

DIRVOŽEMIO AGROCHEMINIŲ RODIKLIŲ OPTIMIZAVIMAS INTENSYVAUS ŪKININKAVIMO SĄLYGOMIS

Linus MACIJASKAS, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: linasmacijauskas24@gmail.com

Rimantas VAISVALAVIČIUS, Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija, Agronomijos fakultetas, el. paštas: rimantas.vaisvalavicius@vdu.lt

Santrauka

Tyrimas atliktas 2020–2022 metais L. Macijausko ūkyje, Plokščiūose, Šakių r. Eksperimento dirvožemis yra giliai glėjinis karbonatingas išplautžemis (*Bathihypergleyi–Calc(ar)ic Luvisol*) ir karbonatingas stagniškas išplautžemis (*Calc(ar)i–Hypostagnic Luvisol*). Tyrimo objektas – dirvožemio agrocheminiai rodikliai. Tyrimo tikslas – įvertinti dirvožemio agrocheminius rodiklius, padidinus narių skaičių sėjomainoje ir taikant tarpinius augalus bei nustatyti dirvožemio agrocheminius rodiklius, taikant skirtingus žemės dirbimo būdus. Dirvožemio agrocheminiai rodikliai nustatyti taikant šiuos metodus: humusas – I. Tiurino metodu, suminis azotas – Kjeldalio metodu. Tyrimo rezultatai parodė, kad daugeliu atvejų minimalaus dirvos dirbimo technologija, palyginti su arimo technologija, turėjo reikšmingų skirtumų. Taikant minimalų žemės dirbimą, humuso kiekis abiejuose laukuose buvo didesnis ir esmingai skyrėsi. Didžiausias suminio azoto kiekis ($1,34 \text{ g kg}^{-1}$) nustatytas taikant tarpinių pasėlių ir minimalaus dirvos dirbimo technologiją. Taikant minimalaus dirvos dirbimo technologiją ir tarpinius augalus, pastebėta, kad humuso ir suminio azoto kiekis turėjo tendenciją didėti.

Reikšminiai žodžiai: dirvožemio agrocheminiai rodikliai, humusas, suminis azotas.

Įvadas

Dirvožemis ir jo būklė vis labiau yra aptarinėjami, nes klimato kaita ir dirvožemio degradacija pasiekė neigiamą ribą, ir norint, kad ateityje nebūtų grėsmės Europai ir likusiam pasauliui, dėmesį turime skirti dirvožemiui gerinti ir jam išlaikyti (Europos komisija, 2020).

Dirvožemis aprūpina augalus vandeniu ir maisto medžiagomis, todėl augalininkystės krypties ūkiuose dirvožemiui ir jo derlingumo savybėms turėtume skirti vis daugiau laiko, jas analizuojant geriausiems rezultatams gauti. Dirvožemio tankis, humuso kiekis, struktūra, agrocheminės savybės, dirvožemio mikroflora ir fauna – tai vieni iš svarbiausių elementų, kuriuos turime tautoti (Bogužas, 2014).

Humusą būtų galima apibūdinti kaip pagrindinį dirvožemio komponentą, kuris susidaro biochemiškai kintant augalų ir gyvūnų liekanoms (Šlepetienė ir kt., 2014). Azotas yra apibūdinamas kaip svarbiausias elementas augalų mityboje, be kurio augalų stiebai tampa ploni, lapai tampa šviesiai žali, pupiniai augalai turi mažiau ir mažesnes ankštaras (Šiaudinis, 2009).

Siekis gauti kuo didesnę ir kuo geresnę kokybę derlių, tačiau nesaugant dirvožemio, galima jį labai nualinti. Skirtingų augalų poreikis kiekvienais metais nevienodas, – iš dirvožemio pasisavinami nevienodi augalų mitybos elementų kiekiai, todėl labai svarbu žinoti jų atsargas dirvožemyje ir jas nuolat papildyti. Nustatyta, kad sėjomaina yra vienas iš pagrindinių dirvožemio tausojimo būdų, leidžiantis sumažinti degradaciją bei maisto medžiagų išsiplovimą (Mikučionienė ir Živatkauskienė, 2018).

Tarpiniai pasėliai – tai vis labiau aptarinėjami augalai ir vis dažniau pradėti taikyti augalininkystės ūkiuose. Jie naudojami siekiant sumažinti augalų maistinių medžiagų išsiplovimą iš dirvožemio, apsaugoti nuo vėjo ir vandens sukeltos erozijos, naikinti piktžoles ir pagerinti visą dirvožemio sandarą (Michel et al., 2020).

Norint, kad dirvožemis būtų sveikas ir naudingas, turime taikyti taisyklingą žemės dirbimą. Nuolat ariant įprastu gyliu, neigiamai veikiamos dirvožemio savybės (Köller, 1993; Kahnt, 1995; Derpsch, 1999). Minimalus žemės dirbimas sumažina dirvos eroziją, maisto medžiagų išsiplovimą, struktūros nykimą, humuso oksidaciją ir drėgmės nuostolius (Kinderienė, 2004; Bakasėnas, 2008).

Apibendrinat galima teigti, kad dirvožemio būklė ir ateitis priklauso nuo mūsų visų, todėl turime jį saugoti ir tausoti, kad ateityje nekiltų su dar didesnių problemų.

Tyrimo tikslas – įvertinti dirvožemio agrochemines savybes sėjomainoje padidinus jos narių skaičių ir įterpus tarpinius pasėlius; nustatyti dirvožemio savybes taikant skirtingus žemės dirbimus.

Tyrimų objektas ir metodai

Lauko eksperimentas 2020–2022 m. buvo vykdomas ūkininko Lino Macijausko ūkyje, kuris yra įsikūręs Šakių r., Plokščių kaime. Reljefe beveik visur vyrauja mažai banguota lyguma. Dirvožemis, kuriame buvo atliekamas

eksperimentas, pagal 1999 m. dirvožemių klasifikaciją yra giliai glėjinis karbonatingas išplautžemis (*Bathihypergleyi-Calc(ar)ic Luvisol*) ir karbonatingas stagniškas išplautžemis (*Calcari-Hypostagnic Luvisol*) (Lietuvos dirvožemiai, 2001). Dirvožemio agrocheminės savybės kito, nes įtraukėme skirtingus augalus ir žemės dirbimus, tačiau vyraujantys rodikliai buvo tokie: pH – 6,7–7,2; humuso – 1,85–2,5 %; P₂O₅ – 90–130 mg kg⁻¹, K₂O – 100–130 mg kg⁻¹; suminio azoto – 1,15–1,25 g kg⁻¹; organinės anglies – 9,50–11,50 g kg⁻¹.

Dviejų veiksnių lauko eksperimentai buvo išdėstyti ūkyje, ir statistinei duomenų analizei buvo pasirinkta programa (STAT ENG). Eksperimento variantai: **Veiksny A** – žemės dirbimas: 1. Ariminis (A1); sekus žemės dirbimas (A2). **Veiksny B** – dirvos sluoksniai: 1. 0–10 cm dirvos sluoksnis (B1); 2. 10–20 cm dirvos sluoksnis (B2). Taip pat laukuose buvo taikoma augalų sėjomaina bei įtraukti tarpiniai pasėliai. Skirtinguose dviejuose laukuose buvo atlikti tyrimai taikant skirtingus žemės dirbimus, pasirinkus iširti skirtingus dirvos sluoksnius bei taikant augalų sėjomainą ir įtraukiant tarpinius pasėlius. Pirmojo lauko plotas buvo 1,3 ha, antrojo lauko plotas – 1,1 ha. Dirvožemio ėminiai laukuose buvo paimti randomizuotai, visada iš panašios vietos, nes vietos buvo išsaugotos GPS sistemoje. Laukuose nuo pakraščių buvo paliekamos 2 m apsaugos juostos.

Lauko eksperimentai pradėti 2019 m. pavasarį. Pirmajame lauke buvo pasėta žieminių kviečių veislė 'Etana' (sukuta Vokietijoje „Deutsche Saatveredelung AG“ sėklininkystės firmoje). Ž. kviečiai pasėti 2019 m. rugsėjo 26 d. sėjama Amazone D9, pagaminta Vokietijoje. Su šia sėjama buvo sėjama abiejuose laukeliuose. Sėklos norma – 191 kg ha⁻¹. Visais atvejais buvo sėjama 12 cm tarpueliais. Po derliaus nuėmimo visais atvejais laukas buvo padalintas į du plotus ir žemė dirbta diskiniu skutiku Lemken Rubin 10 (kilmės šalis Vokietija) (8–12 cm) ir plūgu Kverneland (15–20 cm) gyliu, (kilmės šalis Švedija). 2020 m. rugpjūčio mėn. pasėta ž. rapsų veislė 'Phanton' (RAPOOL, Vokietija). Sėklos norma – 2,4–2,5 kg ha⁻¹. Po derliaus nuėmimo vėl atlikti skirtingi žemės dirbimai ir pasėti tarpiniai pasėliai – baltosios garstyčios ir šakniniai ridikai (15 kg ha⁻¹). Žalioji trąša įterpta į dirvą tuo pačiu žemės dirbimo principu ir 2021 m. pasėti ž. kviečiai 'Etana' („Deutsche Saatveredelung AG“, Vokietija). Sėklos norma – 196 kg ha⁻¹.

2 laukelis: 2019 m. pasėta ž. rapsų veislė 'Mercedes' (Rapool, Vokietija). Sėklos norma – 2,7–2,8 kg ha⁻¹. 2020 m. pasėti ž. kviečiai 'Etana'. Sėklos norma – 187 kg ha⁻¹. Pasėti tarpiniai pasėliai – baltosios garstyčios ir šakniniai ridikai (15 kg ha⁻¹) ir palikti per žiemą, o pavasarį 2021 m. skirtingais žemės dirbimais atlikti darbai ir pasėti sėjamieji žirniai 'Navaro' ("RAGT" Prancūzija). Sėklos norma – 260 kg ha⁻¹.

Meteorologinės sąlygos. 2020 m. balandžio 6 d. atsinaujino augalų vegetacija. Augalų vegetacijos pradžia, arba laikotarpis, kai vidutinė paros oro temperatūra pakyla aukščiau 5 °C, šiais metais prasidėjo vidutiniškai 4 dienomis anksčiau, lyginant su standartine klimato norma (SKN). Balandžio mėnesį vidutinis kritulių kiekis Lietuvoje – 9 mm (1/4 SKN). Gegužės mėnesio vidutinė oro temperatūra Lietuvoje buvo 10,2 °C, t. y. 2,2° C žemiau nei SKN. Gegužės 6 ir 12 d. dauguma Lietuvos vietovių, įskaitant ir tiriamuosiuose laukuose, iškrito labai didelis kritulių kiekis. Gegužės 12 d. iškritęs sniegas keliose meteorologijos stotyse trumpam suformavo sniego dangą. Aukščiausia temperatūra – iki 29,2–32,3 °C, o 18 d. pasiektas paros aukščiausios oro temperatūros rekordas Lietuvoje – 32,3 °C. Liepos mėnesį dauguma Lietuvos vietovių buvo užfiksuota sausra. Rugpjūčio mėnesį daugumoje Lietuvos teritorijų, įskaitant ir tyrimo laukus, buvo sausra, ir pasiektas pavojingo meteorologinio reiškinio rodiklis. Rugsėjis ir spalio buvo taip pat labai šilti, vieni šilčiausių Lietuvos istorijoje. Rugsėjo mėnesį vidutinis kritulių kiekis Lietuvoje buvo 30 mm, tai kiek mažiau nei 1/2 SKN, o spalio – artimas SKN. Lapkritį baigėsi augalų vegetacija, tačiau tai įvyko 11–30 dienų vėliau lyginant su SKN.

2021 m. augalų vegetacija atsinaujino balandžio mėn. 11 d, o mėnesio temperatūra buvo 0,7 °C žemesnė už daugiametę. Gegužės mėn. buvo vėsus ir lietingas. Pastarojo mėnesio temperatūra buvo 1,8 °C žemesnė už daugiametę, o kritulių iškrito 59,9 mm daugiau negu įprasta. Birželio ir liepos mėnesiai buvo labai karšti ir sausi, temperatūros buvo 3,9 °C aukštesnės už daugiametę, o kritulių iškrito apie 42 mm mažiau negu įprasta. Rugpjūtis buvo vėsus, o ir kritulių iškrito 33,3 mm daugiau, palyginti su daugiametę kritulių norma. Rugsėjo ir spalio mėn. buvo vėsesni ir sausesni negu įprasta.

Dirvožemio ėminiai paimti pavasarį, atsinaujinus augalų vegetacijai prieš išberiant azotines trąšas ir po derliaus nuėmimo atlikus skirtingus žemės dirbimus. Dirvožemio ėminiams paimti buvo naudotas dirvožemio gražtas, ir ėminiai paimti iš 0–10 ir 10–20 cm gylio 3 pakartojimais. Sudaryti jungtiniai dirvožemio mėginiai, ėminių vietas paskirstant atsitiktine tvarka 15 taškų vieno pakartojimo. Lauko ėminių vietos nekito, nes visiems dirvožemio ėminiams paimti buvo naudojama GPS sistema, o ėminių koordinatės buvo užrašytos ir išsaugotos. Dirvožemis iki orausio būvio išdžiovintas laboratorijoje atvirose dėžėse kambario temperatūroje. Prieš mėginius paruošiant tyrimams buvo išrinktos ir pašalintos augalinės liekanos. Smulkinant ir sijojant dirvožemio skeletas buvo atskirtas nuo dirvožemio smulkžemio frakcijos. Dirvožemio humusingumui nustatyti buvo papildomai smulkinamas ir persijojamas per 0,25 mm sietą. Tyrimai atlikti VDU ŽŪA Maisto žaliavų, agronominių ir zootechninių tyrimų laboratorijoje.

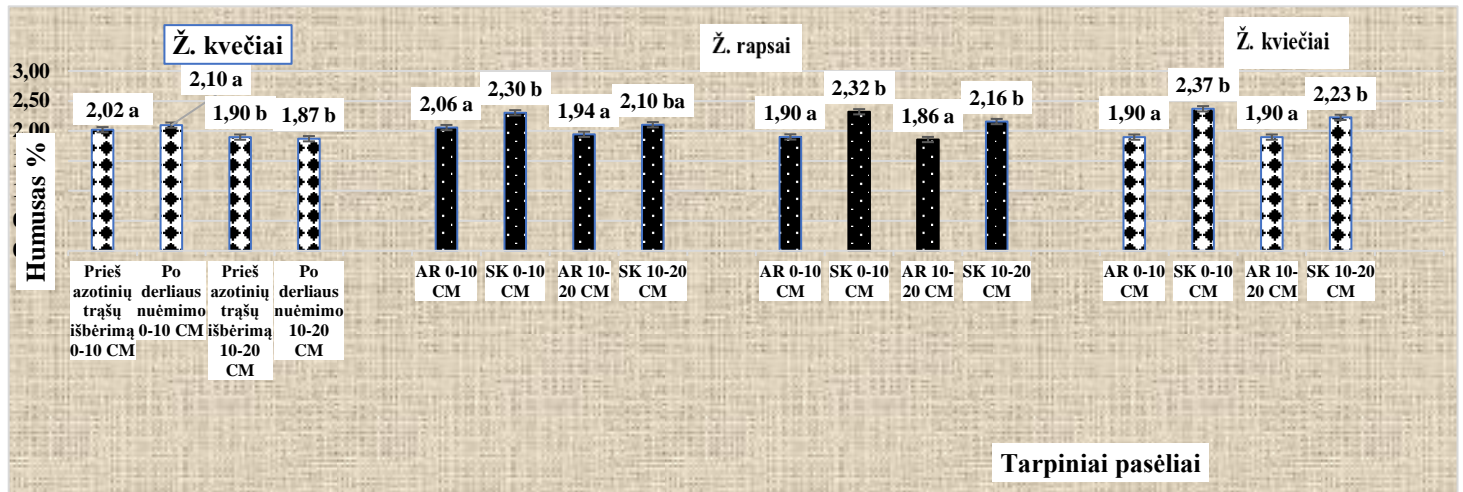
Nustatytos dirvožemio agrocheminės savybės: 1) dirvožemio pH_{KCl} – potenciometrinu metodu; 2) humusas – I. Tiurino metodu, naudojant rankinio titravimo procedūrą; 3) visuminis azotas – Kjeldalio metodu; 4) judrusis fosforas – CAL metodu, išmatuojant spektrofotometriškai; 5) judrusis kalis – CAL metodu, išmatuojant liepsnos fotometru; 6) organinės anglies kiekis dirvožemyje apskaičiuotas humuso kiekį padalinus iš koeficiento 1,724.

Duomenys statistiškai apdoroti kompiuterinėmis programomis ANOVA ir STAT.1,55 iš programų paketo SELEKCIJA (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Minimalus žemės dirbimas naudingas tuo, kad jį taikant didėja darbo našumas, didinamas dirvos derlingumas, nes ji nėra spaudžiama žemės ūkio įrenginių, dirva geriau pasisavina vandenį, maisto medžiagas ir organines liekanas

(Rilye ir kt., 1998). Palikdami daugiau augalinių liekanų ir taikydami tausojančiąsias ūkininkavimo sistemas, padidiname bendrą dirvožemio derlingumą (Nath et al., 2021).



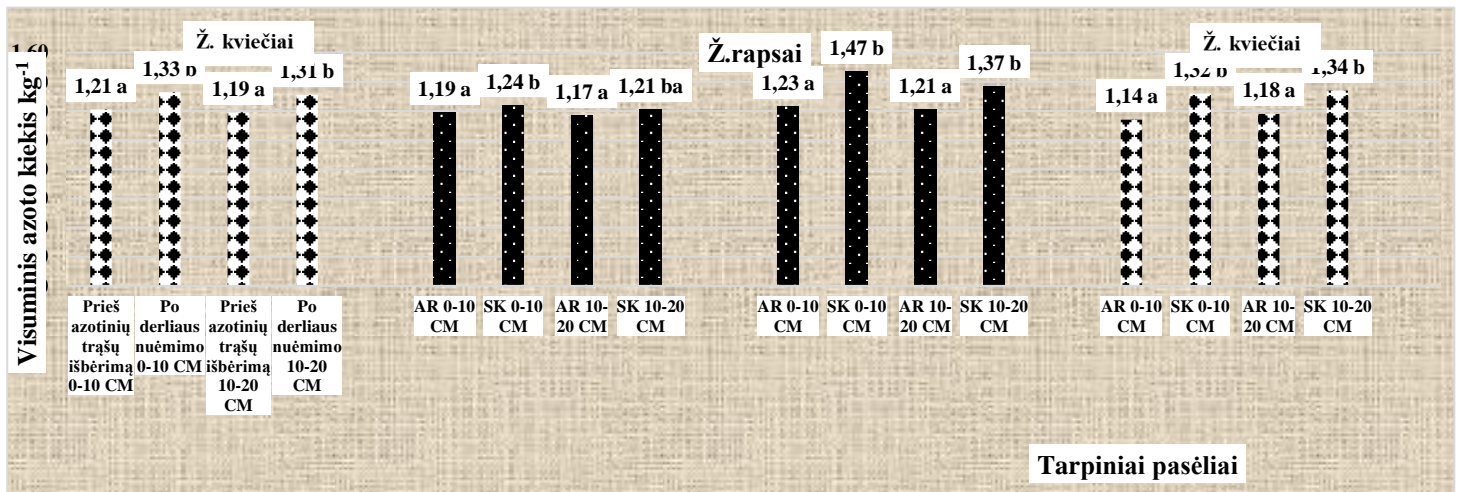
1 pav. Humuso kiekio nustatymas taikant sėjomainą ir skirtingą žemės dirbimą bei įtraukus tarpinius pasėlius
Fig. 1. Determination of humus content applying crop rotation, different tillage methods and catch crops

Žieminių kviečių pasėlyje didžiausias humuso kiekis rastas po derliaus nuėmimo 0–10 cm sluoksnyje 2,10 % ir panašus 2,02 % prieš azotinių trąšų išbėrimą 0–10 cm sluoksnyje. Esminių skirtumų tarp šių variantų nebuvo, tačiau esminiai skirtumai nustatyti juos palyginus su 10–20 cm sluoksniu (žr. 1 pav.).

Taikant sėjomainą ir skirtingą žemės dirbimą žieminių rapsų pasėlyje didesnis humuso kiekis rastas tiek prieš azotinių trąšų išbėrimą 2,30 %, tiek po derliaus nuėmimo 2,32 % – sekliasis žemės dirbimas. Esminių skirtumų nebuvo sekliojo žemės dirbimo skirtinguose sluoksniuose, tačiau palyginus su arimo technologija esminiai skirtumai pastebėti, – vyravo nuo 1,86 % iki 2,06 %.

Po žieminių rapsų derliaus nuėmimo skirtingai įdirbus ir įterpus tarpinius pasėlius ir vėl pasėjus ž. kviečius, esmingai didesni humuso kiekiai rasti prieš azotinių trąšų išbėrimą abiejuose sluoksniuose 2,37 % ir 2,33 %. Jie esmingai skyrėsi plg. su arimo taikyta technologija, atitinkamai 0-10 cm ir 10-20 cm 1,90 %.

Pritaikius sėjomainą ir atlikus skirtingus žemės darbus bei ištyrus juos skirtinguose gyliuose, galima pastebėti, kad esmingai didesnis humuso kiekis rastas sekliai dirbamuose laukuose 0–10 ir 10–20 cm sluoksniuose palyginus su arimo technologija.



Pastaba: A ir B veiksnų variantų vidurkiai, pažymėti ne ta pačia raide (a, b), yra esminiai, $P < 0,05$. **Veiksny A** – žemės dirbimas: 1. ariminė (AR); 2. sekliasis žemės dirbimas (SK). **Veiksny B** – dirvos sluoksniai: 1. 0–10 cm dirvos sluoksnis (B1); 2. 10–20 cm dirvos sluoksnis (B2).

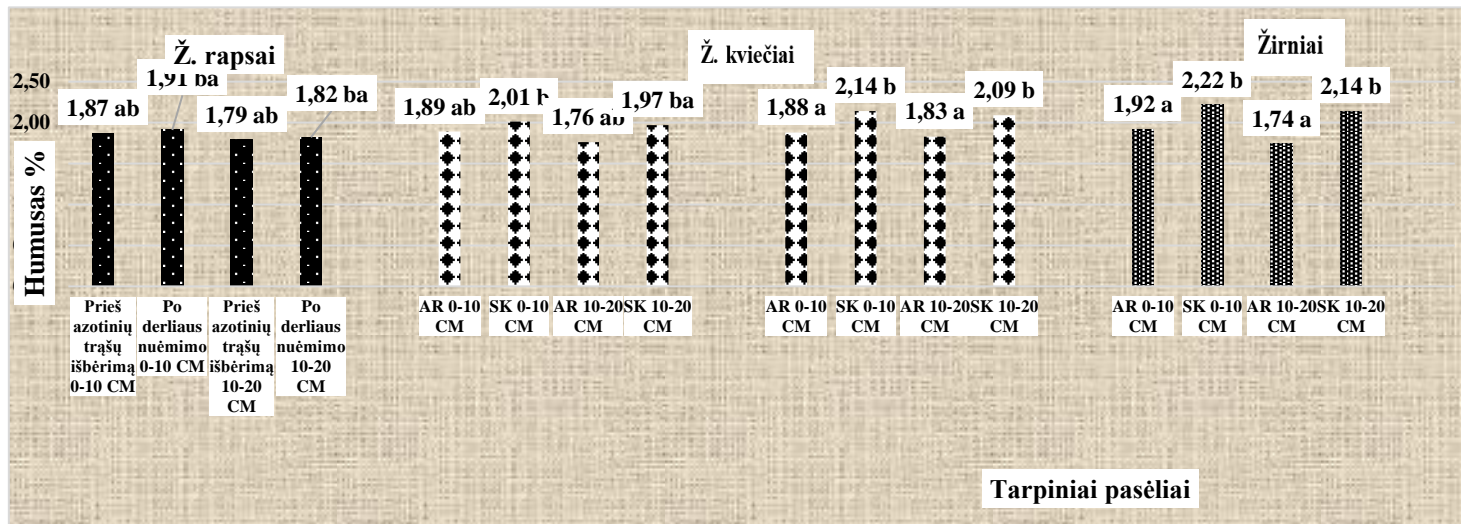
2 pav. Visuminio azoto kiekio nustatymas taikant sėjomainą ir skirtingą žemės dirbimą bei įtraukus tarpinius pasėlius
Fig. 2. Determination of total nitrogen applying crop rotation, different tillage methods and intermediate crops

Didžiausias visuminio azoto kiekis 1,33 g/kg⁻¹ rastas ž. kviečių pasėlyje po derliaus nuėmimo 0–10 cm sluoksnyje. Panašus visuminio azoto kiekis – 1,31 g/kg⁻¹ rastas 10–20 cm. sluoksnyje. Prieš azotinių trąšų išbėrimą abiejuose sluoksniuose rastas mažesnis visuminio azoto kiekis. Palyginus vidurkių variantus tarpusavyje, rasta esminių skirtumų (2 pav.).

Taikant sėjomainą ir atlikus skirtingus žemės dirbimus, didžiausias visuminio azoto kiekis $1,24 \text{ g/kg}^{-1}$ rastas 0–10 cm sluoksnyje, kur buvo minimalus žemės dirbimas. Minimalų žemės dirbimą palyginus tarpusavyje, esminių skirtumų nenustatyta, tačiau 0–10 cm sluoksnyje nustatyti esminiai skirtumai lyginant su arimo technologija.

Galima pastebėti, kad minimalus žemės dirbimas padėjo sukaupti didesnę visuminio azoto kiekį abiejuose sluoksniuose, atitinkamai $1,47 \text{ g/kg}^{-1}$ ir $1,37 \text{ g/kg}^{-1}$, juos lyginant tarpusavyje nebuvo nustatyta esminių skirtumų. Taikant arimo technologiją visuminio azoto kiekis išliko panašus, kaip ir prieš išberiant azotines trąšas. Nors azotinėmis trąšomis buvo tręšta gausiai, užarus rapsų pabiras ir augalines liekanas, azoto kiekis nepadidėja, o išlieka toks pat arba netgi mažesnis. Arimo technologiją palyginus su minimaliu žemės dirbimu, abiejuose sluoksniuose rasta esminių skirtumų. Visuminio azoto kiekis ž. rapsuose ir ž. kviečiuose buvo esmingai mažesnis palyginus tarp variantų.

Po žieminių rapsų nuėmimo įterpus tarpinius pasėlius ir kiek vėliau nei įprastai pasėjus žieminius kviečius, didžiausias visuminio azoto kiekis $1,34 \text{ g/kg}^{-1}$ rastas sekiojo žemės dirbimo sluoksnyje. Tarpiniai pasėliai ir jų žalioji trąša sukauptė didesnę visuminio azoto kiekį viršutiniame sluoksnyje lyginant su arimo technologija, todėl tarp jų pastebėti esminiai skirtumai, kurie esmingai skyrėsi palyginus $1,34 \text{ g/kg}^{-1}$ su $1,14 \text{ g/kg}^{-1}$.



Pastaba: A ir B veiksnų variantų vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide tai (a, b) yra esminiai, $P < 0,05$. **Veiksnys A** - žemės dirbimas: 1. Ariminė (AR); 2. seklys žemės dirbimas (SK). **Veiksnys B** – dirvos sluoksniai: 1. 0-10 cm dirvos sluoksnis (B1); 2. 10-20 cm dirvos sluoksnis (B2).

3 pav. Humuso kiekio nustatymas taikant sėjomainą ir skirtingą žemės dirbimą bei įtraukus tarpinius pasėlius

Fig. 3. Determination of humus content applying crop rotation, different tillage methods and catch crops

Kitame tirtame lauke galime pastebėti, kad didžiausias humuso kiekis rastas 0–10 cm. sluoksnyje prieš azotinių trąšų išbėrimą $1,87\%$ ir po derliaus nuėmimo $1,91\%$. Palyginus variantų vidurkius tarpusavyje, esminių skirtumų nebuvo nustatyta.

Taikant sėjomainą ir skirtingus žemės dirbimus, galime pastebėti, kad ž. kviečių pasėlyje didžiausias humuso kiekis padidėjo iki $2,01\%$. Minimalaus žemės dirbimo technologijoje 0–10 cm sluoksnyje esmingai skyrėsi palyginus su arimo technologija, o kituose sluoksniuose esminių skirtumų nebuvo nustatyta.

Po derliaus nuėmimo kaip ir buvo galima tikėtis augalines liekanas sumaišius su dirvožemiu viršutiniame sluoksnyje humuso kiekis padidėjo iki $2,14\%$. 10–20 cm. dirvožemio sluoksnyje humuso kiekis padidėjo ir palyginus minimalaus žemės dirbimo technologiją esminių skirtumų tarp sluoksnių nebuvo, tačiau esminiai skirtumai rasti palyginus su arimo technologija abiejuose sluoksniuose. Humuso kiekis išliko panašus atitinkamai: $1,88\%$ ir $1,83\%$.

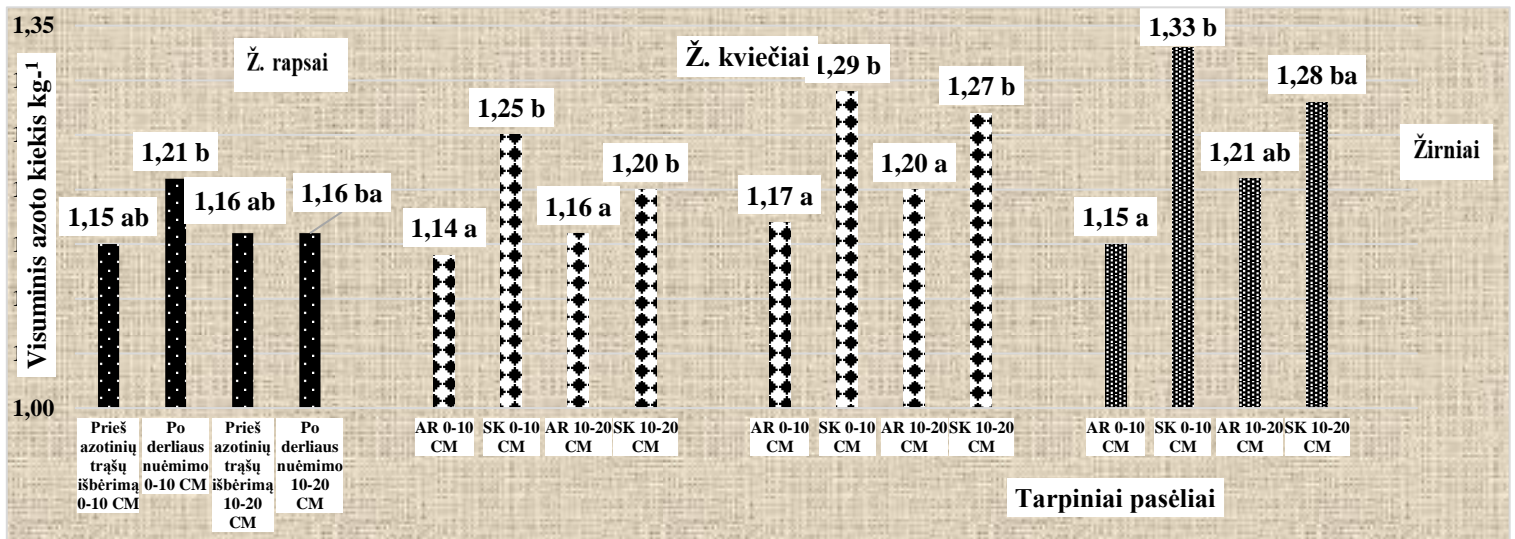
Atlikus skirtingus žemės dirbimus ir pasėjus tarpinius pasėlius jie buvo išlaikyti per žiemą ir anksti pavasarį atlikti skirtingi dirbimai žaliajai trąšai įterpti. Humuso kiekis padidėjo abiejuose sluoksniuose 0–10 cm. $2,22\%$, o 10–20 cm. $2,14\%$. Esminiai skirtumai nustatyti skirtingas dirbimo technologijas palyginus tarpusavyje ir palyginus jų sluoksnius. Arimo 10–20 cm. sluoksnyje pastebėtas humuso kiekio sumažėjimas iki $1,74\%$.

Ž. rapsų pasėlyje po derliaus nuėmimo didžiausias visuminio azoto kiekis rastas 0–10 cm sluoksnyje $1,21 \text{ g/kg}^{-1}$ ir esmingai skyrėsi palyginus tarp visų variantų. Prieš azotines trąšas išberiant abiejuose sluoksniuose ir po derliaus nuėmimo 10–20 cm sluoksnyje rasti labai panašūs visuminio azoto kiekiai ir jie esmingai nesiskyrė.

Po skirtingo žemės dirbimo taikant sėjomainą, ž. kviečių pasėlyje visuminio azoto kiekis padidėjo neženkiai, tačiau esmingai skyrėsi palyginus su arimo taikyta technologija abiejuose sluoksniuose.

Po derliaus nuėmimo visuminis azotas padidėjo tik pritaikius minimalaus žemės dirbimo technologiją iki $1,29 \text{ g/kg}^{-1}$ ir $1,27 \text{ g/kg}^{-1}$. Taikant arimo technologiją visuminio azoto kiekis išliko panašus, t. y. 0–10 cm sluoksnyje $1,17 \text{ g/kg}^{-1}$, o 10–20 cm palyginus dirbimo technologijas ir dirvožemio sluoksnius skyrėsi esmingai.

Po minimalaus žemės dirbimo visuminio azoto kiekis 0–10 cm. sluoksnyje padidėjo iki $1,29 \text{ g/kg}^{-1}$, o 10–20 cm sluoksnyje – iki $1,27 \text{ g/kg}^{-1}$. Esminiai skirtumai nustatyti palyginus žemės dirbimo technologijas ir dirvožemio sluoksnius bei turėjo tendenciją didėti taikant minimalų žemės dirbimą.



Pastaba: A ir B veiksnių variantų vidurkiai, pažymėti ne ta pačia raide (a, b), yra esminiai, $P < 0,05$. **Veiksnys A** – žemės dirbimas: 1. ariminė (AR); 2. sekclusis žemės dirbimas (SK). **Veiksnys B** – dirvos sluoksniai: 1. 0–10 cm dirvos sluoksnis (B1); 2. 10–20 cm dirvos sluoksnis (B2).

4 pav. Visuminio azoto kiekio nustatymas taikant sėjomainą ir skirtingą žemės dirbimą bei įtraukus tarpinius pasėlius
 Fig. 4. Determination of total nitrogen applying crop rotation, different tillage methods and intermediate crops

Tarpinių pasėlių skutimas ir minimalus žemės dirbimas buvo naudingiausias, nes visuminio azoto kiekis padidėjo iki $1,33 \text{ g/kg}^{-1}$ 0–10 cm sluoksnyje, o 10–20 cm – iki $1,28 \text{ g/kg}^{-1}$. Taikant arimo technologiją visuminio azoto kiekis išliko panašus arba net sumažėjo iki $1,15 \text{ g/kg}^{-1}$ ir tarp variantų esmingai skyrėsi. 0–10 cm arimo technologijos sluoksnį $1,14 \text{ g/kg}^{-1}$ palyginus su minimaliu žemės dirbimu $1,25 \text{ g/kg}^{-1}$ skyrėsi esmingai.

Išvados

1. Taikant minimalaus žemės dirbimo technologiją ir palyginus su arimo technologija, dauguma variantų vidurkių skyrėsi esmingai. Skirtingų dirbimo technologijų humuso kiekis skyrėsi nuo 1,90 % iki 2,32 % ir 1,92 % iki 2,22 %; padidėjo pritaikius minimalų žemės dirbimą.
2. Į sėjomainą įtraukus tarpinius pasėlius humuso kiekis % padidėjo iki 2,37 %, o visuminio azoto – nuo $1,15 \text{ g/kg}^{-1}$ iki $1,47 \text{ g/kg}^{-1}$.
3. Didžiausias visuminio azoto kiekis $1,34 \text{ g/kg}^{-1}$ nustatytas po tarpinių pasėlių įterpimo į dirvą ir atlikus minimalų žemės dirbimą, – skyrėsi esmingai, palyginus su arimo technologijos dirbimu (visuminio azoto kiekis $1,14 \text{ g/kg}^{-1}$).
4. Pritaikius minimalių žemės dirbimą ir įtraukus tarpinius pasėlius tendencingai didėjo humuso ir visuminio azoto kiekiai.

Literatūra

1. Bakasėnas, A. 2008. Tausojamasis žemės dirbimas: technologijos ir technikos pažanga. LŽŪU Žemės ūkio inžinerijos institutas. Raudondvaris: MILGA, 50 p.
2. Bogužas, V. 2014. Dirvožemio kokybė ir apsauga: metodinė medžiaga, Kaunas, 28–29 p.
3. Derpsch, R. 1999. Direktsaatfläche in Südamerika wächst. *Landwirtschaft ohne Pflug*, nr. 12, s. 13–15.
4. Europos Komisija. Europos žaliasis kursas 2020. Prieiga per internetą: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_lt (žiūrėta 2021-10-15).
5. Kahnt, G. 1995. *Minimal Bodenbearbeitung*. Stuttgart: Ulmer. 112 p.
6. Koller, K. 1993. *Erfolgreiche AckerbauohnePflug*. Frankfurt/ Main (DLGVerlag). 119 p.
7. Michel, V., Grand, A., Schlatholter, M. 2020. Žalioji trąša ir tarpiniai pasėliai: privalumai ir trūkumai. Koordinavimo ir paramos veiksnių programa Horizontas, Nr. 817696, [interaktyvus], Prieiga per internetą: <https://www.best4soil.eu/assets/factsheets/lt/10.pdf>
8. Mikučionienė, R.; Živatkauskienė, I., 2018. *Agrarinė aplinkosauga: metodinė priemonė*. Kaunas, 17–75 p.
9. Nath, C. P., Kumar, N., Das, K., Hazra, K. K., Praharaj, C. S., Singh, N. P. 2021. Impact of variable tillage based residue management and legume based cropping for seven years on enzymes activity, soil quality index and crop productivity in rice ecology. *Environmental and Sustainability Indicators*. Vol. 10(24), P. 1–11.
10. Rilye, H, Ekeberg, E., Borresten, T. 1998. Long term field experiments with reduced tillage in Norway. II *Soil tillage and biology proceedings of NJF seminar* No.286. – Norway, P. 15–25.P
11. Šiaudinis, G., 2009/06. Azotas ir siera didina vasarinių rapsų derlių. *Mano ūkis, žurnalas* [interaktyvus], [žiūrėta 2019-03-17]. Prieiga per internetą: <http://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2009/06/azotas-ir-siera-didina>

[vasarinis-apsu-derliu/?fbclid=IwAR1yg0oEMfuY9IWHcyM4yUO6rozyBxadlzCFNIJ1Rz0ABZUmiKqTX1je0Ag](https://www.vasarinis-apsu-derliu/?fbclid=IwAR1yg0oEMfuY9IWHcyM4yUO6rozyBxadlzCFNIJ1Rz0ABZUmiKqTX1je0Ag).

12. Šlepetienė, A., Šlepetys, J., Liaudanskienė, I., Amalevičiūtė, K. 2014/07. Iš ko susideda humusas? *Mano ūkis, žurnalas* [interaktyvus], [žiūrėta 2019-03-10]. Prieiga per internetą: <http://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2014/07/is-ko-susidaro-humusas/>.

OPTIMIZATION OF SOIL AGROCHEMICAL INDICATORS UNDER THE CONDITIONS OF INTENSIVE FARMING

Summary

The research was conducted in 2020–2022 in L. Macijauskas farm, Plokščiai, Šakiai district. The soil of the experiment was deep gleysol carbonaceous illimerised (Bathihypergleyi–Calc(ar)ic Luvisol) and carbonaceous stagnant illimerised (Calcari–Hypostagnic Luvisol) soil. The object of the research was soil agrochemical indicators. The aim of the research was to evaluate soil agrochemical indicators after increasing the number of members in crop rotation and applying catch crops and to identify soil agrochemical indicators after using different tillage methods. Soil agrochemical indicators were established by employing the following methods: soil pH – potentiometric method, humus and organic carbon – I. Tiurin method, total nitrogen – Kjeldahl method, mobile phosphorus and potassium – CAL method,. The results of the study showed that in most cases the minimum soil tillage technology compared with ploughing tillage technology had significant differences. After using the minimum soil tillage method, humus content was higher in both fields and had significant differences. The biggest content of total nitrogen 1,34 g/kg⁻¹ was found after using catch crop and minimum soil tillage technology. After using minimum soil tillage technology and catch crops, it was noticed that the content of humus and total nitrogen had a tendency to increase

Keywords: soil agrochemical indicators, humus, total nitrogen.