

SKIRTINGO ŽEMĖS DIRBIMO ĮTAKA PUPŲ PASĖLIO DIRVOŽEMIO SAVYBĖMS

Matas BUDRECKAS, Vytauto didžiojo universitetas, Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas:
matas.budreckas@vdu.lt

Santrauka

Baltymingų augalų paklausa Europos sąjungoje ir Lietuvoje yra didesnė už vietoje užauginamą pasiūlą. Didesni užauginamų pupų (*Vicia faba*) kiekiai būtų naudingi ekonomiškai ir prisidėtų prie dirvožemio derlingumo didinimo. Tačiau nėra gerai žinoma, koks žemės dirbimo metodas labiausiai prisideda prie dirvožemio gerinimo. Eksperimente buvo panaudoti skirtingo intensyvumo žemės dirbimo metodai: gilus arimas, seklaus arimas, gilus purenimas, seklaus purenimas ir tiesioginė sėja. Ištyrus mineralinio azoto kiekį, bakterijų ir mikroskopinių grybų gausumo pokyčius pupų vegetacijos metu, buvo nustatyta, kad žemės dirbimas turėjo reikšmingos įtakos pupų lauko dirvožemiui. Nors mineralinio azoto kiekis nepriklausė nuo žemės dirbimo metodo, seklaus purenimas ir tiesioginė sėja didino ir bakterijų, ir mikroskopinių grybų gausumą. Tačiau tiesioginės sėjos variantas išsiskyrė prastesniu pupų sudygimu. Taikant gilų arimą, priešingai nei kitų tyrėjų duomenimis, bakterijų ir mikroskopinių grybų gausumas buvo didesnis nei seklaus arimo ir gilaus purenimo laukeliuose. Tikėtina, kad tokius tyrimo rezultatus lėmė dirvožemio aeracija ir mikroskopinių grybų hifų nutraukimas žemės dirbimo metu bei žemės dirbimo ir sėjos technikos pasirinkimas. Apibendrinus šio tyrimo duomenimis, galima teigti, kad seklaus purenimas buvo geriausias kompromisas renkantis žemės dirbimo būdą pupų pasėliui pagal įtaką dirvožemio derlingumui.

Reikšminiai žodžiai: žemės dirbimas, sudygimas, mineralinis azotas, dirvožemio bakterijos, dirvožemio grybai, pupos (*Vicia faba*).

Įvadas

Maisto žaliavų saugos užtikrinimas yra vienas svarbiausių tikslų moderniam žemės ūkio sektoriui. Remiantis Ekonominio bendradarbiavimo ir plėtros organizacijos bei Jungtinių Tautų Maisto ir žemės ūkio organizacijos duomenimis, Lietuvos, kaip ir Europos Sąjungos (ES), iš baltymingų augalų gaunamų žaliavų prekybos balansas yra neigiamas – užauginama nepakankamai baltyminių augalų (Oecd.org, 2025). Baltymingi augalai naudojami ir tiesiogiai kaip maisto produktai, ir gyvulių pašarui. Dėl baltymų reikšmės subalansuotoje dietoje, pasaulyje daugėjant gyventojų ir augant ekonomikai, jų paklausa nuolat didėja.

Pasaulyje kaip augalinė baltymų žaliava naudojama daug augalų, tačiau Lietuvoje, kaip ir šiaurinėje ES, pagrindiniai baltymingi augalai yra pupos (*Vicia faba*) ir žirniai (*Pisum Sativum*), tačiau jų nepakanka paklausai patenkinti. Didžiojoje dalyje ES klimatas yra nepalankus sojai (*Glycine max*) – plačiausiai naudojamam baltymingam augalui pasaulyje, todėl importuojami dideli kiekiai sojos pupelių (Jensen et al., 2021).

Lietuvos ūkių sėjomainose dominuoja žolinių (*Pocae*) ar bastutinių (*Brassicae*) augalų šeimos. Pupiniai augalai galėtų tapti gera alternatyva sėjomainose (Kontturi et al., 2011).

Pupos, žirniai ir kiti ankštinių (*Fabaceae*) šeimos augalai yra vertingi ne tik kaip baltymingos maisto ir pašarų žaliavos, bet ir kaip teigiamai dirvožemį veikiantys augalai. Ankštinių augalų poveikis dirvožemiui ir teigiamos priešsėlio savybės siejamos su simbiotiniais ryšiais tarp šios augalų šeimos atstovų ir dirvožemio mikroorganizmų. Labiausiai ištyrta yra azotą fiksuojančių simbiotinių bakterijų naudos. Ankštiniai augalai sukaupia daug azoto junginių tiek savo biomasėje, tiek dirvožemyje, tokiu būdu mažindami po jų sėjamų augalų azotinių trąšų poreikį (Neda, 2021). Iš Lietuvoje plačiai auginamų augalų pupos dirvožemyje sukaupia daugiausiai augalams prieinamų azoto junginių (Liu et al., 2019).

Palyginti mažus pupų plotus Lietuvoje ir ES galima paaiškinti: nepastoviu ir nepakankamai gausiu pupų derliumi, neatsižvelgimu į naudą dirvožemiui ir neįvertinamomis pupų kaip priešsėlio naudomis (De Notaris et al., 2023). Šie pupų trūkumai gali būti sumažinami agrotechninėmis priemonėmis. Pupų vystymąsi, poveikį dirvožemiui ir derlių galima gerinti pasirenkant optimalų žemės dirbimo metodą. Negausų ar nepakankamą pupų derlių galima kompensuoja mažai ištyrta ir sunkiai apskaičiuojamos naudos dirvožemiui ir po pupų sėjamiems augalams.

Tyrimo tikslas – nustatyti skirtingų žemės dirbimų įtaką dirvožemio derlingumą didinantiems veiksniams pupų pasėlyje.

Iškeltam tikslui pasiekti sprendžiami šie **uždaviniai**:

1. Skirtingų žemės dirbimų įtaką pupų sudygimui.
2. Skirtingų žemės dirbimų įtaką dirvožemio mineraliniam azotui.
3. Skirtingų žemės dirbimų įtaką dirvožemio bakterijoms ir grybams.

Tyrimų objektas ir metodai

Tyrimai atlikti 2025 m. Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje. Eksperimento lauko dirvožemis yra giliau glėjiškas pasotintas palvažėmis (*Endohypogleyic-Eutric Planosol – PLe-gln-*

w) (Buivydaite ir kt., 2001; WRB, 2014). Dirvožemio ariamasis sluoksnis yra 23–27 cm storio. Dirvožemio pH – 5,35–6,99, judriojo fosforo – 98,29–212,54 mg kg⁻¹, judriojo kalio – 25,39–552,45 mg kg⁻¹ (2025 m. tyrimai). Pradinis laukelių dydis – 126 m² (14 x 9 m), o apskaitomasis – 70 m² (10 x 7 m). Laukelio apsauginė juosta – 1 m pločio, o tarp pakartojimų – 9 m pločio. Eksperimento variantų laukeliai išdėstyti randomizuotai.

Žemės dirbimo būdai:

1. Gilusis arimas 23–25 cm gyliu (GA).
2. Seklusis arimas 12–15 cm gyliu (SA).
3. Gilus purenimas 23–25 cm gyliu armens purentuvu (GP).
4. Seklusis purenimas 12–15 cm gyliu armens purentuvu (SP).
5. Neįdirbta žemė – tiesioginė sėja į ražieną (TS).

Eksperimentas atliktas 4 pakartojimais, iš viso 5 variantai, 20 eksperimento laukelių.

Pupų sudygimas buvo nustatytas skaičiuojant sudygusias pupas ilginiam metre ir gautą skaičių dauginant iš eilučių skaičiaus 1m². Skaičiavimai buvo atliekami po 3 ir 10 dienų po pirmųjų daigų pasirodymo.

Dirvožemio agrocheminėms savybėms nustatyti ėminiai imti 2025 09 01, iš 0–10 cm ir 10–25 cm gylių, analizės vykdytos VDU ŽŪA Agronomijos fakulteto Agrocheminių tyrimų laboratorijoje nustatyti: pH KCl rodiklis (LST ISO 10390:2005); mineralinio azoto kiekis (Kjeldalio metodu (ISO 8968-1:2001)).

Atliktame eksperimente dirvožemio (netiriant šaknų gumbeliuose esančių) bakterijų ir mikroskopinių grybų gausumas buvo nustatinėjamas du kartus 0–20 cm gylyje. Pirmą kartą – 06 28, kai pupos pasiekė žydėjimo pabaigą, vaisiai buvo intensyvaus augimo stadijoje. Būtent šiuo augimo tarpsniu pupų šaknys pasiekia didžiausią ilgį ir teoriškai labiausiai keičia šaknis supantį dirvožemį (Manschadi et al., 1998). Antrą kartą – 09 02, kai pupų sėklos pasiekė brandos pabaigą, po šio augimo tarpsnio prasideda pupų senėjimas – audiniai pradeda irti. Nuo pupų senėjimo pradžios dirvožemį pradeda labiau veikti skaidytoriai ir skaidydami mirštančio augalo dalis.

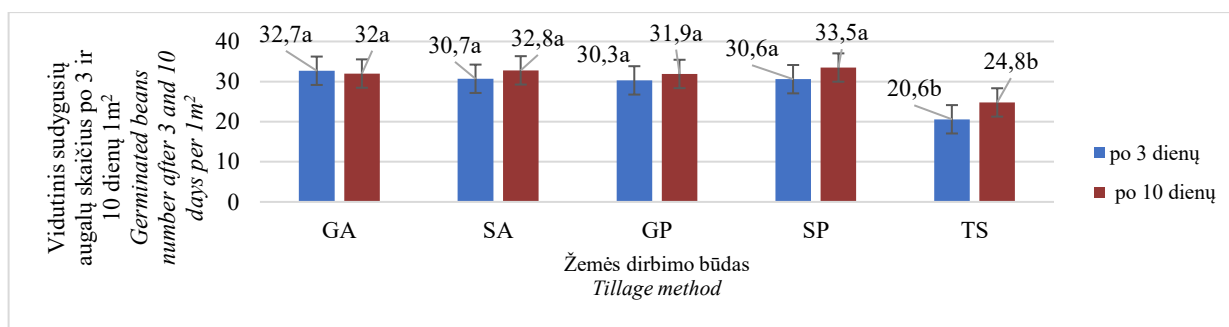
Dirvožemio mikroorganizmų gausumui apskaičiuoti naudoti praskiedimo ir tiesioginės sėjos ant agarizuotų mitybinių terpių metodai: bakterijų gausumui - PCA (angl., Plate Count Agar), mikroskopinių grybų – PDA (angl. Potato Dextrose Agar).

Eksperimento rezultatų rodikliai įvertinti dispersinės analizės metodu programa IBM SPSS (Ennos, Johnson 2018).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Pupų sudygimas

Žemės dirbimas reikšmingai veikia pupų augimą ir dygimą, o kartu daro įtaką dirvožemiui. Žemės dirbimo įtaka pupų dygimui ir dygimo tolygumui nėra pakankamai ištirta. Pasėlio tolygumas ir tankumas gali priklausyti nuo sėjamosios ypatybių. Žemės dirbimas, kaip ir sėjimo technika, gali paveikti sėklos – dirvožemio kontaktą, sėklai prieinamo deguonies ir vandens kiekį. Pupų pasėlio tankumas neigiamai koreliavo su augalinių liekanų kiekiu ant dirvos paviršiaus R. Kimbirauskienės ir kitų autorių tyrime (2024). Didėnis augalinių liekanų kiekis dažniausiai siejamas su mažiau intensyviu žemės dirbimu.



Pastaba: Esminio skirtumo tikimybės lygis $p \leq 0,05$. Žemės dirbimas: GA – gilusis arimas; SA – sekclusis arimas; GP – gilusis purenimas; SP – sekclusis purenimas; TS – neįdirbta žemė (tiesioginė sėja). Skirtumai tarp variantų vidurkių, pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c...), žymi naudotų žemės dirbimo būdų esminę įtaką. Vidurkiai pažymėti žvaigždute (*) žymi skirtingu laiku imtų mėginių rezultatų esminę įtaką. Stulpeliai rodo keturių pakartojimų vidurkius, juodos linijos rodo standartinę paklaidą.

Note: Tillage method: GA – deep ploughing, SA – shallow ploughing, GP – deep cultivation, SP – shallow cultivation, TS – no-tillage (direct drilling). Differences between tillage methods marked on the columns with different letters (a, b, c) are significant at 95% probability level ($p < 0.05$). Differences between measurements taken at different times marked with star symbol (*) are significant at 95% probability level ($p < 0.05$).

1. pav. Sudygusių pupų skaičius taikant skirtingą žemės dirbimą po 3 ir 10 dienų nuo pirmųjų daigų pasirodymo.

Fig. 1. Germinated beans number in different tillage methods plots after 3 and 10 days after first sprouts emerge.

Atlikto eksperimento duomenys (žr. 1 pav.) rodo, kad pupų tankumas po 3 ir po 10 dienų nuo pirmųjų daigų pasirodymo statistiškai reikšmingai nesiskyrė. Žemės dirbimo technologija turėjo reikšmingos įtakos pupų sudygimui ($p < 0,001$), nes nulinio žemės dirbimo technologijai priskiriamas tiesioginės sėjos metodas statistiškai reikšmingai išsiskyrė iš kitų. Tiesiogiai sėtuose plotuose sudygo 7,1–8,7 vnt. m² po 3 dienų ir 9,7–12,1 vnt. m² po 10 dienų mažiau pupų (žr. 1 pav.), kitaip nei I. Mańecka-Jankowiak ir kitų mokslininkų (2025) tyrime, kuriame nebuvo rasta reikšmingų pupų sudygimo skirtų tarp žemės dirbimo būdų.

Net minimalus dirvos dirbimas išpureną dirvą, todėl leidžia išvengti prastesnių dirvožemio ir sėklos kontakto, dirvožemio aeracijos, sėklų vagutės užžėrimo. Tačiau mažesni tiesiogiai pasėtų pupų tankį galėjo lemti ir tiesioginei sėjai nepritaikyta sėjamoji VÄDERSTAD RAPID 300C Super XL (Baker, 1976; Ma et al., 2025). Daugiau skirtumų galėjo būti nenustatyta ir dėl priešsėjimo dirbimo kultivatoriumi visuose, išskyrus tiesioginės sėjos laukeliuose.

Mineralinis azotas

Pupos gerai žinomos kaip itin geras priešsėlis, nes dirvožemį praturtina azoto (N) junginiais. Pupų grūdams pasiekus brandos pabaigą, tiriant augalams prieinamo N kiekį pupų dirvožemyje nustatyta, kad žemės dirbimas neturėjo reikšmingos įtakos N kiekiui, nei tiriant atskirai 0–10 cm ir 10–25 cm gylyje ($p>0,05$), nei tiriant bendrą N kiekį ($p>0,05$). Eksperimento laukeliuose mineralinio azoto kiekis svyravo nuo 5,21 iki 6,72 kg ha⁻¹ 0–25cm gylyje, todėl dirvožemis galėtų būti laikomas labai azotu neturtingu (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Mineralinio azoto kiekis skirtingo žemės dirbimo laukeliuose, skirtinguose dirvožemio sluoksniuose. Esmingų skirtumų nebuvo rasta prie tikimybės lygmens $p>0,05$.

Table 1. Mineral nitrogen content in different tillage methods plots in different soil layers. There were no significant differences found at 95% probability level ($p<0.05$)

Žemės dirbimo metodas Tillage method	GA	SA	GP	SP	TS
Azoto kiekis kg ha ⁻¹ 0-10 cm gylyje Nitrogen content kg ha ⁻¹ in 0-10 cm soil layer	1,80	2,40	1,92	1,86	2,63
Azoto kiekis kg ha ⁻¹ 10-25 cm gylyje Nitrogen content kg ha ⁻¹ in 10-25 cm soil layer	3,83	2,87	4,18	4,86	2,58
Bendras azoto kiekis (0-25 cm gylyje) kg ha ⁻¹ Sum of nitrogen content (in 0-25 cm soil layer) kg ha ⁻¹	5,63	5,27	6,10	6,72	5,21

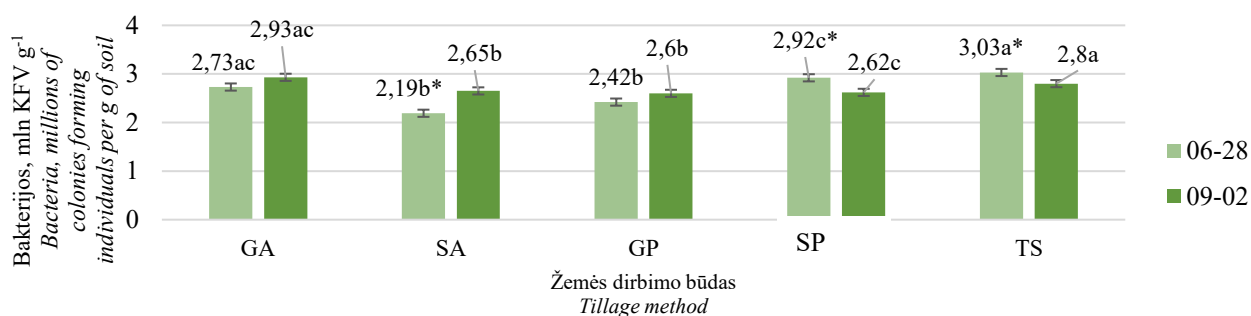
Tačiau žemės dirbimas azoto kiekį dirvoje veikia netiesiogiai, o paveikdamas N išplovimą, N junginių virsmus, susijusius su dirvožemio mikroorganizmais, dirvožemio organinių medžiagų skaidymą. Todėl išlieka neaišku, kokie kiekiai N fiksuojami iš atmosferos ir mineralizuojami dirvožemio mikroorganizmų skirtingo žemės dirbimo plotuose. Papildomi tyrimai galėtų padėti paaiškinti, kodėl kitų tyrėjų eksperimentuose N kiekis skyrėsi reikšmingai. Pavyzdžiui, S. Mondal ir D. Chakraborty (2022) atliktoje literatūros analizėje pastebėta, kad daugumoje tyrimų nulinis žemės dirbimas padidino bendrą dirvožemio azoto kiekį vidutiniškai 21 proc., palyginti su tradiciniu žemės dirbimu. Minimalus žemės dirbimas tyrimuose nebuvo analizuojamas (Mondal ir Chakraborty, 2022).

Mikroorganizmų gausumas

Dirvožemio mikroorganizmai padeda augalams pasisavinti vandenį ir maisto medžiagas, jie sąveikauja su atmosfera, augalų šaknimis ir dirvožemio fauna, sudarydami sudėtingą ekosistemą. Todėl mikroorganizmų kiekis yra glaudžiai susijęs su dirvožemio derlingumu. Nustatyta, kad pupos didina dirvožemio derlingumą, tačiau tai daro ne tik pupų šaknų gumbelių bakterijos fiksuodamos azotą (Aschi et al., 2017; Chen et al., 2025). Pupos paveikia ir visą dirvožemio ekosistemą.

Bakterijų gausumas

Bendras ne pupų šaknų gumbeliuose esančių bakterijų gausumas parodo biologinį dirvožemio aktyvumą ir dirvožemio derlingumo didėjimo potencialą. Bakterijų gausumas, kaip ir dauguma kitų dirvožemio biologinių rodiklių, priklauso nuo žemės dirbimo technologijos. Y. Li ir kt. (2020) atlikta literatūros analizė parodė, kad daugumoje tyrimų, atliktų visame pasaulyje, bakterijų gausumas tiesioginės sėjos plotuose buvo didesnis nei tradicinio žemės dirbimo technologija dirbtuose plotuose. Sumažinto žemės dirbimo technologija dirbtuose plotuose dirvožemio bakterijų gausumas buvo mažesnis nei tiesioginės sėjos plotuose, bet didesnis nei tradicinio žemės dirbimo (Li et al., 2020).



Pastaba: Esminio skirtumo tikimybės lygis $p < 0,05$. Žemės dirbimas: GA – gilusis arimas; SA – seklišis arimas; GP – gilusis purenimas; SP – seklišis purenimas; TS – neįdirbta žemė (tiesioginė sėja). Eksperimento vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c...), žymi naudotų žemės dirbimo būdų esminę įtaką. Vidurkiai pažymėti žvaigždute (*) žymi skirtingu laiku imtų mėginių rezultatų esminę įtaką. Stulpeliai rodo keturių pakartojimų vidurkių, juodos linijos rodo standartinę paklaidą.

Note: Tillage method: GA – deep ploughing, SA – shallow ploughing, GP – deep cultivation, SP – shallow cultivation, TS – no-tillage (direct drilling). Differences between tillage methods marked on the columns with different letters (a, b, c) are significant at 95% probability level ($p<0.05$). Differences between measurements taken at different times marked with star symbol (*) are significant at 95% probability level ($p<0.05$).

2. pav. Skirtingo žemės dirbimo ir ėminių ėmimo laiko įtaka bakterijų skaičiui. Ėminiai imti iš 0-20 cm gylio.

Fig. 2. Different tillage methods and sampling date influence on bacteria numbers in 0-20cm soil layer.

Eksperimento duomenys rodo (žr. 2 pav.), kad žemės dirbimo metodai turėjo statistiškai reikšmingos įtakos bakterijų gausumui. Nors tiesiogiai sėtų pupų dirvožemyje buvo daugiausiai bakterijų – 3,03–2,8 milijono kolonijas formuojančių vienetų grame dirvožemio (mln. KfV g⁻¹), giliai artame dirvožemyje aptiktų bakterijų skaičius statistiškai nesiskyrė, o sekliai skustas dirvožemis statistiškai reikšmingai nesiskyrė nuo giliai arto pagal rastų bakterijų skaičių. Seklaus arimo ir gilaus purenimo metodais dirbtoje dirvoje buvo statistiškai mažiausiai bakterijų. Mažiausiai intensyvaus žemės dirbimo – seklaus skutimo ir tiesioginės sėjos plotuose bakterijų reikšmingai sumažėjo nuo 2,92 ir 3,03 mln. KfV g⁻¹ 06–28 (pupų žydėjimo pabaiga) iki 2,62 ir 2,8 mln. KfV g⁻¹ 09–02 (subrendusios sėklos). Priešinga tendencija pastebėta intensyvesnio žemės dirbimo variantuose – bakterijų kiekis nuo 06 18 iki 09 02 padidėjo, tačiau tik seklaus arimo laukeliuose padidėjimas buvo statistiškai reikšmingas.

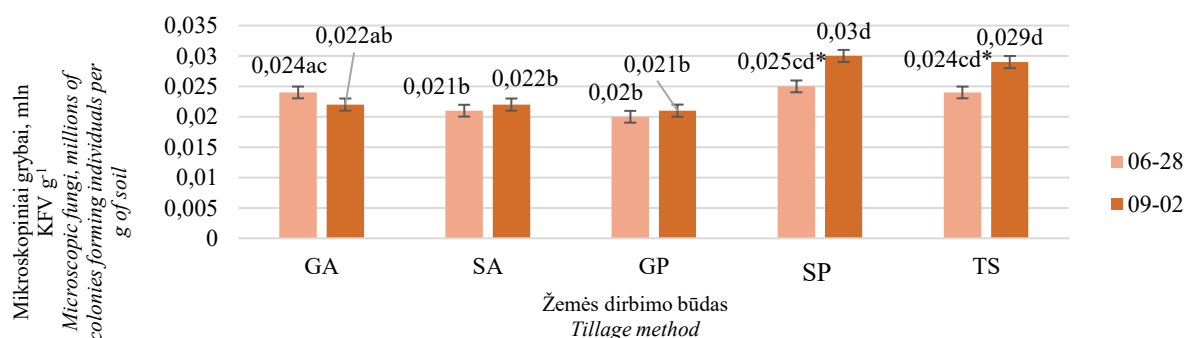
Tokios bakterijų gausumo tendencijos galimai susijusios su dirvožemio aeracija. Giliai artas dirvožemis buvo purus ir turėjo daug deguonies, todėl buvo tinkama terpė bakterijoms. Sekliai skustas ir nedarbtas dirvožemis galėjo greičiau sutankėti, tokiu būdu pabloginant sąlygas bakterijų dauginimuisi.

Dėl skirtingų bakterijų kiekio nustatymo metodų literatūroje galima lyginti tik bendras tendencijas. Eksperimento rezultatai skiriasi nuo kitų tyrėjų, kurių duomenys rodo mažiausią bakterijų kiekį ariminio žemės dirbimo technologija dirbtuose plotuose. Gauti rezultatai iš tiesioginės sėjos plotų, kaip ir kitų tyrėjų duomenimis, turėjo daugiausiai bakterijų (Li et al., 2020; Badagliacca et al., 2021).

Grybų gausumas

Bendras grybų kolonijų gausumas parodo biologinį dirvožemio aktyvumą ir derlingumo didėjimo potencialą. Grybų gausumas, kaip ir dauguma kitų dirvožemio biologinių rodiklių, priklauso nuo žemės dirbimo technologijos. F. De Mastro (2020) tyrimo duomenys parodė, kad nulinio žemės dirbimo plotuose grybų kolonijų skaičius buvo statistiškai reikšmingai mažesnis nei minimalaus ir tradicinio žemės dirbimo plotuose (De Mastro et al., 2020). Detalesnis A. Y. Srouir ir kt. (2020) tyrimas atskleidė, kad nulinis žemės dirbimas didino arbuskulinių mikorizinių, mikoparazitų ir nematofaginių grybų kiekį, o tradicinis žemės dirbimas didino saprotrofinių ir patogeninių grybų kiekį. Sumažintas žemės dirbimas nebuvo tirtas (Srouir et al., 2020).

Atliktame eksperimente mikroskopinių grybų kiekis, kaip ir bakterijų kiekis, buvo tirtas du kartus 06 28 ir 09 02 dėl tų pačių priežasčių.



Pastaba: Esminio skirtumo tikimybės lygis $p < 0,05$. Žemės dirbimas: GA – gilusis arimas; SA – sekliasis arimas; GP – gilusis purenimas; SP – sekliasis purenimas; TS – neįdirbta žemė (tiesioginė sėja). Eksperimento vidurkiai pažymėti skirtingomis raidėmis (a, b, c...), žymi naudotų žemės dirbimo būdų esminę įtaką. Vidurkiai pažymėti žvaigždute (*) žymi skirtingu laiku imtų mėginių rezultatų esminę įtaką. Stulpeliai rodo keturių pakartojimų vidurkių, juodos linijos rodo standartinę paklaidą.

Note: Tillage method: GA – deep ploughing, SA – shallow ploughing, GP – deep cultivation, SP – shallow cultivation, TS – no-tillage (direct drilling). Differences between tillage methods marked on the columns with different letters (a, b, c...) are significant at 95% probability level ($p < 0,05$). Differences between measurements taken at different times marked with star symbol (*) are significant at 95% probability level ($p < 0,05$).

3. Pav. Skirtingo žemės dirbimo ir ėminių ėmimo laiko įtaka mikroskopinių grybų skaičiui. Ėminiai imti iš 0-20cm gylio.

Fig. 3. Different tillage methods and sampling date influence on microscopic fungi numbers in 0-20cm soil layer.

Eksperimento duomenys rodo (žr. 3 pav.), kad žemės dirbimo metodai turėjo statistiškai reikšmingos įtakos mikroskopinių grybų gausumui. Nors sekliai skusto pupų pasėlio dirvožemyje buvo daugiausiai mikroskopinių grybų – 0,025–0,03 mln. KfV g⁻¹, tiesiogiai sėtų pupų dirvožemyje aptiktų mikroskopinių grybų skaičius statistiškai nesiskyrė, o giliai artas dirvožemis 06 28 statistiškai reikšmingai nesiskyrė nuo sekliai skusto ir tiesiogiai sėto pagal rastų mikroskopinių grybų skaičių 06 28. Seklaus arimo ir gilaus purenimo metodais dirbtoje dirvoje abejais matavimais buvo statistiškai mažiausiai bakterijų, jų kiekis nesiskyrė ir nuo 09 02 gilaus arimo variante aptiktų mikroskopinių grybų skaičiaus. Mažiausiai intensyvaus žemės dirbimo – seklaus skutimo ir tiesioginės sėjos plotuose mikroskopinių grybų reikšmingai padaugėjo nuo 0,025 ir 0,024 mln. KfV g⁻¹ 06–28 (pupų žydėjimo pabaiga) iki 0,03 ir 0,029 mln. KfV g⁻¹ 09 02 (subrendusios sėklos).

Tokios mikroskopinių grybų gausumo tendencijos galimai susijusios su grybų hifų struktūros suardymu gilesniame dirvožemio sluoksniuose abejuose arimo ir gilaus purenimo laukeliuose (Klein, Paschke, 2004). Sumažėjęs bakterijų kiekis seklaus skutimo ir tiesioginės sėjos variantuose galėjo sumažinti tarprūšinę konkurenciją, taip sudarant geresnes sąlygas grybų dauginimuisi (Jiao et al., 2022).

Dėl skirtingų mikroskopinių grybų kiekio nustatymo metodų literatūroje galima lyginti tik bendras tendencijas. Eksperimento rezultatai skiriasi nuo kitų tyrėjų, kurių duomenys rodo, kad mikroskopinių grybų kiekis esmingai

nesiskyrė, priklausomai nuo mėginių ėmimo datos (Wang et al., 2021). Tačiau G. Badagliacca (2021) tyrime didesnis mikroskopinių grybų skaičius buvo rastas kviečių (*Triticum aestivum*), augintų po pupų dirvožemyje, nei pupų dirvožemyje. Mikroskopinių grybų kiekis kitų tyrėjų duomenimis buvo mažiausias tradicinio žemės dirbimo variantuose, kuriems galėtų būti priskiriamas gilus ir seklaus arimas (Li et al., 2020; Badagliacca et al., 2021). Tačiau šiame tyrime, priešingai nei kitų tyrėjų duomenimis, gilaus arimo variante pupų žydėjimo pabaigoje mikroskopinių grybų kiekis reikšmingai nesiskyrė nuo seklaus skutimo ir tiesioginės sėjos. Gauti rezultatai iš tiesioginės sėjos plotų, kaip ir kitų tyrėjų duomenimis, turėjo daugiausiai mikroskopinių grybų (Li et al., 2020; Badagliacca et al., 2021).

Išvados

1. Dirvožemio praturtinimas azotu nepasireiškė iškart po visiško pupų subrendimo, o žemės dirbimas neturėjo tam reikšmingos įtakos. Pupos teigiamai veikia dirvožemio derlingumą ne vien dėl dirvožemio praturtinimo azotu, bet ir dėl teigiamos įtakos mikroorganizmams.
2. Tiesiogiai ir po seklaus skutimo sėtos pupos reikšmingai padidina bakterijų ir mikroskopinių grybų kiekį dirvoje, tačiau tiesioginė sėja lemia prastesnę sudygimą.
3. Gilus arimas lėmė didesnę bakterijų ir mikroskopinių grybų kiekį pupų pasėlio dirvožemyje, tačiau ne tokį ženklų, kaip seklaus purenimas ir tiesioginė sėja.
4. Remiantis išanalizuotais duomenimis, seklaus purenimas labiausiai didino mikroorganizmų kiekį dirvožemyje, nemažinant sudygimo kokybės.

Literatūra

1. Aschi, A., Aubert, M., Riah-Anglet, W., Nélieu, S., Dubois, C., Akpa-Vinceslas, M., ir Trinsoutrot Gattin, I. (2017). Introduction of Faba bean in crop rotation: Impacts on soil chemical and biological characteristics. *Applied Soil Ecology: A Section of Agriculture, Ecosystems ir Environment*, 120, 219–228. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.08.003>
2. Badagliacca, G., Laudicina, V. A., Amato, G., Badalucco, L., Frenda, A. S., Giambalvo, D., Ingraffia, R., Plaia, A., ir Ruisi, P. (2021). Long-term effects of contrasting tillage systems on soil C and N pools and on main microbial groups differ by crop sequence. *Soil ir Tillage Research*, 211, Article 104995. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.104995>
3. Baker, C. (1976). Experiments relating to techniques for direct drilling of seeds into untilled dead turf. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 21, 133–144. [https://doi.org/10.1016/0021-8634\(76\)90068-8](https://doi.org/10.1016/0021-8634(76)90068-8).
4. Buivydaite, V., Vaičys, M., Juodis, J., Motuzas, A. J. 2001. Lietuvos dirvožemių klasifikacija. Vilnius
5. Chen, Y., Dong, Z., Wang, Y., Liu, Q., Zhang, K., Yin, R., Chen, J., Ge, T., ir Zhu, Z. (2025). Faba bean enhances soil multifunctionality through shaping rhizosphere microbial communities in legume-cereal crop rotations. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 12(2), 406–421. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2025604>
6. De Mastro, F., Traversa, A., Brunetti, G., Debiase, G., Coccozza, C., ir Nigro, F. (2020). Soil culturable microorganisms as affected by different soil managements in a two year wheat-faba bean rotation. *Applied Soil Ecology: A Section of Agriculture, Ecosystems ir Environment*, 149, Article 103533. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103533>
7. De Notaris, C., Enggrob, E. E., Olesen, J. E., Sørensen, P., ir Rasmussen, J. (2023). Faba bean productivity, yield stability and N₂-fixation in long-term organic and conventional crop rotations. *Field Crops Research*, 295, Article 108894. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108894>
8. Ennos, R., ir Johnson, M. L. (2018). Statistical and data handling skills in biology (ourth edition). Pearson.
9. Jensen, E. S., Peoples, M. B., ir Hauggaard-Nielsen, H. (2010). Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*, 115(3), 203–216. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2009.10.008>
10. Jiao, S., Chu, H., Zhang, B., Wei, X., Chen, W., ir Wei, G. (2022). Linking soil fungi to bacterial community assembly in arid ecosystems. *iMeta*, 1. <https://doi.org/10.1002/imt2.2>.
11. Kebede, E. (2021). Contribution, utilization, and improvement of legumes-driven biological nitrogen fixation in agricultural systems. *Frontiers in sustainable food systems*, 5, 767998. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.767998>
12. Kimbirauskienė, R., Sinkevičienė, A., Švereikaitė, A., & Romaneckas, K. (2024). The complex effect of different tillage systems on the Faba bean agroecosystem. *Plants*, 13(4), 513.
13. Klein, D. A., ir Paschke, M. W. (2004). Filamentous Fungi: The Indeterminate Lifestyle and Microbial Ecology. *Microbial Ecology*, 47(3), 224–235. <https://doi.org/10.1007/s00248-003-1037-4>
14. Kontturi, M., Lainé, A., Niskanen, M., Hurme, T., Hyövelä, M., ir Peltonen-Sainio, P. (2011). Pea–oat intercrops to sustain lodging resistance and yield formation in northern European conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil ir Plant Science*, 61, 612 - 621. <https://doi.org/10.1080/09064710.2010.536780>.
15. Li, Y., Zhang, Q., Cai, Y., Yang, Q., ir Chang, S. X. (2020). Minimum tillage and residue retention increase soil microbial population size and diversity: Implications for conservation tillage. *The Science of the Total Environment*, 716, Article 137164. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137164>
16. Liu, L., Knight, J., Lemke, R., ir Farrell, R. (2019). A side-by-side comparison of biological nitrogen fixation and yield of four legume crops. *Plant and Soil*, 442, 169 - 182. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04167-x>.

17. Ma, Y., Li, Z., Xu, Y., Li, C., Ding, H., Li, C., Tang, Q., Liu, M., ir Hou, J. (2025). The Development of No-Tillage Seeding Technology for Conservation Tillage—A Review. *Sustainability*, 17(5), 1808. <https://doi.org/10.3390/su17051808>
18. Małecka-Jankowiak, I., Bleharczyk, A., Sawinska, Z., Piechota, T., ir Idziak, R. (2025). The Effect of Sustainable Tillage Systems on Faba Bean Yield in a Long-Term Experiment in Poland. *Sustainability*, 17(10), 4293. <https://doi.org/10.3390/su17104293>
19. Manschadi, A. M., Sauerborn, J., Stützel, H., Göbel, W., ir Saxena, M. C. (1998). Simulation of faba bean (*Vicia faba* L.) root system development under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy*, 9(4), 259–272. [https://doi.org/10.1016/s1161-0301\(98\)00044-6](https://doi.org/10.1016/s1161-0301(98)00044-6)
20. Mondal, S., ir Chakraborty, D. (2022). Soil nitrogen status can be improved through no-tillage adoption particularly in the surface soil layer: A global meta-analysis. *Journal of Cleaner Production*, 366, Article 132874. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132874>
21. Oecd.org. (2025). Interaktyvi nuoroda internete: [https://data-explorer.oecd.org/vis?fs\[0\]=Topic%2C0%7CAgriculture%20and%20fisheries%23AGR%23irfs\[1\]=Topic%2C1%7CAgriculture%20and%20fisheries%23AGR%23%7CAgricultural%20trade%20and%20markets%23AGR_TRD%23irfs\[2\]=Measure%2C1%7CBalance%23BLNC%23%7CProduction%23QP%23irpg=0irfc=Measureirsnb=5irdf\[ds\]=dsDisseminateFinalDMZirdf\[id\]=DSD_AGR%40DF_OUTLOOK_2021_2030irdf\[ag\]=OECD.TAD.ATMirdf\[vs\]=1.0irdq=A....irpd=2010%2C2030irto\[TIME_PERIOD\]=false \[žiūrėta 05-01-2026\]](https://data-explorer.oecd.org/vis?fs[0]=Topic%2C0%7CAgriculture%20and%20fisheries%23AGR%23irfs[1]=Topic%2C1%7CAgriculture%20and%20fisheries%23AGR%23%7CAgricultural%20trade%20and%20markets%23AGR_TRD%23irfs[2]=Measure%2C1%7CBalance%23BLNC%23%7CProduction%23QP%23irpg=0irfc=Measureirsnb=5irdf[ds]=dsDisseminateFinalDMZirdf[id]=DSD_AGR%40DF_OUTLOOK_2021_2030irdf[ag]=OECD.TAD.ATMirdf[vs]=1.0irdq=A....irpd=2010%2C2030irto[TIME_PERIOD]=false [žiūrėta 05-01-2026])
22. Srour, A. Y., Ammar, H. A., Subedi, A., Pimentel, M., Cook, R. L., Bond, J., ir Fakhoury, A. M. (2020). Microbial Communities Associated With Long-Term Tillage and Fertility Treatments in a Corn-Soybean Cropping System. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1363. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01363>
23. Wang, Q., Liang, A., Chen, X., Zhang, S., Zhang, Y., McLaughlin, N. B., Gao, Y., ir Jia, S. (2021). The impact of cropping system, tillage and season on shaping soil fungal community in a long-term field trial. *European Journal of Soil Biology*, 102, Article 103253. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2020.103253>
24. WRB, FAO World reference base for soil resources, 2014. <https://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf>

DIFFERENT TILLAGE METHODS EFFECT ON BEANS SOIL PROPERTIES

Abstract

Demand for protein crops is greater than supply in European Union (EU) and in Lithuania. Greater beans (*Vicia faba*) production would be beneficial economically and would enhance soil fertility. However, it is not well researched which tillage methods help beans the most in enhancing soil fertility. Therefore, different tillage methods: deep ploughing, shallow ploughing, deep tillage, shallow tillage and direct drilling were investigated. The results show that mineral nitrogen content did not differ significantly depending on tillage method, but bacteria and microscopic fungi numbers varied significantly. To be more specific, shallow tillage and direct drilling increased bacteria and microscopic fungi numbers the most. However, in directly drilled plots beans germinated significantly poorer. On the contrary to other research in deeply ploughed plots bacteria and microscopic fungi numbers were higher compared to deep tillage and shallow ploughing. It is possible that these findings resulted from soil aeration and damage to the hyphae during tillage as well as from tillage and seeding machinery choice. All in all, shallow tillage appears to be the best compromise choosing tillage method for bean crop considering its impact on soil fertility enhancement.

Keywords: tillage, soil bacteria, soil fungi, mineral nitrogen, germination, Faba beans (*Vicia faba*).