

TARPINIŲ AUGALŲ MULČIŲ ALELOPATINĖ ĮTAKA KUKURŪZAMS

Karolina MIKALKĖNAITĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: karolina.mikalkenaite@vdu.lt

Rita ČEPULIENĖ, Vytauto Didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: rita.cepuliene@vdu.lt

Santrauka

Tyrimas vykdytas 2024–2025 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos Bandymų stotyje. Alelopatinės savybės buvo tirtos tarpinių augalų, augintų nuo 2018 m. vykdomame stacionariame lauko eksperimente su įsėliniais tarpiniais augalais. Buvo atliktas dviejų veiksmų laboratorinis eksperimentas, kuriame nustatyta tarpinių augalų mulčių alelopatinė įtaka kukurūzų dygimui ir tolesniam augimui. Veiksny A – tarpiniai *Poaceae* ir *Fabaceae* šeimos augalai: lauko pupa (*Vicia faba* L.), mėlynžiedė liucerna (*Medicago sativa* L.), persinis dobilas (*Trifolium resupinatum* L.), purpurinis dobilas (*Trifolium incarnatum* L.), vienametė svidrė (*Lolium westerwoldicum* L.), sėjamoji aviža (*Avena sativa* L.), vasarinis miežis (*Hordeum vulgare* L.) ir žieminis rugys (*Secale cereale* L.). Veiksnys B – ekstrakto koncentracija: distiliuotas vanduo (kontrolė), 1:10 koncentracijos vandeninis ekstraktas; 1:50 koncentracijos vandeninis ekstraktas; 1:250 koncentracijos vandeninis ekstraktas. Sėklų sudygimui didžiausią alelopatinį poveikį turėjo pupų, svidrių ir rugių ekstraktai. Šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui didžiausią įtaką turėjo pupų ekstraktas. Didžiausią biomasę užaugino kukurūzai, augę pupų 1:250, persinių dobilų 1:10 ir 1:250 ekstraktuose.

Reikšminiai žodžiai: alelopatija, tarpiniai augalai, migliniai, pupiniai, kukurūzas.

Įvadas

Fitobiotiniai aplinkos veiksniai daro įtaką biocheminiams, fiziologiniams ir morfologiniams augalų pokyčiams. Vieni augalai daro įtaką greta augančių augalų augimui ir vystymuisi, sutrikdo ląstelių, audinių ar organų vientisumą, trikdo vandens, maistinių medžiagų ir organinių junginių pernešimą. Augalai, išskirdami biocheminius junginius, antrinius metabolitus ar medžiagos susidariusios audinių irimo metu, gali paveikti kitų augalų augimą ir vystymąsi, tokie junginiai vadinami alelocheminiais junginiais (Barabasz-Krasny et al., 2024, IAS., 2018). Alelopatija yra vadinamas reiškinys, turintis naudingos ir/ar žalingos įtakos tos pačios ekosistemos augalams arba mikroorganizmams. Alelopatinis poveikis reiškia vieno augalo įtaką gretimam augalo dygimui ir vystymuisi, į aplinką išskiriant alelopatinius junginius. Alelopatinių augalų ir juose esančių alelopatinių junginių gausa yra gana naujas ir iki šiol tyrinėjamas dalykas. Augalai, turintys alelopatinių savybių, sukelia alelopatinį poveikį augalams dėl alelocheminių medžiagų išgaravimo ir išplovimo iš lapų ir stiebų, šaknų eksudatų arba išskirdami į aplinką augalų liekanų irimo metu (Janusauskaitė, 2023).

Tyrimo tikslas – įvertinti tarpinių *Fabaceae* ir *Poaceae* šeimos augalų: lauko pupų (*Vicia faba* L.), mėlynžiedžių liucernų (*Medicago sativa* L.), persinių dobilų (*Trifolium resupinatum* L.), purpurinių dobilų (*Trifolium incarnatum* L.), vienamečių svidrių (*Lolium westerwoldicum* L.), sėjamųjų avižų (*Avena sativa* L.), vasarinių miežių (*Hordeum vulgare* L.) ir žieminų rugių (*Secale cereale* L.) mulčių alelopatinį poveikį kukurūzų daigumui, šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui ir biomasei.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Ištirti tarpinių *Fabaceae* ir *Poaceae* šeimų augalų mulčių vandeninių ekstraktų alelopatinį poveikį kukurūzų grūdų dygimui.
2. Nustatyti tarpinių *Fabaceae* ir *Poaceae* šeimų augalų mulčių vandeninių ekstraktų alelopatinį poveikį kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui.
3. Įvertinti tarpinių *Fabaceae* ir *Poaceae* šeimų augalų mulčių vandeninių ekstraktų alelopatinį poveikį sudygusių kukurūzų grūdų biomasei.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimas vykdytas 2024–2025 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. Alelopatinės savybės tirtos tarpinių augalų, augintų nuo 2018 m. vykdomame eksperimente su įsėliniais tarpiniais augalais. Lauko eksperimento, kuriame buvo auginti kukurūzai su įsėliniais tarpiniais augalais dirvožemis, yra lengvo priemolio ant sunkaus priemolio giliau glėjiškas pasotintas palvažemis (*Endohypogleyi-Eutric Planosol*) (Buivydaitė ir kt., 2001).

Laboratorijoje atliktas dviejų veiksmų tyrimas, kuriame nustatyta tarpinių augalų mulčių alelopatinė įtaka kukurūzų dygimui ir tolesniam augimui. Veiksny A – tarpiniai *Poaceae* ir *Fabaceae* šeimos augalai: lauko pupa (*Vicia faba* L.), mėlynžiedė liucerna (*Medicago sativa* L.), persinis dobilas (*Trifolium resupinatum* L.), purpurinis dobilas (*Trifolium incarnatum* L.), vienametė svidrė (*Lolium westerwoldicum* L.), sėjamoji aviža (*Avena sativa* L.), vasarinis miežis (*Hordeum vulgare* L.) ir žieminis rugys (*Secale cereale* L.). Veiksny B – ekstrakto koncentracija: distiliuotas vanduo (kontrolė), 1:10 koncentracijos vandeninis ekstraktas; 1:50 koncentracijos vandeninis ekstraktas; 1:250 koncentracijos vandeninis ekstraktas.

Tarpinių pasėlių augalų ėminiai tyrimui atlikti buvo surinkti 2024 m. Dešimtyje atsitiktine tvarka pasirinktų laukelio vietų iš 0,25 m² ploto paimta visa tarpinių miglinių ir pupinių augalų antžeminė dalis. Ėminius parsinešus į laboratoriją buvo sudaryti tarpinių pasėlių pupinių (*Fabaceae*) šeimos augalų – pupų, liucernų, persinių bei purpurinių dobilų – ir miglinių (*Poaceae*) šeimos augalų – rugių, avižų, miežių ir svidrių, augusių kukurūzų pasėlio tarpueiliuose, ėminiai, kurie atsitiktine tvarka buvo suskirstyti į tris dalis (trijų pakartojimų atlikimui) ir sudėti į sandarius polietileninius maišelius. Maišeliai su tyrimui paimtais augalais iki laboratorinio eksperimento atlikimo buvo laikomi šaldiklyje -25 °C temperatūroje.

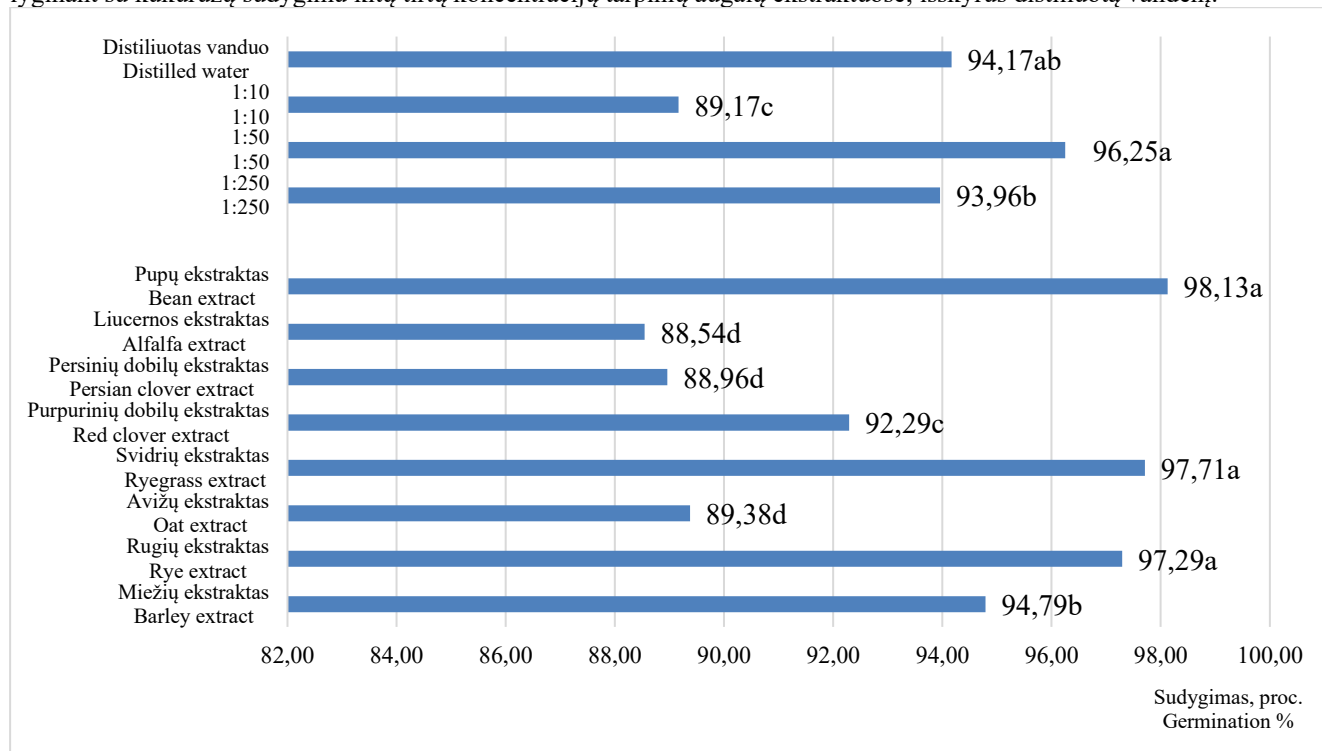
Tarpinių *Poaceae* ir *Fabaceae* šeimų augalų – žieminių rugių, sėjamųjų avižų, vasarinių miežių, vienamečių svidrių, lauko pupų, mėlynžiedžių liucernų, persinių ir purpurinių dobilų, augusių kukurūzų pasėlio tarpueiliuose alelopatinis poveikis kukurūzų sėklų daigumui, šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui bei biomasei buvo nustatytas sėklas daiginant 10 cm skersmens 2 cm aukščio Petri lėkštelėse pagal A. Grodzinskio (1990) metodiką. Ruošiant tiriamų tarpinių augalų vandeninius ekstraktus, augalų antžeminės dalies biomasę užpilama distiliuotu vandeniu (masės santykiu 1:10), laikomi 18 °C temperatūroje 24 val. Gautas ekstraktas, kurio koncentracija 1:10, nufiltruojamas ir praskiedžiamas iki 1:50, 1:250 koncentracijos. Į 96-ias Petri lėkšteles ant filtrinio popieriaus Nr. 1 sudėta po 20 vnt. kukurūzų sėklų. Į kiekvieną Petri lėkštelę kukurūzų daiginimui pilama po 15 ml reikiamos koncentracijos ekstrakto. Sėklų sudygimas bei šaknų ir daigų vystymasis iš skirtingų tiriamų augalų biomasės paruoštuose skirtingų koncentracijų vandeniniuose ekstraktuose palygintas su distiliuotame vandenyje dygstančiomis sėklomis. Petri lėkštelės sudėtos į daiginimo spintą RUMED 1301, esant 25 °C temperatūrai ir 85 proc. drėgmei. Praėjus penkioms paroms buvo nustatytas sudygusių kukurūzų sėklų skaičius. Praėjus dar trims paroms nustatytas kukurūzų sudygimas (daigas lygus arba ilgesnis už sėklą), išmatuotas daigų aukštis ir šaknų ilgis, bendra dešimties sudygusių grūdų biomasė.

Daigumu laikomas sudygusių grūdų ir sėklų kiekis procentais, nustatytas praėjus aštuonioms dienoms nuo daiginimo pradžios. Biomasės nustatymui pasverti 10 sudygusių grūdų kartu su daigais ir šaknimis. Tyrimai atlikti VDU ŽŪA Bandymų stoties laboratorijoje.

Tyrimo duomenys statistškai įvertinti dviejų veiksmų dispersinės analizės programa DISVEG iš programų paketo „SELEKCIJA“. Esminiai skirtumai tarp variantų vidurkių nustatyti taikant Fišerio kriterijų ir mažiausio esminio skirtumo ribą $R_{0,05}$ (Raudonius, 2017).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Atliekant dviejų veiksmų eksperimentą, buvo tiriama tarpinių augalų mulčių įtaka kukurūzo dygimui (žr. 1 pav.). Nustatyta, kad 1:50 koncentracija lėmė didžiausią kukurūzo sėklų daigumą (96,25 %), kuris ir buvo esmingai didesnis, lyginant su kukurūzų sudygimu kitų tirtų koncentracijų tarpinių augalų ekstraktuose, išskyrus distiliuotą vandenį.



Pastaba: tarp reikšmių, pažymėtų skirtingomis raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$)
 Note: differences between values marked with different letters (a, b, c...) are significant ($P < 0,05$)

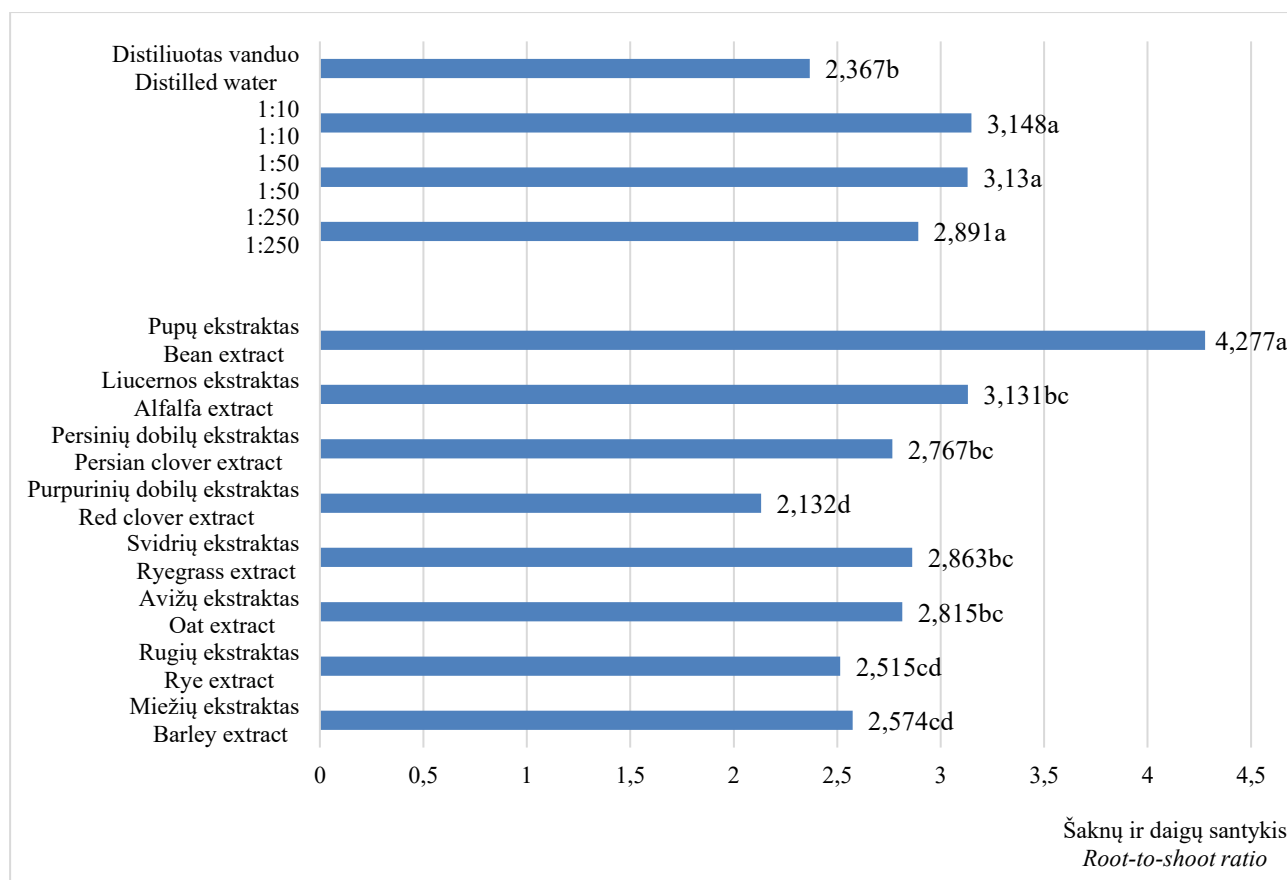
1 pav. Tarpinių augalų mulčių alelopatinė įtaka kukurūzų sudygimui.
Fig 1. Allelopathic effects of cover crop mulches on maize germination.

Tirtų tarpinių augalų mulčių 1:50, kaip ir 1:250 koncentracijos vandeniniai ekstraktai neturėjo esminės alelopatinės įtakos kukurūzų sėklų dygimui. Esminį ($P < 0,05$) neigiamą sėklų dygimą slopinantį alelopatinį poveikį turėjo 1:10

koncentracijos tarpinių augalų vandeniniai ekstraktai, kuriuose kukurūzų sėklų sudygo 5,3 proc. mažiau nei distiliuotame vandenyje, 7,9 proc. mažiau nei 1:50 ir 5,3 proc. mažiau nei mažiausios koncentracijos – 1:250 vandeniniuose tarpinių augalų ekstraktuose.

Nustatytas tirtų skirtingų tarpinių augalų vandeninių ekstraktų poveikis kukurūzų sėklų sudygimui parodė, kad sudygimas svyravo nuo 88,54 proc. iki 98,13 proc. Didžiausią teigiamą alelopatinį poveikį kukurūzų sėklų sudygimui turėjo pupų, svidrių ir rugių ekstraktai ir svyravo nuo 97,29 iki 98,13 proc., bet skirtumas nebuvo esminis. Liucernos ekstraktai pasižymėjo stipriausiu slopinančiu kukurūzų sėklų dygimą poveikiu kaip ir persinių dobilų bei avižų ekstraktai, tačiau kukurūzų sėklų, dygusių šiuose ekstraktuose sudygimas esmingai nesiskyrė. Kukurūzų sudygimas miežių ekstraktuose buvo 6,25 proc. didesnis ir esmingai skyrėsi nuo liucernų ekstrakto dygusių kukurūzo sėklų sudygimo.

Distiliuotame vandenyje dygusių kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykis buvo esmingai mažesnis už šį santykį kukurūzų, dygusių tarpinių augalų mulčių ekstraktuose (žr. 2 pav.). Tarpinių augalų mulčių visų trijų tirtų koncentracijų ekstraktai paskatino kukurūzų šaknų augimą ir esmingai ($P<0,05$) padidino šaknų ilgio ir daigų aukščio santykį. Didžiausias šis rodiklis nustatytas sėklų, daigintų didžiausios – 1:10 koncentracijos – tarpinių augalų mulčių vandeniniuose ekstraktuose ir buvo 6 ir 9 proc. didesnis už atitinkamai 1:50 ir 1:250 koncentracijų ekstraktuose dygusių kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykį, tačiau šie skirtumai nebuvo statistiškai patikimi.



Pastaba: tarp reikšmių, pažymėtų skirtingomis raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P<0,05$)

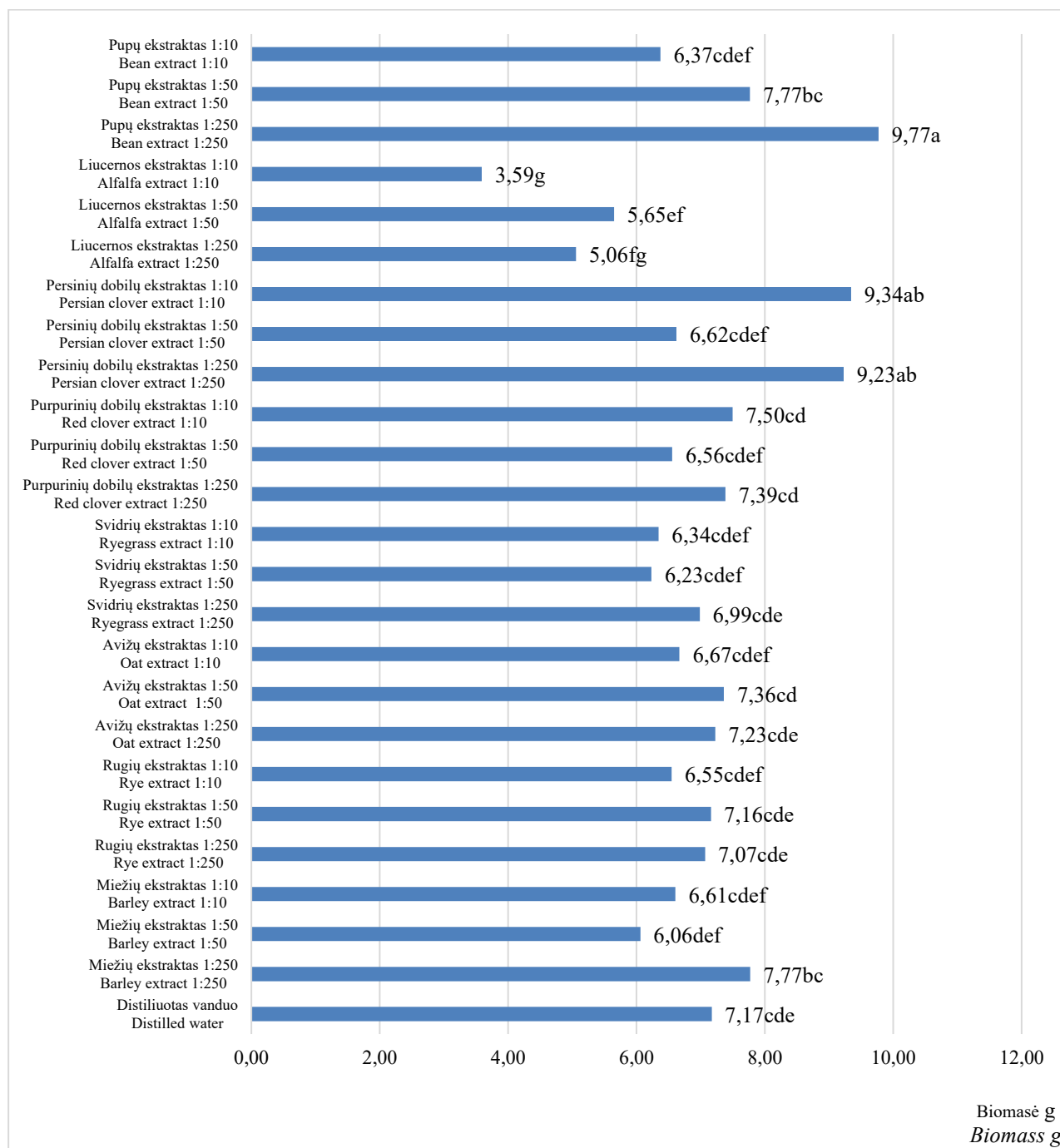
Note: differences between values marked with different letters (a, b, c...) are significant ($P<0,05$)

2 pav. Tarpinių augalų mulčių alelopatinė įtaka kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui.

Fig 2. Allelopathic influence of intercrop mulches on the ratio of corn root length to seedling height.

Tirtų tarpinių augalų vandeniniuose ekstraktuose daigintų kukurūzų sudygusių sėklų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykis svyravo nuo 2,132 iki 4,277. Didžiausias šaknų ilgio ir daigų aukščio santykis – 4,772 nustatytas pupų ekstraktuose dygusių kukurūzų ir turėjo esminį teigiamą alelopatinį poveikį rodikliui. Liucernų ekstraktuose dygusių kukurūzų šaknų ir daigų santykis buvo esmingai – 27 proc. – mažesnis, lyginant su šiuo rodikliu pupų ekstraktuose dygusių kukurūzų. Pasak M. A. Yongqing (2003), rugių tarpinis pasėlis išskiria benzoksazinono grupės junginius, tokius kaip 6-metoksi-2-benzoksazolinonas, kuris slopina kukurūzo šaknelių augimą. Šiame tyrime gauti rezultatai tai patvirtino. Rugių ekstrakto augusių kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykis buvo esmingai – 69 proc. – mažesnis už distiliuotame vandenyje dygusių kukurūzų. Persinių dobilų, svidrių, avižų, rugių ir miežių ekstraktų poveikis kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui buvo panašus ($P>0,05$). Mažiausias šaknų ilgio ir daigų aukščio santykis nustatytas kukurūzų sėklas daiginant purpurinių dobilų ekstraktuose. Purpuriniai dobilai turėjo stipriausią neigiamą poveikį kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui, bet šis poveikis nebuvo statistiškai patikimas, lyginant su rugių ir miežių vandeninių ekstraktų poveikiu šiam rodikliui.

Ivertinus sudygusių kukurūzų sėklų biomasę, kuri užaugo kukurūzus daiginant skirtingų tarpinių augalų mulčių ekstraktuose, nustatyta, kad ji svyravo nuo 3,59 g iki 9,77 g (žr. 3 pav.). Distiliuotame vandenyje sudygusių kukurūzų biomasė (7,17 g) buvo esmingai ($P<0,05$) mažesnė – atitinkamai 36 ir 30 proc. – už biomasę kukurūzų, dygusių pupų ir persinių dobilų 1:10 koncentracijos ekstraktuose.



Pastaba: tarp reikšmių, pažymėtų skirtingomis raidėmis (a, b, c...), skirtumai yra esminiai ($P<0,05$)
 Note: differences between values marked with different letters (a, b, c...) are significant ($P<0,05$)

3 pav. Tarpinių augalų mulčių alelopatinė įtaka kukurūzų biomasei.
Fig 3. Allelopathic effect of cover crops on corn biomass.

Didžiausiam biomasės augimui įtaką darė pupų 1:250 koncentracijos ekstraktas, kuriame dygusių kukurūzų biomasė (9,77 g) buvo esmingai ($P<0,05$) didesnė už biomasę kukurūzų, dygusių visuose tarpinių augalų mulčių ekstraktuose, išskyrus persinių dobilų 1:10 ir 1:250 koncentracijų ekstraktus. Panašų biomasės kiekį užaugino kukurūzai, augę persinių dobilų 1:10 (9,34 g) ir 1:250 (9,23 g) koncentracijų ekstraktuose. Pupų 1:50 ir 1:10 koncentracijų ekstraktų poveikis biomasei tarpusavyje esmingai nesiskyrė. Persinių dobilų ekstrakto 1:50 koncentracija turėjo slopinamąjį alelopatinį poveikį kukurūzo biomasei ir buvo esmingai mažesnė už 1:10 ir 1:250 koncentracijų ekstraktuose augusių kukurūzų. Purpurinių dobilų 1:50 koncentracijos ekstraktas turėjo tendenciją mažinti kukurūzų biomasę, lyginant su 1:10

ir 1:250 koncentracijų ekstraktais, bet skirtumai nebuvo statistiškai patikimi. Svidrių, avižų, rugių ir miežių visų koncentracijų (1:10; 1:50 ir 1:250) ekstraktų poveikis biomasėi esmingai tarpusavyje nesiskyrė, o biomasė svyravo nuo 6,06 g iki 7,37 g.

Mažiausia kukurūzų biomasė užaugo liucernos skirtingos koncentracijos ekstraktuose ir svyravo nuo 3,59 g iki 5,65 g. Stipriausią slopinamąjį poveikį biomasės augimui turėjo liucernų 1:10 koncentracijos vandeninis ekstraktas. Šiame ekstrakto daigintų kukurūzų sėklų biomasė buvo esmingai ($P<0,05$) mažesnė už visų tirtų tarpinių augalų visų koncentracijų ekstraktuose dygusių kukurūzų biomasę, išskyrus abu mažesnės koncentracijos – 1:50 ir 1:250 – liucernų ekstraktus. Tai rodo, kad didžiausios koncentracijos – 1:10 – liucernų ekstraktas pasižymėjo stipriausiomis alelopatinėmis savybėmis ir turėjo stipriausią slopinamąjį poveikį dygstančių kukurūzų sėklų biomasės augimui.

Išvados

1. Ištyrus tarpinių *Fabaceae* ir *Poaceae* šeimų augalų mulčių vandeninių ekstraktų alelopatinį poveikį kukurūzų grūdų dygimui nustatyta, kad didžiausias kukurūzų sėklų sudygimas nustatytas pupų, svidrių, rugių ekstraktuose ir 1:50 koncentracijos ekstraktuose.

2. Išanalizavus tarpinių *Fabaceae* ir *Poaceae* šeimų augalų mulčių vandeninių ekstraktų alelopatinį poveikį kukurūzų šaknų ilgio ir daigų aukščio santykiui nustatyta, kad distiliuotame vandenyje dygusių kukurūzų šis santykis buvo statistiškai patikimai ($P<0,05$) mažiausias. Pupų ekstraktas esmingai didino šaknų ilgio ir daigų aukščio santykį, kuris siekė 4,28, o mažiausias santykis (2,13) nustatytas kukurūzų, daigintų purpurinių dobilų ekstraktoje.

3. Įvertinus tarpinių *Fabaceae* ir *Poaceae* šeimų augalų mulčių vandeninių ekstraktų alelopatinį poveikį sudygusių kukurūzų grūdų biomasėi, nustatyta, kad didžiausią biomasę užaugimo kukurūzai augę pupų 1:250 koncentracijos ekstraktoje (9,77 g) ir purpurinių dobilų 1:10 ir 1:250 koncentracijos ekstraktuose. Statistiškai patikimą inhibitorinį alelopatinį poveikį kukurūzų biomasės augimui turėjo liucernų visų tirtų – 1:10, 1:50 ir 1:250 koncentracijų ekstraktai. Juose daigintų kukurūzų biomasė buvo atitinkamai 100, 27 ir 42 proc. mažesnė už distiliuotame vandenyje dygusių kukurūzų.

Literatūra

1. Barabasc-Krasny, B.; Tator, A.; Chyc, M.; Gruszka, W.; Zandi, P.; & Stachurska Swakon, A. (2024). Chemical Basis for Determining the Allelopathic Potential of Invasive Plant Wall Barley (*Hordeum murinum* L. subsp. *murinum*). *Molecules*, 29(10), 2365. <https://doi.org/10.3390/molecules29102365>
2. Buivydaitė, V.; Vaičys, M.; Juodis, J.; Motuzas, A. (2001). Lietuvos dirvožemių klasifikacija. Lietuvos mokslas, kn. 34, 137 p.
3. IAS (2018) International allelopathy society. Prieiga per internetą: <http://allelopathysociety.osupytheas.fr/about/> [žiūrėta 2026-02-24].
4. Yongqing, M. A. (2003). Allelopathy research in mainland China. *Allelopathy Journal*, 12(2), 163–178.
5. Janauskaitė, D. (2023). Investigating the Phytotoxic Potential of *Helianthus annuus* on Germination and Seedling Morphological Parameters of Two Target *Poaceae* Species: Spring Barley and Spring Wheat. *Agronomy*, 13(12), 3064. <https://doi.org/10.3390/agronomy13123064>
6. Raudonius, S. (2017). Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Zemdirbyste-Agriculture*, 104(4).
7. Гродзинский, А. М. (1990). Аллелопатия в жизни растений и их сообществ. Киев, с. 3–198.

ALLELOPATHIC EFFECT OF INTERCROP MULCH ON CORN

Abstract

The study was conducted in 2024–2025 at the Vytautas Magnus University Agricultural Academy Experimental Station. Allelopathic properties were studied in cover crops grown since 2018 in a stationary field experiment with intercropped cover crops. A two-factor laboratory experiment was conducted to determine the allelopathic effect of cover crop mulch on corn germination and subsequent growth. Factor A – intermediate plants of the *Poaceae* and *Fabaceae* families: field pea (*Vicia faba* L.), alfalfa (*Medicago sativa* L.), red clover (*Trifolium resupinatum* L.), crimson clover (*Trifolium incarnatum* L.), annual ryegrass (*Lolium westerwoldicum* L.), common oat (*Avena sativa* L.), spring barley (*Hordeum vulgare* L.) and winter rye (*Secale cereale* L.). Factor B - extract concentration: distilled water (control), 1:10 concentration aqueous extract; 1:50 concentration aqueous extract; 1:250 concentration aqueous extract. The extracts of peas, ryegrass, and rye had the greatest allelopathic effect on seed germination. Pea extract had the greatest effect on the root length to seedling height ratio. The highest biomass was produced by corn grown in 1:250 pea extract and 1:10 and 1:250 clover extracts.

Keywords: allelopathy, intercrop, cereals, legumes, corn.