journal*, vol. 54, p. 750–762.
47. JAFARIEHYAZDI, E.; JAVIDFAR, F. 2011. Comparison of allelopathic effects of some brassica species in two growth stages on germination and growth of sunflower. *Plant Soil and Environment*, vol. 57, p. 52–56.
48. JODAugIENĖ, D.; PUPALIENĖ, R.; URBONIENĖ, M.; SINKEVIČIENĖ, A.; ŽEBRAUSKAITĖ, K. 2008. Organinių mulčių įtaka galinsogoms (*Galinsoga* spp.) dygti. *Vagos*, nr. 79 (32), p. 49–55.
49. KALINOVA, J.; VRCHOTOVA, N.; TRISKA, J. 2007. Exudation of allelopathic substances in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 55, p. 6453–6459.
50. KALINOVA J, VRCHOTOVA N. Level of catechin, myricetin, quercetin and isoquercitrin in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), changes of their levels during vegetation and their effect on the growth of selected weeds. *J Agric Food Chem*. 2009 Apr 8;57(7):2719-25. doi: 10.1021/jf803633f. PMID: 19253962.
51. KATO-NOGUCHI, H.; INTO, T.; SATA, N. 2002. Isolation and identification of a potent allelopathic substance in rice root exudates. *Physiology of Plants*, vol. 115, p. 401–405.
52. KIRKEGAARD, J. A.; MATTHIESSEN J. N. 2004. Developing and refining the biofumigation concept. *Agroindustria*, vol. 3, p. 233–239.
53. KIRKEGAARD, J. A.; SARWAR, M.; WONG, P. T. W. 2000. Field studies on the biofumigation of take-all by Brassica break crops. *Australian Journal of Agricultural Research*, vol. 51, p. 445–456.
54. KISSEN, R.; ROSSITER, J. T.; BONES, A. M. 2008. The „mustard oil bomb“: Not so easy to assemble?! Localization, expression and distribution of the components of the myrosinase enzyme system. *Phytochemistry Reviews*, vol. 8, p. 69–86.
55. KONG, C. H.; CHEN, X. H.; HU, F.; ZHANG, S. Z. 2011. Breeding of commercially acceptable allelopathic rice cultivars in China. *Pest Management Science*, vol. 67, p. 1100–1106.
56. KRIAUCIŪNIENĖ, Z. 2007. Rapsų liekanų skaidymosi ypatumai glėžiškajame rudžemyje: daktaro disertacija: biomedicinos mokslai, agronomija (06B) Akademija, [Kauno r.].
57. KRIAUCIŪNIENĖ, Z.; VELIČKA, R.; RIMKEVIČIENĖ, M.; PUPALIENĖ, R.; SALINA, O. 2008. Ceconomis structure and species composition dynamics of micromycetes decomposing crop root residues in soil. *Biologija*, Nr. 1, p. 36–44.

58. KRIAUCIŪNIENĖ, Z.; VELIČKA, R.; RIMKEVIČIENĖ, M.; RAUDONIUS, S. 2007. Changes of nutrients concentration in the crop residues decomposing in the soil. *Žemdirbystė: Mokslo darbai*, Nr. 1, p. 100–114.
59. KRYŽEVIČIENĖ, A.; PAPLAUSKIENĖ, V. 2002. Daugiamečių varpinių žolių alelopatinis aktyvumas skirtingais vystymosi tarpsniais. *Žemdirbystė. Mokslo darbai*, 4, 80, p. 179–192.
60. KRUIDHOF, H.; BASTIAANS, L.; VAN DAM, N.; LOTZ, L. A. P.; KROPFF, M. J. 2008. Weed suppression by cover crops; can mechanical wounding induce the production of allelochemicals? Ph. D thesis, Wageningen University, p. 59–79.
61. LATTANZIO V., CARDINALI A., LINSALATA V. 2012. Plant Phenolics: A Biochemical and Physiological Perspective. *Recent Advances in Polyphenol Research*, vol. 3, p. 1–29.
62. LATTANZIO, V.; ARPAIA, S.; CARDINALI, A.; DI VENERE, D.; LINSALATA, V. 2000. Role of endogenous flavonoids in resistance mechanism of *Vigna* to aphids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 48, p. 5316–5320.
63. LATTANZIO, V.; TERZANO, R.; CICCIO, N.; CARDINALI, A.; DI VENERE, D.; LINSALATA, V. 2005. Seed coat tannins and bruchid resistance in stored cowpea seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 85, p. 839–846.
64. LAZAUSKAS, P. 1990. *Agrotechnika prieš piktžoles: monografija*. Kaunas, 214 p.
65. LAZZERI, L.; MANICA, L. M. 2001. Allelopathic effect of glucosinolate-containing plant green manure on *Pythium* sp. and total fungal population in soil. *Horticultural Science*, vol. 36, p. 1283–1289.
66. LEELA, D. 1995. Allelopathic effects of Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) tubers on growth of field crops. *Allelopathy Journal*, vol. 2, p. 89–92.
67. LEIKUS, R. 2001. Rapsų išspaudos veislinėms kiaulėms šerti Veterinarija ir zootechnika, t. 15(37), p. 67–71.
68. LEV-YADUN, S.; GOULD, K. S. 2008. Role of anthocyanins in plant defense. *Lifes Colorful Solutions: The Biosynthesis, Functions, and Applications of Anthocyanins*. Springer-Verlag, Berlin, p. 21–48.
69. MALIK, M. S.; RILEY, M. B.; NORSWORTHY, J. K.; BRIDGES, W. 2010. Glucosinolate profile variation of growth stages of wild radish (*Raphanus raphanistrum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 58, p. 3309–3315.
70. MANICI, L. M.; LAZZERI, L.; BARUZZI, G.; LEONI, O.; GALLETI, S.; PALMIERI, S. 2000. Suppressive activity of some glucosinolate enzyme degradation products on *Pythium irregulare* and *Rhizoctonia solani* in sterile soil. *Pest Management Science*, vol. 56, p. 921–926.
71. MARCINKEVIČIENĖ, A. 2003. Tarpinių pasėlių žaliosios trąšos įtaka miežių agroceozėje: daktaro disertacija. Kaunas, 136 p.
72. MARCINKEVIČIENĖ, A.; KRIAUCIŪNIENĖ, Z.; BOGUŽAS, V., VELIČKA, R. 2013. Allelopathic effects of cover crops on spring barely germination and establishment. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, vol. 11, p. 684–688.
73. MATTHIESSEN, J. N.; KIRKEGAARD, J. A. 2006. Biofumigation and enhanced biodegradation: opportunity and challenge in soilborne pest and disease management. *Critical Review, Plant Science*, vol. 25, p. 235–265.
74. MATTHIESSEN, J. N.; WARTON, B.; SHACKELTON, M. A. 2004. The importance of plant maceration and water addition in achieving high Brassica-derived isothiocyanate levels in soil. *Agroindustria*, vol. 3, p. 277–280.
75. MATTNER, S. W.; PORTER, I. J.; GOUNDER, R. K.; SHANKS, A. L.; WREN, D. J.; ALLEN, D. 2008. Factors that impact on the ability of biofumigants to suppress fungal pathogens and weeds of strawberry. *Crop Protection*, p. 27, 1165–1173.
76. MATUSHESKI, N. V.; SWARUP, R.; JUVIK, J. A.; MITHEN, R.; BENNETT, M.; JEFFERY, E. H. 2006. Epithiospecifier protein from broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *italica*) inhibits formation of the anticancer agent sulforaphane. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 54, p. 2069–2076.

77. MAWSON, R.; HEANEY, R. K.; ZDUNCZYK, Z.; KOZLOWSKA, H. 1993. Rapeseed meal-glucosinolates and their antinutritional effects 2. Flavor and palatability. *Nahrung-Food*, vol. 37, p. 336–344.
78. MOJTAHEDI, H., SANTO, G. S., WILSON, J. H., HANG, A. N., 1993. Managing *Meloidogyne chitwoodi* on potato with rapeseed as green manure. *Plant Disease*, vol. 77, p. 42–46.
79. MONFORT, W. S.; CSINOS, A. S.; DESAEGER, J.; SEEBOLD, K.; WEBSTER, T. M.; DIAZ-PEREZ, J. C. 2007. Evaluating Brassica species as an alternative control measure of root-knot nematode (*M. incognita*) in Georgia vegetable plasticulture. *Crop Protection*, vol. 26, p. 1359–1368.
80. MOOSAVI, A.; TAVAKKOLAFSHARI, R.; ASADI, A.; GHARINEH, M. H. 2011. Allelopathic Effects of Aqueous Extract of Leaf Stem and Root of *Sorghum bicolor* on Seed Germination and Seedling Growth of *Vigna radiata* L. *Notulae Scientia Biologicae*, vol. 3(2), p. 114–118.
81. MUELCHEN, A. M., RAND, R. E., PARKE, J. L., 1990. Evaluation of crucifer manures for controlling *Aphanomyces* root of peas. *Plant Disease*, vol. 74, p. 651–654.
82. APRES COMBUSTION SECHE (analyse elementaire). AFNOR, 7 p.
83. NOEL, J.P.; AUSTIN, M.B.; BOMATI, E.K. 2005. Structure–function relationships in plant phenylpropanoid biosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology*, vol. 8, p. 249–253.
84. OSBOURN, A. E.; QI, X.; TOWNSEND, B.; QIN, B. 2003. Dissecting plant secondary metabolism – constitutive chemical defences in cereals. *New Phytologist*, vol. 159, p. 101–108.
85. PEDRAS, M. S. C.; ZHENG, Q. A.; GADAGI, R. S. 2007. The first naturally occurring aromatic isothiocyanates, rapalexins A and B, are cruciferous phytoalexins. *Chemical Communications*, vol. 4, 368–370.
86. PETERSEN, J.; BELZ, R.; WALKER, F.; HURLE, K. 2001. Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rape mulch. *Agronomy Journal*, vol. 93, p. 37–43.
87. PICHERSKY, E.; GANG, D. R. 2000. Genetics and biochemistry of secondary metabolites in plants: an evolutionary perspective. *Trends in Plant Science*, vol. 5, 439–445.
88. PILIPAVIČIUS, V. 2012. Allelopathic effect of *Elytrigia repens* (L.) Nevski on germination and early growth of spring wheat. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, vol. 10, p. 1520–1523.
89. PILIPAVIČIUS, V.; ROMANECKAS, K. 2014. Allelopathic activity of creeping thistle water extracts on germination and early growth of winter wheat. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, vol. 20 (No 3), p. 625–630.
90. PILIPAVIČIUS, V.; ROMANECKAS, K.; ŠARAUSKIS, E.; VAICIUKEVIČIUS, E.; KERPAUSKAS, P. 2011. Phytotoxicity effects of *Rumex crispus* L. grounded biomass on spring barley grain germination. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 7(12), p. 1819–1826.
91. PILIPAVIČIUS, V.; ROMANECKAS, K.; ČĖSNA, J. 2013. Allelopathic effect of *Sonchus arvensis* L. on germination and early growth of spring wheat, *Journal of Food, Agriculture & Environment*, vol. 11, p. 1060–1063.
92. PIMENTEL, D. 2009. Pesticides and pest control. *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process*. Springer, vol. 1, p. 83–87.
93. PLOEG, A. 2008. Biofumigation to manage plant-parasitic nematodes, *Integrated Management of Plant Pests and Diseases*, Vol. 2 - Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes, Springer, The Netherlands, p. 239–248.
94. POPAA, V. I.; DUMITRUA, M.; VOLF, I.; ANGHEL, N. 2008. Lignin and polyphenols as allelochemicals. *Industrial Crops and Products*, vol. 27, p. 144–149.
95. POULSEN, J. L.; GIMSING, A. L.; HALKIER, B. A.; BJARNHOLT, N.; HANSEN, H. C. B. 2008. Mineralization of benzyl glucosinolate and its hydrolysis product the biofumigant benzyl isothiocyanate in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 40, p. 135–141.
96. RASK, L.; ANDREASSON, E.; EKBOM, B.; ERIKSSON, S.; PONTOPPIDAN, B.,

- MEIJER, J. 2000. Myrosinase: gene family evolution and herbivore defense in Brassicaceae. *Plant Molecular Biology*, vol. 42, p. 93–113.
97. RATZKA, A.; VOGEL, H.; KLIEBENSTEIN, D. J.; MITCHELL-OLDS, T.; KROYMANN, J. 2002. Disarming the mustard oil bomb. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 99, p. 11223–11228.
98. RICE, E. L. 1984. *Allelopathy*, 2nd. ed., Academic Press, London.
99. ROY, B. A.; KIRCHNER, J. W. 2000. Evolutionary dynamics of pathogen resistance and tolerance. *Evolution*, vol. 54, p. 51–63.
100. ROUBTSOVA, T.; LOPEZ-PEREZ, J.A.; EDWARDS, S.; PLOEG, A. 2007. Effect of broccoli (*Brassica oleracea*) tissue, incorporated at different depths in a soil column on *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology*, vol. 39, p. 111–117.
101. SANCHEZ-MOREIRAS, A. M.; COBA DE LA PENA, T.; MARTINEZ, A.; GONZALEZ, L.; PELLISIER, F.; REIGOSA, M. J. 2004. Mode of action of hydroxamic acid (BOA) and other related compounds. *Allelopathy: Chemistry and mode of action of allelochemicals*. CRC Press, New York. p. 239–252.
102. SIMMONDS, M. S. J. 2003. Flavonoid-insect interactions: recent advances in our knowledge. *Phytochemistry*, vol. 64, p. 21–30.
103. SINGH, H. P., BATISH, D. R., KOHLI, R. K. 2001. Allelopathy in Agroecosystems. *Journal of Crop Production*, vol. 4(2), p. 1–41.
104. SINGH, I.P.; BHARATE, S.B. 2006. Phloroglucinol compounds of natural origin. *Natural Product Reports*, vol. 23, p. 558–591.
105. SMITH, B. J.; KIRKEGAARD, J. A. 2002 In vitro inhibition of soil microorganisms by 2-phenylethyl isothiocyanate. *Plant Pathology*, vol. 51, p. 585–593.
106. SZWED, M.; MITRUS, J.; WICZKOWSKI, W.; DEBSKI, H.; HORBOWICZ, M. 2020. If phenolic compounds in the soil with buckwheat residues affect the emergence and growth of weed seedlings? *Acta Physiologiae Plantarum* (2020) 42:154 [žiūrėta 2023 m. vasario 18 d.] Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1007/s11738-020-03142-9>.
107. TAYLOR, J. E.; HATCHER, P. E.; PAUL, N. D. 2004 Crosstalk between plant responses to pathogens and herbivores: a view from the outside in. *Journal of Experimental Botany*, vol. 55, p.159–168.
108. TARAZ, Z.; JALALI, S. M. A.; RAFEIE, F. 2006. Effects of replacement of soybean meal with rapeseed meal on organs weight, some blood biochemical parameters and performance of broiler chicks. *International Journal of Poultry Science*, vol. 5, p. 1110–1115.
109. TESIO, F.; VIDOTTO, F.; FERRERO, A. 2012. Allelopathic persistence of *Helianthus tuberosus* L. residues in the soil. *Science Horticulture*, vol. 135, p. 98–105.
110. TESIO, F.; WESTON, L. A.; FERRERO, A. 2011. Allelochemicals identified from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) residue and their potential inhibitory activity in the field and laboratory. *Science Horticulture*, vol. 129(3), p. 361–368.
111. TESIO, F.; WESTON, L. A.; VIDOTTO, F.; FERRERO, A. 2010. Potential Allelopathic Effects of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) Leaf Tissues. *Weed technology*, vol. 24(3), p. 378–385.
112. TRAKA, M.; MITHEN, R. 2009. Glucosinolates, isothiocyanates and human health. *Phytochemistry Reviews*, vol. 8, p. 269–282.
113. TREUTTER, D. 2005. Significance of flavonoids in plant resistance and enhancement of their biosynthesis. *Plant Biology*, vol. 7, p. 581–591.
114. TSUZUKI, E.; DONG, Y. 2003. Buckwheat Allelopathy: Use in weed management. *Allelopathy Journal* 12(1), p. 9.
115. UPPAR, D. S; NALINI, A. S; HIREMATH, S. M.; KAMATAR, M. Y. 1993. Allelopathic effects of weeds on germination and vigour index of wheat. *Current Research*, vol. 22, p. 47–48.
116. UREMIS, I.; ARSLAN, M.; ULUDAG, A.; SANGUN M. 2009. Allelopathic potentials of residues of 6 brassica species on johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). *African Journal of Biotechnology*, vol. 8, no. 15, p. 3497–3501.

117. UZOMA K.C., ONWUKA B.M., 2018. Effects of Organic Mulch Materials on Soil Surface Evaporation. *Not Sci Biol*, 10(3): p. 387, 391. [interaktyvus], [žiūrėta 2023 kovo 21 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.notulaebiologicae.ro/index.php/nsb/article/view/10273/8977>
118. VARNAITĖ, R. 1994. Atskirų genčių pašarinių augalų fenoliniai junginiai ir jų mikrobiologinė degradacija: habilitacinė disertacija. Vilnius, 72 p.
119. VAUGHN, S. F.; BERHOW, M. A. 2005. Glucosinolate hydrolysis products from various plant sources: pH effects, isolation and purification. *Industrial Crops and Products*, vol. 21, p. 193–202.
120. VAUGHN, S. F.; BOYDSTON, R. A. 1997. Volatile allelochemicals released by crucifer green manures. *Journal of Chemical Ecology*, vol. 23, p. 2107–2116.
121. VELIČKA, R.; RIMKEVIČIENĖ, M.; KRIAUCIŪNIENĖ, Z.; PUPALIENĖ, R.; SALINA, O. 2009. The effect of cellulose-degrading micro-organisms on the biodestruction of crop residues in the soil. *Žemdirbystė-Agriculture*, t. 96(1), p. 113–126.
122. VELIČKA, R.; MARCINKEVIČIENĖ, A.; PUPALIENĖ, R.; ČEPULIENĖ, R.; KRIAUCIŪNIENĖ, Z.; KOSTECKAS, R.; ČEKANAUSKAS, S.; BIELIAUSKAITĖ, R. Allelopathic effects of aqueous extracts of rape residues on winter wheat seed germination and early growth // *Journal of Food, Agriculture & Environment*. Helsinki: WFL Publisher. ISSN 1459-0255. 2012, Vol. 10, No. 3&4, p. 1053–1057. [ISI Web of Science; CAB Abstracts]. [Citav. rod (IF): 0.435; bendr. cit. rod: 1.947].
123. WALSH, K. D.; SANDERSON, D.; HALL, L. M.; MUGO, S.; HILLS, M. J. 2013. Allelopathic effects of camelina (*Camelina sativa*) and canola (*Brassica napus*) on wild oat, flax and radish. *Allelopathy Journal*, vol. 33, p. 83–96.
124. WARTON, B.; MATTHIESSEN, J. N.; SHACKLETON, M. A. 2001. Glucosinolate content and isothiocyanate evolution - two measures of the biofumigation potential of plants. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, vol. 49, p. 5244–5250.
125. WESTON, L. A., DUKE, S. O. 2003. Weed and crop allelopathy. *Critical Review. Plant Science*, vol. 22, p. 367–389.
126. WIGGINS, B.E., KINKEL, L.L. Green manures and crop sequences influence alfalfa root rot and pathogen inhibitory activity among soil-borne streptomycetes. *Plant Soil* 268, 271–283 (2005). <https://doi.org/10.1007/s11104-004-0300-x>
127. WINK, M. 2003. Evolution of secondary metabolites from an ecological and molecular phylogenetic perspective. *Phytochemistry*, vol. 64, p. 3–19.
128. WIRTH J., GFELLER A. Is growing buckwheat allelopathic? *Julius-Kühn-Archiv*, 452,
129. ZEMBLIENĖ, I., PUPALIENĖ, R. 2020. Organic mulches in vegetable crops. *Agroecosystem Sustainability: Links between Carbon Sequestration in Soils, Food Security and Climate Change*. INTERNATIONAL SCIENTIFIC VIRTUAL CONFERENCE. Proceedings, p.64.
130. ZHANG, W., JIANGG, F., OUL, J. 2011. Global Pesticide Consumption and Pollution: with China as a Focus. *International Academy of Ecology and Environmental Sciences Conference*, Beijing, China. p. 125–144.
131. ZOU, L.; SANTANEN, A.; TEIN, B.; STODDARD, F. L.; MAKELA, P. S. A. 2014. Interference potential of buskwheat, fababean, oilseed hemp, vetch, white lupine and caraway to control couch grass weed. *Allelopathy Journal*, vol. 33(2), p. 227–236.

II. Laboratorinis ir laboratorinis-vegetacinis eksperimentai

1. AL-QTHANIN, R.; RADWAN, A. M.; DONIA, A. M.; ABOUZIED, K. A.; BALAH, M. A. Plant and soil characteristics affected by the allelopathic pathways of *Avena fatua* and *Lolium temulentum* weeds. *Heliyon*. 2024, 18, e38007.
2. BOUTAGAYOUT, A.; BELMALHA, S.; HAMDANI, A.; BENABDERRAHMANE, A.; ADIBA, A.; EZRARI, S.; NASSIRI, L.; BOUIAMRINE, E. H. Phytochemical analysis of crop extracts and assessment of their allelopathic effect on germination and seedling

- growth of wild mustard (*Sinapis arvensis*) and faba bean (*Vicia faba* var. *minor*). *Ecol. Front.* 2024, 44(4), 741–751.
3. GAMTINĖ ŽEMDIRBYSTĖ, 2024. <https://info.puiki.lt/naujienos/aelopatija-i-ka-atkreipti-demesi-derinant-augalus-ar-kiekvienas-augas-tam-tikru-budu-veikia-savo-kaimynus-kada-alelopatija-gali-buti-ne-tik-zalinga-ir-neigiama-bet-ir-teigiama/>
 4. GHIMIRE, R., MACHADO, S., & BISTA, P. (2017). Long-term crop residue and nitrogen management effects on soil profile carbon and nitrogen in wheat–fallow systems. *Agronomy Journal*, 109(1), 274-284.
 5. GHIMIRE, R., NORTON, J. B., & STAHL, P. D. (2017). Microbial responses to soil disturbance and organic amendments in semiarid agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 240, 161-170.
 6. HUANG, Q., JIANG, D., & CAO, W. (2020). Impacts of climate change on decomposition and nutrient cycling of crop residues: A review. *Science of the Total Environment*, 704, 135226.
 7. JASTROW, J. D., MILLER, R. M., & BOUTTON, T. W. (2007). Soil aggregate formation and the accrual of particulate and mineral-associated organic matter. *Soil Biology & Biochemistry*, 39(6), 1548-1561.
 8. KALBURTI, K.L., MAMOLOS, A.P., KOSTOPOULOU S.K. 1998. Litter dynamics of *Dactylis glomerata* and *Vicia villosa* in relation to climatic and soil characteristics. *Grass For. Sci.*, 53, 225–232.
 9. KÄTTERER, T., BOLINDER, M. A., ANDRÉN, O., KIRCHMANN, H., & MENICHETTI, L. (2011). Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agronomy for Sustainable Development*, 31, 201-213.
 10. KOUKOURA, Z., MAMOLOS, A. P., & KALBURTI, K. L. 2003. Decomposition of dominant plant species litter in a semi-arid grassland. *Applied Soil Ecology*, 23(1), 1–23.
 11. KRIAUCIŪNIENĖ. Z. 2008. Rapsų liekanų skaidymosi ypatumai priemolio gležiškame rudžemyje. *Daktaro disertacija*. 121 p.
 12. LAZAUSKAS, P. *Agrotechnika prieš piktžoles*. Kaunas, 1990. 216 p.
 13. LEONAVIČIENĖ, T. 2007. SPSS programų paketo taikymas statistiniuose tyrimuose. Vilnius: Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla.
 14. MALHI, S. S., LEMKE, R., WANG, Z. H., & CHHABRA, B. S. (2011). Tillage, nitrogen and crop residue effects on crop yield, nutrient uptake, soil quality, and greenhouse gas emissions. *Agronomy Journal*, 103(4), 990-995.
 15. MARCINKEVIČIENĖ, A., EIMUTYTĖ, E., ŠAUČIŪNAS, E., KOSTECKAS, R., & KOSTECKIENĖ, S. (2016). Bastutinių šeimos piktžolių rūšių alelopatinė įtaka vasarinių rapsų ir vasarinių miežių dygimui ir augimui. *Žemės ūkio mokslai*, 23(1).
 16. MARCINKEVIČIENĖ, A., KEIDAN, M., PUPALIENĖ, R., VELIČKA, R., KRIAUCIŪNIENĖ, Z., BUTKEVIČIENĖ, L. M., & KOSTECKAS, R. (2020). Nonchemical Weed Control in Winter Oilseed Rape Crop in the Organic Farming System. In *Organic Agriculture*. IntechOpen.
 17. MASON, C.F. 1977. *Decomposition*. Camelot Press, Southampton, p. 58.
 18. MORETTO, A.S., DISTEL, R.A., DITON, N.G. 2001. Decomposition and nutrient dynamic of leaf litter and roots from palatable and unpalatable grasses in semi-arid grassland. *Appl. Soil Ecol.*, 18, 37–37.
 19. PAUSTIAN, K., LEHMANN, J., OGLE, S., REAY, D., ROBERTSON, G. P., & SMITH, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532(7597), 49-57.
 20. RAGAEI, S.; ABDEL-AAL, M.; NOAMAN, M. 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry*, vol. 98, p. 32–38.
 21. ROSS, D.J., TATE, K.R., NEWTON, P.C.D., CLARK, H. Decomposability of C₃ and C₄ grass litter sampled under different concentrations of atmospheric carbon dioxide at natural CO₂ spring. *Plant Soil*, 240, 275–286.

22. RUFFO, M. L., & BOLLERO, G. A. (2003). Residue decomposition and prediction of carbon and nitrogen release rates based on biochemical fractions using principal component regression. *Agronomy Journal*, 95(5), 1034-1040.
23. RUFFO, M. L., & BOLLERO, G. A. (2003). Residue decomposition and prediction of nitrogen mineralization from corn, soybean, and wheat residues. *Agronomy Journal*, 95(6), 1460-1467.
24. SINGH, K., SINGH, B., & RYUL KIM, H. (2021). Influence of crop residue management on soil health: A review. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(1), 43-63.
25. SIX, J., CONANT, R. T., PAUL, E. A., & PAUSTIAN, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil*, 241(2), 155-176.
26. SPSS Instat 10. Statistics I. USA. 2000. 663 p.
27. STEWART, C. E., FOLLETT, R. F., PRUESSNER, E. G., VARVEL, G. E., VOGEL, K. P., & MITCHELL, R. B. (2015). N fertilizer and harvest impacts on bioenergy crop contributions to SOC. *Soil Science Society of America Journal*, 79(3), 898-909.
28. SWIFT, M.J., HEAL, O.W., ANDERSON, J.M. 1979. Decomposition in Terrestrial Ecosystems. Blackwell, Oxford, p. 372.
29. TARAKANOVAS, P., RAUDONIUS, S. 2003. Agronominių tyrimų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, STAT-PLOT iš paketo „Selekcija“ ir „Irristat“. *Akademija, Kėdainių r.*, p. 57.
30. TIAN, G., BRUSSARD, L., KANG, B. T., & KEULEN, H. V. (1995). Breakdown of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions: Effects on soil organic matter build-up. *Soil Biology and Biochemistry*, 27(3), 277-285.
31. VANLAUWE, B., DIELS, J., SANGINGA, N., & MERCKX, R. (2014). Long-term integrated soil fertility management in South African smallholder farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 171, 156-165.
32. Velička, R., Mockevičienė, R., Marcinkevičienė, A., Pupalienė, R., Butkevičienė, L. M., Kriaučiūnienė, Z., ... & Čekanauskas, S. (2015). Necheminių piktžolių kontrolės būdų efektyvumo palyginimas vasarinių rapsų pasėlyje ekologinės žemdirbystės sąlygomis. *Žemės ūkio mokslai*, 22(4).
33. WANG, Y., HUANG, D., LIU, J., & JIN, H. (2019). Advances in research on crop residue decomposition mechanisms and dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, 137, 107574.
34. WILHELM, W. W., JOHNSON, J. M., HATFIELD, J. L., VOORHEES, W. B., & LINDEN, D. R. (2004). Crop and soil productivity response to corn residue removal: A literature review. *Agronomy Journal*, 96(1), 1-17.
35. ГРОДЗИНСКИЙ, А. М. 1990. Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, с. 198.

III. Lauko eksperimentas

1. ADEBOYE, M. K. A.; BALA, A.; OSUNDE, A. O.; UZOMA, A. O.; ODOFIN, A. J.; LAWAL, B. A. 2011. Assessment of soil quality using soil organic carbon and total nitrogen and microbial properties in tropical agroecosystems. *Agricultural Sciences*, [interaktyvus], vol. 2(1), p. 34-40 [žiūrėta 2025 sausio 24 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.4236/as.2011.21006>
2. ALFARO, M. A., JARVIS, S. C., & GREGORY, P. J. 2004. Factors affecting potassium leaching in different soils. *Soil use and management*, [interaktyvus], vol. 20(2), p. 182-189 [žiūrėta 2025 sausio 27 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2004.tb00355.x>
3. AMIR S. Hemp as a biomass crop. Technical Article. April 2023. Prieiga per internetą: <https://www.biomassconnect.org/wp-content/uploads/2023/04/Hemp-as-Biomass-Crop.pdf>
4. BROWN H., MOOT. D. 2004. Quality and quantity of chicory, lucerne and red clover production under irrigation. New Zealand Grassland Association.

5. BUIVYDAITĖ, V. ir kt. Lietuvos dirvožemių klasifikacija, Vilnius: Lietuvos mokslas, 2001, 131 p.
6. CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. 2010. Magnesium: a forgotten element in crop production. *Better crops*, [interaktyvus], vol. 94(2), 23-25 [žiūrėta 2025 sausio 19 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.ks-minerals-and-agriculture.com/en/pdf-articles/article-201006-better-crops-magnesium.pdf>
7. CAMPIGLIA E.; GOBBI L.; MARUCCI A.; RAPA M.; RUGGIERI R.; VINCI G. Hemp Seed Production: Environmental Impacts of Cannabis sativa L. Agronomic Practices by Life Cycle Assessment (LCA) and Carbon Footprint Methodologies. *Sustainability* 2020, 12, 65–70.
8. JOHN P. CARROLL, JOHN FINNAN. Physical and chemical properties of pellets from energy crops and cereal straws. *Biosystems Engineering*, Volume 112, Issue 2, 2012, Pages 151-159.
9. CIECKO, Z.; ZOLNOWSKI, A.; MIERZEJEWSKA, A. 2012. Impact of foliar nitrogen and magnesium fertilization on concentration of chlorophyll in potato leaves. *Ecol. Chem. Eng. A*, [interaktyvus], vol. 19, p. 525-535 [žiūrėta 2025 sausio 28 d.]. Prieiga per internetą: [https://doi.org/10.2428/ecea.2012.19\(06\)053](https://doi.org/10.2428/ecea.2012.19(06)053)
10. CHLOROFILO KONCENTRACIJOS MATAVIMO PRIETAISAS MC-100. Prieiga per internetą: <https://www.apogeeinstruments.com>
11. DAHMARDEH, M.; GHANBARI, A.; SYAHSAR, B. A.; RAMRODI, M. 2010. The role of intercropping maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata* L.) on yield and soil chemical properties. *African Journal of Agricultural Research*, [interaktyvus], vol. 5(8), p. 631-636 [žiūrėta 2025 vasario 3 d.]. Prieiga per internetą: https://academicjournals.org/article/article_1380963386_Dahmardehproc.20etproc.20al.pdf
12. EKOLOGIŠKOS LIUCERNOS SĖKLOS. Prieiga per internetą: <https://www.vyp.lt/produktas/ekologiskos-liucernos-seklos/>
13. ESKANDARI, H., ATTAR, S. 2015. Energy comparison of two rice cultivation systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 42,666-671.
14. GENG, S. M.; YAN, D. H.; ZHANG, T. X.; WENG, B. S.; ZHANG, Z. B.; QIN, T. L. 2015. Effects of drought stress on agriculture soil. *Natural Hazards*, vol. 75, [interaktyvus], p. 1997-2011 [žiūrėta 2025 sausio 20 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1409-8>
15. HOU L, YANG Y, ZHANG X, JIANG C (2021), "Carbon footprint for wheat and maize production modulated by farm size: a study in the North China plain". *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, Vol. 13 No. 3 pp. 302–319.
16. JASINSKAS A.; MINAJEVA A.; ŠARAUSKIS E.; ROMANECKAS K.; KIMBIRAUSKIENĖ R.; PEDIŠIUS N. Recycling and utilisation of faba bean harvesting and threshing waste for bioenergy. *Renew. Energ.* 2020, 162, 257–266.
17. JASTROW, J. D.; MILLER, R. M. 2018. Soil aggregate stabilization and carbon sequestration: feedbacks through organomineral associations. In *Soil processes and the carbon cycle* [interaktyvus], p. 207-223 [žiūrėta 2025 sausio 20 d.]. Prieiga per internetą: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203739273-15/soil-aggregate-stabilization-carbon-sequestration-feedbacks-organomineral-associations-jastrow-miller>
18. JOHANNES RAVN JØRGENSEN, LISE C. DELEURAN, BERND WOLLENWEBER. Prospects of whole grain crops of wheat, rye and triticale under different fertilizer regimes for energy production. *Biomass and Bioenergy*, Volume 31, Issue 5, 2007, Pages 308-317.
19. INTEGRUOTOS KENKSMINGŪJŲ ORGANIZMŪ KONTROLĖS (IKOK) GAIRĖS KUKURŪZAI. 2-as leidimas 2024 m. Atnaujino: dr. Ona Auškalnienė, dr. Karolina Lavrukaitė, dr. Roma Semaškienė. Interaktyvus:
20. chromeextension://efaidnbmninnibpcapjcgclefindmkaj/https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2025/10/2025_ikok_kukuruzai_maketas.pdf

21. KAZEMI H.; SHAHBYKI M.; BAGHBANI S. Energy analysis for faba bean production: a case study in Golestan province. *Iran. Sustain. Prod. Cons.* 2015, 3, 15–20.
22. KRYŽIOKAS V. 2011. Kukurūzų pasėlio tarpueilių mulčiavimo žaliaja trąša techninis sprendimas.
23. KUSEK, G., OZTURK, H.H., AKDEMIR, S., 2016. An assessment of energy use of different cultivation methods for sustainable rapeseed production. *Journal of Cleaner Production*, 112, pp. 2772-2783.
24. LAL R. 2004. Carbon emission from farm operations. *Environ. Int.* 30, 981–990.
25. LAL B.; GAUTAM P.; NAYAK A.K.; PANDA B.B.; BIHARI P.; TRIPATHI R.; SHAHID M.; GURU P.K.; CHATTERJEE D.; KUMAR U.; MEENA B.P. Energy and carbon budgeting of tillage for environmentally clean and resilient soil health of rice-maize cropping system. *J. Clean. Prod.* 2019, 226(8), 15–30.
26. LEGHARI, S. J.; WAHOCHO, N. A.; LAGHARI, G. M.; HAFEEZLAGHARI, A.; MUSTAFABHABHAN G.; HUSSAINTALPUR, K.; LASHARI, A. A. Role of nitrogen for plant growth and development: A review. *Advances in Environmental Biology*, [interaktyvus], vol. 10(9), p. 209–219 [žiūrėta 2025 sausio 24 d.]. Prieiga per internetą: <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALEproc.7CA472372583&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=19950756&p=AONE&sw=w&userGroupName=anonproc.7Ed0613cbb>
27. LEŠMIAN-KORDAS, R. AND BOJANOWSKA, M., 2010. Rapeseed biomass—a renewable source of energy-current state and development perspectives. *Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Szczecinie*, (24 (96), pp. 17-24.
28. MAČIUKAS A. Kukurūzų ligos ir kenkėjai. Prieiga per internetą: <http://www.agrozinios.lt/portal/categories/186/1/0/1/article/13090/kukuruzu-ligos-ir-kenkejai>
29. MALHOTRA, H.; SHARMA, S.; PANDEY R. 2018. Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. *Plant nutrients and abiotic stress tolerance*, [interaktyvus], p. 171–190 [žiūrėta 2025 sausio 25 d.]. Prieiga per internetą: https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_7
30. MEIER U. 2001. Growth stages of mono-and dicotyledonous plants, BBCH Monograph, 2 Editon, Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. Prieiga per internetą: <http://www.bba.de/veroeff/bbch/bbcheng.pdf>
31. MIKŠA O., BALEŽENTIENĖ L., MAROZAS V., KASNAUSKIENĖ J. CO₂ emisijos ir aplinkos sąlygų kaita kukurūzų (*Zea mays*) ir rapsų (*Brassica napus*) agroekosistemose. *Žmogaus ir gamtos sauga* 2015 – 2 dalis, ASU 39, P, 39-42.
32. MOGHIMI M.R.; POOYA M.; MOHAMMADI A. 2014. Study on energy balance, energy forms and greenhouse gas emission for wheat production in Gorge city, Kordestan province of Iran. *Eur. J. Exp. Biol.* 4, 234–239.
33. MUKUMBAREZA, C.; MUCHAONYERWA, P.; CHIDUZA, C. 2016. Bicultures of oat (*Avena sativa* L.) and grazing vetch (*Vicia dasycarpa* L.) cover crops increase contents of carbon pools and activities of selected enzymes in a loam soil under warm temperate conditions. *Soil Science and Plant Nutrition*, [interaktyvus] vol. 62(5-6), p. 447-455 [žiūrėta 2025 sausio 22 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/00380768.2016.1206833>
34. NASAR, J.; SHAO, Z.; GAO, Q.; ZHOU, X.; FAHAD, S.; LIU, S.; ... & DAWAR; K. M. 2022. Maize-alfalfa intercropping induced changes in plant and soil nutrient status under nitrogen application. *Archives of Agronomy and Soil Science*, [interaktyvus], vol. 68(2), p. 151-165 [žiūrėta 2025 vasario 3 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/03650340.2020.1827234>
35. NCIIZAH, A. D.; WAKINDIKI, I. I. 2015. Physical indicators of soil erosion, aggregate stability and erodibility. *Archives of Agronomy and Soil Science*, vol. 61(6), [interaktyvus],

- p. 827-842 [žiūrėta 2025 sausio 20 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/03650340.2014.956660>
36. NEINA, D. 2019. The role of soil pH in plant nutrition and soil remediation. *Applied and environmental soil science*, [interaktyvus], p. 1–9 [žiūrėta 2025 sausio 23 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1155/2019/5794869>
 37. PAGRINDINIO ŽEMĖS DIRBIMO DARBAI. Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai. Srebutenienė, I. (Ed.) Lietuvos Agrarinės Ekonomikos Institutas: Vilnius, 2017; Prieiga internete: https://zum.lrv.lt/uploads/zum/documents/files/IKAINIAI_2017_I_dalis.pdf
 38. PASELIŲ PRIEŽIŪRA IR ŠIENAPJŪTĖS DARBAI. Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai Srebutenienė I.; Stalgienė, A. (Eds.) Lietuvos Agrarinės Ekonomikos Institutas: Vilnius, 2017.
 39. PISHGAR-KOMLEH, SEYYED HASSAN, et al. 2013. Assessment and determination of seed corn combine harvesting losses and energy consumption. *Elixir Agriculture*, 54.2013: 12631-12637.
 40. PISHGAR-KOMLEH S.H.; GHADERIJANI M.; SEFEEDPARI P. 2012. Energy consumption and CO2 emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. *J. Clean. Prod.* 33, 183–191.
 41. RAGHOTHAMA, K. G. 2005. Phosphorus and plant nutrition: an overview. *Phosphorus: Agriculture and the environment*, [interaktyvus], vol. 46, p. 353–378 [žiūrėta 2025 sausio 25 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr46.c11>
 42. RED CLOVER. Prieiga per internetą: <https://www.mountsinai.org/health-library/herb/redclover#:~:text=Redproc.20cloverproc.20isproc.20aproc.20source,areproc.20foundproc.20inproc.20manyproc.20plants>
 43. RICHARDSON, A. E.; BAREA, J. M.; MCNEILL, A. M.; PRIGENT-COMBARET, C. 2009. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant Soil*, [interaktyvus], vol. 321, p. 305–339 [žiūrėta 2025 sausio 25 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1007/s11104-009-9895-2>
 44. ROMANECKAS K.; ŠVEREIKAITĖ A.; KIMBIRAUSKIENĖ R.; SINKEVIČIENĖ A.; BALANDAITĖ J. 2023. The Energy and Environmental Evaluation of Maize, Hemp and Faba Bean Multi-Crops. *Agronomy*, 13, 2316.
 45. SINGH S.; MITTAL J.P.; VERMA S.R. 1997. Energy requirements for production of major crops in India. *Agric. Mech. Asia Afr. Lat. Am.* 28, 13–17.
 46. STANCEVIČIUS A. 1979. Piktžolių apskaita ir laukų piktžolėtumo kartografavimas. Vilnius: Mokslas.
 47. SVANES, E.; WAALLEN, W.; UHLEN, A.K. Environmental Impacts of Rapeseed and Turnip Rapeseed Grown in Norway, Rape Oil and Press Cake. *Sustainability* 2020, 12, 10407. <https://doi.org/10.3390/su122410407>
 48. ŠURKUS J., GAURILČIKIENĖ I. 2002. Žemės ūkio augalų kenkėjai, ligos ir jų apskaita. *Akademija (Kėdainių r.)*, 150-167.
 49. TARAKANOVAS P., RAUDONIUS S. 2003. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT, *Akademija: Lietuvos žemės ūkio universitetas*, 57 p.
 50. TIDÅKER, P., KARLSSON POTTER, H., CARLSSON, G., RÖÖS, 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.
 51. SU, X.; SU, X.; ZHOU, G.; DU, Z.; YANG, S.; NI, M.; ... & DENG, J. 2020. Drought accelerated recalcitrant carbon loss by changing soil aggregation and microbial communities in a subtropical forest. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 148, [interaktyvus], p. 107898 [žiūrėta 2025 sausio 20 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.1080/03650340.2014.956660>
 52. VAŠÁK, F.; ČERNÝ, J.; BURÁŇOVÁ, Š.; KULHANEK, M.; BALÍK, J. 2015. Soil pH

- changes in long-term field experiments with different fertilizing systems. [interaktyvus], [žiūrėta 2025 sausio 23 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.17221/7/2014-SWR>
53. WANG, M.; ZHENG, Q.; SHEN, Q.; GUO, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *International journal of molecular sciences*, [interaktyvus], vol. 14(4), p. 7370–7390 [žiūrėta 2025 sausio 27 d.]. Prieiga per internetą: <https://doi.org/10.3390/ijms14047370>
54. WRB. 2014. World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, World Soil Resources Reports No, 106, FAO, Rome

SUDERINTA:

(Tyrimų priežiūros komisijos pirmininkas)

(Vardas, Pavardė)

(Data)

PRIEDAS

MTEP PROJEKTO REZULTATŲ POPULIARINIMAS (ŠVIEČIAMOJI VEIKLA: SEMINARAI, STRAIPSNIAI SPAUDOJE IR PAN.)

Eil. Nr.	Priemonės pavadinimas	Atsakingi vykdytojai (vardas, pavardė)	Numatoma priemonės įvykdymo data ir vieta
2023 m.			
Numatyta projekto plane			
1.	Informacinis straipsnis mokslo-populiarinimo spaudoje	R. Pupalienė	„Alelopatija : kaip vieni augalai veikia kitus“. Mano ūkis, 2023, nr. 11, p. 28-30
2.	Mokslinė studija	A. Sinkevičienė, R. Pupalienė, Z. Kriaučiūnienė, R. Čepulienė, K. Romaneckas	Prie tarpinės ataskaitos, 2023 IV ketvirtis. Pridėta.
Nenumatyta projekto plane			
1.	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje	Bendraautorai: A. Švereikaitė, K. Romaneckas, A. Sinkevičienė, R. Kimbirauskienė, R. Pupalienė, R. Čepulienė, Z. Kriaučiūnienė, J. Balandaitė, A. Jasinskas.	Konferencija „Rural Development 2023“. „The allelopathic effect for the environment protection and mitigation of climate change in agro-technologies“. 2023 09 26-28, VDU ŽŪA
2024 m.			
Numatyta projekto plane			
1.	Informacinis straipsnis mokslo-populiarinimo spaudoje	R. Pupalienė	„Alelopatinis mulčių poveikis kitiems augalams“ žurnale „Mano ūkis“, 2024 (01).
2.	Mokslinis straipsnis leidinyje be citavimo indekso	Jonikas, M., Švereikaitė, A., Kimbirauskienė, R., Sinkevičienė, A., Balandaitė, J., & Romaneckas, K.	Pupinių šeimos išėlių poveikis kukurūzų vystymuisi ir produktyvumui. Žmogaus ir gamtos sauga 2024: mokslo straipsnių rinkinys= Human and nature safety 2024: selected papers, 156-161. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://zgs.vdu.lt/wp-content/uploads/2024/05/ZGS2024_leidynys.pdf
3.	Pranešimas renginyje žemdirbiams ir kitiems ž. ū. dalyviams	Jonikas, M., Švereikaitė, A., Kimbirauskienė, R., Sinkevičienė, A., Balandaitė, J., & Romaneckas, K.	Žodinis pranešimas „Pupinių šeimos išėlių poveikis kukurūzų vystymuisi ir produktyvumui“ tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „Žmogaus ir gamtos sauga 2024“.

			chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpeg lclefindmkaj/https://zgs.vdu.lt/wp- content/uploads/2024/04/ZGS202 4-PROGRAMA.pdf
Nenumatyta projekto plane			
1.	Mokslinis straipsnis leidinyje su citavimo indeksu	Romanekas, K.; Švereikaitė, A.; Kimbirauskienė, R.; Sinkevičienė, A.; Adamavičienė, A.; Jasinskas, A.	The Impact of Maize Legume Intercropping on Energy Indices and GHG Emissions as a Result of Climate Change. Agriculture 2024, 14, 1303. https://doi.org/10.3390/agriculture14081303
2.	Mokslinis straipsnis leidinyje be citavimo indekso	Romanekas, Kestutis, Austra Sinkevičienė, Austėja Švereikaite, Rasa Kimbirauskiene, Kristijonas Vitulskis, Jovita Balandaitė, and Ugnius Ginelevicius.	"Maize-legume intercropping effect on soil properties and CO2 concentration." https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2024/index.html
3.	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje užsienyje	Tie patys	Žodinis pranešimas „Maize-legume intercropping effect on soil properties and CO2 concentration“ tarptautinėje mokslinėje konferencijoje Engineering for rural development : 23rd international scientific conference, May 22-24, 2024, Jelgava. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpeg lclefindmkaj/https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2024/Programme_2024.pdf
4.	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje Lietuvoje	Austėja Švereikaitė, Kęstutis Romanekas, Rasa Kimbirauskienė, Aušra Sinkevičienė, Jovita Balandaitė, Ugnius Ginelevičius	5th International Scientific Conference "AgroEco2024". Stendinis pranešimas. "Maize productivity in legumes-intercropped cultivations".. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpeg lclefindmkaj/https://agroeco.vdu.lt/wp-content/uploads/2024/10/Abstract-Book-2024.pdf
5.	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje užsienyje	Kęstutis Romanekas, Austėja Švereikaitė, Rasa Kimbirauskienė, Aušra Sinkevičienė, Algirdas Jasinskas, Jovita Balandaitė.	Žodinis pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje 2nd INTERNATIONAL CONGRESS ON SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN THE HUMAN ENVIRONMENT-CURRENT AND FUTURE CHALLENGES October 23-26, 2024 – Antalya, TÜRKİYE.

			„Impact of vegetative period humidity on the fuel consumption, energy and ghg indices in maize-legumes intercropped cultivations“. https://www.iksadkongre.com/icsdev-2024
2025 m.			
Numatyta projekto plane			
1.	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje „Žmogaus ir gamtos sauga“	Ugnius Ginelevičius, Austėja Švereikaitė, Rasa Kimbirauskienė, Jovita Balandaitė, Aušra Sinkevičienė, Kęstutis Romaneckas	Žodinis pranešimas „Kukurūzų ir išėlinių tarpinių augalų daugianarių pasėlių poveikis dirvožemio savybėms“. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/ https://zgs.vdu.lt/wp-content/uploads/2025/04/ZGS2025_programa.pdf . 12 psl.
2.	Mokslinis straipsnis leidinyje su citavimo indeksu.	Romaneckas, K.; Švereikaitė, A.; Ginelevičius, U.; Balandaitė, J.; Sinkevičienė, A.; Kimbirauskienė, R.; Juodytė, L.; Anggriawan, R.	Short-Term Effect of Endogenous Intercropped Maize Rotations on the Change of Soil Parameters. Preprints 2025, 2025070206. https://doi.org/10.20944/preprints202507.0206.v1 https://www.preprints.org/manuscript/202507.0206 chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/ https://www.preprints.org/frontend/manuscript/33549a65bf197c8a6bb490b163fd8bb2/download/pub
Nenumatyta projekto plane			
1.	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje. Taip pat to paties pavadinimo straipsnis konferencijos leidinyje.	Kęstutis Romaneckas, Austėja Švereikaitė, Rasa Kimbirauskienė, Aušra Sinkevičienė, Jovita Balandaitė, Regina Romaneckienė	ATAE-2025. Žodinis pranešimas „Energy consumption and GHG emissions in maize-cereals intercropped cultivation during arid vegetative period“. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/ https://atae.agr.hr/50th_ATAE_proceedings.pdf
2.	Pranešimas Nacionalinėje mokslinėje konferencijoje	Austėja Švereikaitė, Kęstutis Romaneckas, Rasa Kimbirauskienė, Aušra Sinkevičienė, Jovita Balandaitė, Pupalienė, Rita Čepulienė, Zita Kriaučiūnienė, Ugnius Ginelevičius	Herbologija – 2025. Išėlinių tarpinių augalų reikšmė piktžolėtumui kukurūzų (<i>Zea mays</i> L.) pasėliuose. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/ https://zua.vdu.lt/wp-content/uploads/2025/03/Konferencija_Programa-Kvietimas.pdf
3.	Išradimo patentinė paraiška. Lietuvos	Kęstutis Romaneckas, Aušra Sinkevičienė,	Sosnovskio barščio (<i>Heracleum sosnowskyi</i>) biomasės vandeninis

	Respublikos valstybinis patentų biuras	Rasa Kimbirauskienė, Austėja Švereikaitė, Rita Čepulienė, Jovita Balandaitė, Rita Pupalienė, Zita Kriaučiūnienė, Lina Juodytė	ekstraktas, vartojamas kaip žieminių kviečių augimo stimulatorius. Išradimo paraiška bus paskelbta 2026 m. I ketvirtį.
4	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje.	Rita Čepulienė, Kęstutis Romaneckas, Zita Kriaučiūnienė, Aušra Sinkevičienė, Rita Pupalienė, Rasa Kimbirauskienė, Jovita Balandaitė, Austėja Švereikaitė.	The 12th International Scientific Conference RURAL DEVELOPMENT 2025: Resilience to Global Challenges 1-3 October, 2025. Stendinis pranešimas. „Investigation of allelopathic properties of agricultural plants of the <i>Fabaceae</i> family“. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgklcfindmkaj/https://ruraldevelopment.lt/wp-content/uploads/2025/10/RD2025_PROGRAMME-2025-10-03.pdf
5	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje.	Austėja Švereikaitė, Kęstutis Romaneckas, Rasa Kimbirauskienė, Aušra Sinkevičienė, Jovita Balandaitė, Rita Čepulienė, Rita Pupalienė, Zita Kriaučiūnienė, Ugnius Ginelevičius	Ten pat. Stendinis pranešimas. „Effects of <i>Poaceae</i> family interruptions on maize productivity“ . chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgklcfindmkaj/https://ruraldevelopment.lt/wp-content/uploads/2025/10/RD2025_PROGRAMME-2025-10-03.pdf
6	Pranešimas tarptautinėje mokslinėje konferencijoje ir pranešimo santrauka konferencijos leidinyje.	Romaneckas Kęstutis, Švereikaitė Austėja, Balandaitė Jovita, Kimbirauskienė Rasa, Sinkevičienė Aušra	7th CONFERENCE „ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND DESIGN“, Zielona Gora 2025. Stendinis pranešimas „Energy efficiency of intercropped maize cultivations“ https://onedrive.live.com/:w:/g/personal/D0218B2A6ABB51FC/EYs_POzp6VVFqaVZpoBfGTEBrEk1NoS-6AFejmNHQsB6dA?resid=D0218B2A6ABB51FC!sec3c3f8be9e94555a9a559a6805f1931&ithint=file%2Cdocx&e=AOeLyf&wdOrigin=OWA.LINK&wdPreviousSession=ff10d2d3-a463-4e15-a4c1-a749dd67003c&migratedtospo=true&redeem=aHR0cHM6Ly8xZHJ2Lm1zL3cvYy9kMDIxOGIyYT

		ZhYmI1MWZjL0VZc19QT3pwN lZWRnFhVlpwb0JmR1RFQnJFa zFOb1MtNkFGZWptTkhRc0I2Z EE_ZT1BT2VMeWYmd2RPcml naW49T1dBLkxJTksmd2RQcmV 2aW91c1Nlc3Npb249ZmYxMG QyZDMtYTQ2My00ZTE1LWE0 YzEtYTc0OWRkNjcwMDNj https://drive.google.com/drive/fol ders/1yAE65gA8L9G3rPKOgYK ZrNT2Kp_0tPcV
--	--	---