LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRAS

TVIRTINU: ……

Direktorius
Gintaras Brazauskas
2022 m. lapkričio mėn. 8 d.

ŽEMĖS ŪKIO, MAISTO ŪKIO IR ŽUVININKYSTĖS 2015 – 2020 METŲ MOKSLINIŲ TYRIMŲ IR TAIKOMOSIOS VEIKLOS PROJEKTO

SKIRTINGŲ ŽEMDIRBYSTĖS TECHNOLOGIJŲ EFEKTYVUMO IR PERSPEKTYVUMO ĮVERTINIMAS EKONOMINIU, ENERGETINIU IR APLINKOSAUGINIU POŽIŪRIU

BAIGIAMOJI ATASKAITA

Tyrimo vadovas
Dr. Dalia Feizienė

LAMMC, Akademija
2022

MTTV projekto

“Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo įvertinimas ekonominiu, energetiniu ir aplinkosauginiu požiūriu”

vykdytojai

Eilės Nr.	Vardas, pavardė	Institucija, pareigos
1.	Dr. Dalia Feizienė	LAMMC Žemdirbystės instituto Augalų mitybos ir agroekologijos skyriaus vedėja, vyriausioji mokslo darbuotoja
2.	Dr. Vita Tilvikienė	LAMMC direktoriaus pavaduotoja mokslui. Žemdirbystės instituto Agrobiologijos laboratorijos vyriausioji mokslo darbuotoja
3.	Dr. Virginijus Feiza	LAMMC Žemdirbystės instituto Dirvožemio ir augalininkystės skyriaus vedėjas, vyriausiasis mokslo darbuotojas
4.	Dr. Mykola Kochiieru	LAMMC Žemdirbystės instituto Dirvožemio ir augalininkystės skyriaus mokslo darbuotojas
5.	Dr. Arvydas Galinis	LEI Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos vadovas, vyriausiasis mokslo darbuotojas
6.	Dr. Vidas Lekavičius	LEI Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos vyresnysis mokslo darbuotojas
7	Mindaugas Česnavičius	LEI Energetikos kompleksinių tyrimų laboratorijos jaunesnysis mokslo darbuotojas
8.	Dr. Vaclovas Bogužas	VDU ŽŪA, Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto profesorius ir direktorius
9.	Dr. Lina Skinulienė	VDU ŽŪA, Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto jaunesnioji mokslo darbuotoja

TURINYS

		Psl.
	Projekto vykdytojai……	2
	Turinys……	3
	Santrauka……	4
	Įvadas……..	5
1.	TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA…….	9
1.1.	Ilgamečių žemės dirbimo-tręšimo eksperimentų tyrimo metodika LAMMC (Dotnuva)……..	11
1.2.	Aplinkosauginio žemės ūkio technologijų vertinimo metodika…….	15
1.3.	Ekonominio žemės ūkio technologijų vertinimo metodika (kaštų vertinimas)……..	15
1.4.	Organinių trąšų potencialo vertinimo metodikos……...	16
1.5.	Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų vykdymo metodika (Kaunas, VDU ŽŪA)……..	17
1.6.	Meteorologinės sąlygos Dotnuvoje 1999-2022 metais……..	19
	I-oji TARPINĖ ATASKAITA 2020 m……..	29
	II-oji TARPINĖ ATASKAITA 2021 m……	84
	2022 M. BAIGIAMOJI ATASKAITA……...	134
2.	REZULTATAI……...	134
2.1.	Ilgalaikio (1999-2022 m.) žemės ūkio technologijų taikymo įtaka skirtingos granuliometrinės sudėties dirvožemių savybėms……..	134
2.1.1.	Vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio agrocheminės savybės…….	134
2.1.2.	Vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio fizikinės savybės…….	142
2.1.3.	Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka dirvožemio CO2 emisijai……	146
2.1.4.	Žemdirbystės technologijų įtaka augalų derlingumui ilgalaikiame eksperimente…….	148
3.	Organinių trąšų (biosubstratų) efektyvumas……..	157
4.	Skirtingo intensyvumo ilgamčių žemdirbystės technologijų aplinkosauginis, energetinis ir ekonominis vertinimas……...	158
4.1.	Vidutiniai sėjomainos augalų derlingumai…….	158
4.2.	ŠESD emisijų vertinimas ilgamčiuose žemdirbystės technologijų bandymuose……...	159
4.3.	Kaštų vertinimas ilgamčiuose žemdirbystės technologijų bandymuose……	163
4.4.	Bendras emisijų ir kaštų palyginimas ilgamčiuose žemdirbystės technologijų bandymuose…	166
5.	Tręšimo oganinėmis trąšomis aplinkosauginis, energetinis ir ekonominis vertinimas……..	167
5.1.	Vidutiniai sėjomainos rotacijos augalų derlingumai……..	167
5.2.	ŠESD emisijų vertinimas tręšimo oganinėmis trąšomis bandyme……	167
5.3.	Kaštų vertinimas tręšimo oganinėmis trąšomis bandyme……..	169
5.4.	Bendras emisijų ir kaštų palyginimas tręšimo oganinėmis trąšomis bandyme……..	171
	IŠVADOS……..	172
	Naudotos literatūros sąrašas……...	175
	REZULTATŲ SKLAIDA…….	179
	PRIEDAI……	180

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo įvertinimas ekonominiu, energetiniu ir aplinkosauginiu požiūriu

Santrauka

Siekiant didinti gamybos konkurencingumą, žemės ūkyje kuriamos ir propaguojamos įvairios žemdirbystės technologijos, tačiau pastaraisiais metais vis didesnis dėmesys yra skiriamas ir aplinkosauginių problemų sprendinių paieškai. Visgi, įvairiose šalyse atliktų tyrimų rezultatai ganėtinai prieštaringi. Iki šiol nėra vieningos nuomonės apie žemdirbystės sistemų, dirvožemių tipo ir meteorologinių sąlygų įtakos ŠESD srautų intensyvumui pobūdžiui, ypač taikant neariminio žemės dirbimo technologiją vidutinio klimato zonos dirvose.

Tikslas - įvertinti skirtingų sėjomainų ir žemdirbystės technologijų ekonominę, agroaplinkosauginę ir energetinę naudą bei rentabilumą, skirtinguose dirvožemiuose ir kintančio klimato sąlygomis, kartu užtikrinant ŠESD emisijų mažinimą. Projektą remia LR Žemės ūkio ministerija (Nr. MT-20-7).

Nustatytas skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumas ekonominiu požiūriu. Skirtingos granuliometrinės sudėties dirvožemiuose didžiausius absoliučius ir santykinius kaštus lėmė intensyvi ariminė agrotechnologija, tačiau tiek vidutinio sunkumo priemolyje, tiek ir smėlingame lengvame priemolyje didžiausias suminis kultūrų derlius gaunamas taikant intensyvią ariminę technolgiją, o mažiausias – taikant tausojamąją neariminę technologiją. Visų tipų (kiaulių, vištų, karvių mėšlo) biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas esmingai didino miežių grūdų derlingumą, o iš kiaulių ir vištų mėšlo pagaminto biosubstrato naudojimas augalų tręšimui savo įtaka grūdų produktyvumui prilygo sintetinėms azoto trąšoms.

Nustatytas skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumas energetiniu požiūriu. Mažiausios kuro sąnaudos vienai tonai derliaus išauginti nustatytos taikant tausojamąją neariminę technologiją, o didžiausios – taikant intensyvią ariminę technologiją. Tausojamosios ariminės ir neariminės žemės ūkio technologijos vidutinio sunkumo priemolyje leidžia sumažinti mineralinių trąšų normas vidutiniškai 49%, o smėlingame lengvame priemolyje 44%, palyginus su intensyviomis žemės ūkio technologijomis.

Nustatytas skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumas aplinkosauginiu požiūriu. ŠESD emisijos labiausiai priklausė nuo meteorologinių sąlygų, dirvožemio granuliometrinės sudėties, žemės dirbimo. Intensyvi ariminė agrotechnologija lėmė didžiausias absoliučias sumines ŠESD emisijas (CO_2 ekv.) bei santykines emisijas (tenkančios vienam derliaus vienetui), o mažiausios ŠESD emisijos buvo tausojamojoje neariminėje sistemoje. Tiek mineralinės trąšos, tiek ir organinės trąšos absoliučias ir santykines ŠESD emisijas (CO_2 ekv.) padidino 2,40-2,46 karto, palyginus su netręštais javais. Esminių skirtumų trap tręšimo variantų nebuvo nustatyta.

Nustatytas skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumas dirvosauginiu požiūriu. Agrocheminių ir fizikinių savybių pokyčių kryptis ir mastas priklauso nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties. Ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas lemia augalų mitybos elementų ir organinės anglies stratifikaciją – jie koncentruojasi armens viršutiniame 0-10 cm sluoksnyje. Tik sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiuose neariminio žemės dirbimo pranašumas prieš ariminį dirbimą, didinant C-org sankaupas, yra ryškus, ir tik viršutiniame dirvos sluoksnyje.

Įvadas

Lietuvai esant Europos Sąjungoje žemdirbiams svarbu vystyti modernų, konkurencingą ūkį. Vienas iš veiksnių, užtikrinančių tokio ūkio vystymą – produkcijos savikainos mažinimas, taupant energetines ir laiko sąnaudas. Tradicinės ir alternatyvios žemdirbystės sistemos (tausojantis žemės dirbimas, tausojantis tręšimas, augalinių liekanų pašalinimas iš lauko ar jų įterpimas ir t.t.) turi remtis ne tik dirvožemio našumo didinimu bei ir jo saugojimu, gamybos sąnaudų mažinimu bei auginamos produkcijos aukšta kokybe ir pelningumu. Vienok, agro-ekologinis potencialas glaudžiai siejasi ne tik su taikomomis technologijomis, bet ir su paties dirvožemio prigimtinėmis savybėmis, agroklimatinėmis sąlygomis, bei su jau esančiu susiformavusiu jo sukultūrinimo pobūdžiu ir laipsniu. Visa tai neatsiejama nuo dirvožemio ir jo savybių fundamentalaus ir gilaus pažinimo.

Tyrimų būklė pasaulyje. Išsivysčiusiose šalyse vyravęs intensyvus išteklių naudojimas keičiamas į jų tausojimo politiką. Šiam tarptautinio lygio uždaviniui spręsti, 2014 m. inicijuota ES programa "Promoting synergies and reducing trade-offs between food supply, biodiversity and ecosystem services". Joje akcentuojamas dirvožemių (ne tik jų viršutinio sluoksnio) našumo, jų bioįvairovės nykimas, todėl agroekosistemų potencialo mažėjimo stabdymui ir tvarumo palaikymui skiriamas ypatingai didelis dėmesys. Vakarų Europos mokslinėse studijose teigiama, kad teisingiausia yra vertinti dirvožemio savybes (agrofizikines, agrochemines, biologines) integraliai, t.y. neatsiejant jas vieną nuo kitos. Taip pat pabrėžiama, kad skirtingose agroklimatinėse zonose dirvožemio funkcionavimas esti nevienodas ir jo valdymui būtina parinkti gerai apgalvotas priemones.

Globaliniu mastu, dvigubai daugiau C yra dirvožemyje nei atmosferoje (R. Lal, 2009; P. Smith et al., 2008; Stockmann et al., 2013; Kravchenko et al., 2017; Hobley et al., 2016). Klimato kaitos galimų padarinių prognozavimas ir studijavimas, dirvožemio sauga šiandien ir ateityje – vienos iš svarbiausių tyrimo sričių pasaulyje, tame tarpe ir Lietuvoje. FAO duomenimis, klimato kaita visoms šalims gali turėti dviejų rūšių padarinių: biofizikinį poveikį bei socio-ekonominį poveikį. Biofizikinis poveikis pasireikštų fiziologinio efekto pokyčiais atskiruose augaluose ir atskirose augalų rūšyse, skirtingose ekosistemose (ariamoje žemėje auginamų augalų sistemose, ganyklose, miškuose); galimi dirvožemio biogeocheminių ciklų, nuo kurių priklauso derlingumas, raidos pasikeitimai, t.y. kokybiniai ir kiekybiniai visos Žemės, dirvožemio ir vandens pokyčiai („Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: perspective, framework and priorities" FAO, 2007; Lal, 2011; Smith et al., 2008). Klimato kaitos padariniai augalams ir dirvožemiui tiriami įvairiose šalyse (Grace ir kt., 2006; Lal, 2011; Weiske, 2007; Montanarela et al., 2015).

Yra manoma, kad teisinga agrarinė veikla, visų pirma žemdirbystės sistemos, gali gerinti anglies apykaitą tarp dirvožemio ir atmosferos, didinant C sekvestraciją ir mažinant CO_2 emisiją į atmosferą (Lal, 2009, 2011; Smith, 2008 ir kt.). JAV, Brazilijoje, Australijoje, ES šalyse atliktų tyrimų rezultatai ganėtinai prieštaringi, tačiau niekur neabejojama agrarinės veiklos įtaka CO_2, N_2O, CH_4 dujų emisijoms, dirvožemio ir aplinkos kokybei (Lal, 2009, 2011; Kuzyakov ir kt., 2002, 2008, 2009; 2014, 2015; Li et al., 2013, 2016; Schulz et al., 2016 ir t.t.). Antropogeninių veiksnių įtaka ŠESD srautams plačiai tiriama JAV, Vokietijoje, D. Britanijoje (Reicosky 2007; Reichstein 2007, 2010, 2013, 2014; Prior 2004; Franzluebbers 2007, 2009, 2013). Ypatingas dėmesys kreipiamas į dirvožemio C sekvestraciją (Smith 2008; Sainju 2014; Omonode 2007; La Scala 2008; Kurganova, 2009). Lietuvoje ŠESD emisijos tirtos LAMMC ŽI (Feiziene et al., 2011, 2015, 2018; Feiza ir kt., 2010, VDU ŽŪA (Baležentienė ir kt. 2010, Šarauskis et al., 2018). Atskirų veiksnių (žemės dirbimo, arba tręšimo, arba drėkinimo ir pan.) įtaka CO_2 emisijai plačiai tiriama JAV, Vokietijoje, D. Britanijoje (D. Reicosky, 2005, 2007; Rastogy, 2002; Reichstein et al., 2005, 2007; Prior et al., 2004; Franzluebbers et al., 1995, 2009, 2013; ir t.t.). Yra ir gilių studijų su pasiūlymais, kaip valdyti žemės ūkį, vienok šios paminėtosios mokslinės studijos aprėpia ir gyvulininkystę, ir augalininkystę, ir landšafto tvarkymą kartu, dažniausiai analizuoja visų pagrindinių (CH_4, N_2O, CO_2) šiltnamio efektą sukeliančių dujų reikšmę. Užsienio šalyse tyrėjai ypatingą dėmesį atkreipia į dirvožemio C

sekvestraciją, nurodo konkrečių priemonių svarbą CO_2 apykaitai tarp dirvožemio ir atmosferos (Smith, 2004, 2008; Sainju, 2006, 2007, 2008; Omonode et al., 2007; La Scala et al., 2006, 2008; Bauer et al., 2006; Kuzyakov, 2000, 2002; 2005, 2012; Lopes de Gorenju, Kurganova, Jarmolajev, 2009; ir kt.). Kartu pažymima, kad C dinamika agroekosistemose tyrinėta nepalyginamai mažiau nei natūraliose ekosistemose, t.y. miškuose, stepėse ir pan. (Verma et al., 2005; Freibauer et al., 2004; Smith, 2004, 2008; Zhang et al., 2015; ir kt.), tačiau pasigendama tyrimų iš vidutinio klimato zonos šalių, ypač agrariniame sektoriuje.

Agrarinė veikla gali keisti CO_2, N_2O, CH_4 dujų apykaitos pobūdį ir intensyvumą, augalų produktyvumą ir fotosintezės procesų aktyvumą, tad neabejojama teisingos žemės ūkio veiklos įtaka dirvožemio ir aplinkos kokybei (Lal, 2009; Smith, 2008; Blum, 2008; Rubio, 2007; Kuzyakov, 2009). Vienok, iki šiol nėra vieningos nuomonės apie žemdirbystės sistemų, dirvožemių tipo ir meteorologinių sąlygų įtaką ŠESD srautų intensyvumo pobūdžiui, ypač taikant nulinę žemės dirbimo technologiją Vidutinio klimato zonos dirvose. Mokslinėje spaudoje pateikiami duomenys esti labai prieštaringi: vieni teigia, kad agrarinės veiklos intensyvinimas didina ŠESD srautų intensyvumą (Reicosky et al., 2005; Al-Kaisi and Yin, 2005; Chatskikh et al., 2007, 2008), kiti yra įsitikinę, kad mažina (Al-Kaisi et al., 2008), treti laikosi nuomonės, kad skirtumų nėra (Elder and Lal, 2008).

Pasaulyje akcentuojama dirvožemių vandentalpos tyrimų svarba. Pirmieji tokie tyrimai Lietuvoje pradėti LAMMC ŽI, rudžemiuose. Prognozuojama, kad Lietuvoje didės kritulių kiekis, tačiau šlapymečiai kaitaliosis su sausromis. Temperatūrai augant sparčiau nei kritulių kiekiui, ženkliai kis gruntinių vandenų lygis (A. Bukantis). Tai įrodo ir paskutiniųjų metų meteorologinės sąlygos ir dirvožemių būklė. Kintantis klimatas, naujos žemdirbystės technologijos keičia (koreguoja) pagrindinio žemės ūkio gamybos objekto – dirvožemio – prigimtinį potencialą. Netinkamas ar (ir) nesavalaikis atskirų technologijų taikymas potencialiai didina dirvožemio hidrofizikinių savybių pažeidžiamumo riziką. Klimato kaitos poveikis dirvožemiams, žemės ūkio technologijoms dar nėra pakankamai aiškus, todėl reikalingi tęstiniai ir nauji specialūs tyrimai (A. Bukantis).

Augalų tręšimas – vienas pagrindinių veiksnių, siekiant užtikrinti ne tik žemės augalų produktyvumą, bet ir jų kokybę. Nors trąšų pramonė yra labai plačiai išvystyta, o žemės ūkio augalų auginimas daugeliu atvejų yra nebeįsivaizduojamas be cheminių preparatų naudojimo, vis didesnis dėmesys Europoje yra skiriamas aplinkosaugai ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų mažinimui, kas tiesiogiai siejamas su mineralinių trąšų naudojimu. EK investicijas į maisto tiekimo grandinę įvardijo kaip vieną ES prioritetų kovojant su pandemijos pasekmėmis, o tvaraus maisto strategija „Nuo lauko iki stalo“ kaip viena esminių Europos žaliojo kurso sudedamųjų dalių. Šioje strategijoje iškelti labai ambicingi siekiai, kuriems būtini nauji ir inovatyvūs sprendimai ir technologijos:

- iki 2030 m. 50 proc. sumažinti naudojamų cheminių pesticidų kiekį ir jų keliamą riziką;
- iki 2030 m. 50 proc. sumažinti naudojamų pavojingesnių pesticidų kiekį;
- ne mažiau kaip 50 proc. sumažinti maistinių medžiagų netekimą, kartu užtikrinant, kad nenukentėtų dirvožemio derlingumas;
- iki 2030 m. sumažinti naudojamų trąšų kiekį bent 20 proc.;
- iki 2030 m. 50 proc. sumažinti antimikrobinių medžiagų, naudojamų gyvulininkystėje ir akvakultūroje, pardavimo apimtį;
- siekti, kad iki 2030 m. 25 proc. visų ūkių sudarytų ekologiniai ūkiai[1].

Europos Komisijos užsibrėžti tikslai yra labai ambicingi ir tampa dideliu iššūkiu ir Lietuvos žemės ūkiui. Siekiant įvertinti galias žemės ūkio technologijas šiame moksliniame darbe bus pažvelgta esama situacija Lietuvoje, įvertinta organinių trąšų, o taip pat natūralių pesticidų potencialas ir naudojimo galimybės bei iššūkiai.

[1] https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/farm-fork_lt

Organinės trąšos yra suprantamos kaip organinės kilmės tręšiamieji produktai, kaip tai apibrėžiama LR Tręšiamųjų produktų įstatyme. Tręšiamasis produktas – cheminė medžiaga, cheminių medžiagų mišinys, mikroorganizmas arba bet kuri kita medžiaga, naudojama arba skirta naudoti ant augalų ar jų rizosferoje arba ant grybų ar jų mikosferoje, arba skirta rizosferai ar mikosferai sudaryti, viena ar sumaišyta su kita chemine medžiaga, siekiant teikti augalams ar grybams maisto medžiagų arba gerinti jų mitybos efektyvumą [96].

Organinių trąšų naudojimas žemės ūkyje kol kas vis dar turi nepagrįstai mažą susidomėjimą, todėl yra kuriamos įvairios skatinamosios priemonės, teikiamos rekomendacijos, kuriomis grindžiama, kad organinės trąšos ne tik prisideda prie žemės ūkio augalų produktyvumo didinimo, bet tuo pačiu ir gerina dirvožemio kokybę, o svarbiausia – skatina anglies kaupimąsi jame. Išanalizavę ūkininkų nuomonę dėl organinių trąšų naudojimo, mokslininkai nustatė, kad didžiausią teigiamą įtaką turi ūkininkų dalyvavimas įvairiuose kooperatyvuose ar asociacijose, kur susirenka ūkininkai, vykdomos konsultacijos, dalijamasi gerąja praktika. Tuo tarpu įvairios materialinės subsidijos turi tik neženklų teigiamą poveikį organinių trąšų naudojimo suaktyvinimui [92]. Nepaisant o, turime siekti, kad organinių trąšų naudojimas didėtų. Tam būtina aiškiai identifikuoti, kas yra organinės trąšos ir kokias savybes jos turi.

Organinės trąšos gaunamos iš biologinių arba gyvų medžiagų. Organinės trąšos gali būti skirstomos:

- Mėšlas, gautas iš gyvulių, tokių kaip kiaulės, karvės, vištos ir kt.
- Žalioji trąša, gaunama iš jaunų augalų, ypač iš įvairių rūšių pupinių augalų.
- Kompostas, gautas iš žemės ūkio atliekų, pavyzdžiui, šiaudų, kukurūzų stiebų.
- Bioanglis, gaunama anaerobiniu būdu deginant organines medžiagas.
- Anaerobinis raugas, gaunamas anaerobinėje aplinkoje mikroorganizams skaidant biomasę.
- Kita (įvairių organinių žaliavų produktai, skirti augalų produktyvumui didinti, kokybei gerinti bei dirvožemio kokybei gerinti).

Organinių tręšiamųjų produktų pasiūla Lietuvoje. Organinių tręšiamųjų produktų pasiūla Lietuvoje yra gana plati. Skirtingi gamintojai siūlo organinių tręšiamuosius produktus skirtus tiek sodininkams, tiek gėlininkams, tiek ūkininkams. Šiuo metu Lietuvoje yra registruota per 70 skirtingų trąšų ir dirvožemio gerinimo priemonių, tinkamų naudoti ekologinėje žemdirbystėje [85], kurios tinkamos ir intensyvaus bei tausojančio ūkininkavimo sistemose. Šioje ataskaitoje didžiausias dėmesys bus skiriamas didmeninei trąšų prekybai bei orientuotas į ūkininkų poreikius.

Anaerobinis raugas (Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas). Siekiant užtikrinti biodujų gamybos efektyvumą, labai svarbu įvertinti ir tinkamai pasirinkti biosubstrato panaudojimą. Viena iš galimybių optimaliai utilizuoti tokias atliekas yra jas naudoti daugiametėms žolėms tręšti. Vertinga skysta organinė trąša, turinti nuo 2 iki 4 proc. sausos medžiagos, kurią į dirvą, pievas, žieminius pasėlius galima įterpti srutovežiais su specialia laistymo-įterpimo įranga.

Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas teigiamai veikia dirvožemį ir augalų produktyvumą [33, 57, 72], tačiau pastebima, kad jame esančių maistmedžiagių nepakanka tinkamai augalų kokybei, ypač miglinių javų baltymų kiekiui užtikrinti. Todėl būtina ieškoti tokių auginimo technologijų arba organinių ar net organinių – mineralinių trąšų mišinių, kurie ne tik gerintų dirvožemį, bet ir užtikrintų pakankamą produkcijos kokybę, o tuo pačiu ir gerintų aplinkosauginius žemės ūkio aspektus – mažintų ŠESD emisiją.

Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas yra vertinga trąša, kuri didina humusinių medžiagų kiekį, gerina dirvožemio struktūrą ir turi didesnį NPK (azoto, fosforo, kalio) kiekį, negu galvijų srutos[86]. Šios organinės trąšos gaunamos anaerobinio skaidymo metu perdirbant organinę biomasę. Trąšų kokybė labai priklauso nuo žaliavų, kurios naudojamos biodujų gamybai. Šiuo metu plačiausiai naudojama yra įvairių rūšių mėšlas, kuris dažniausiai maišomas su kitomis organinėmis atliekomis – pieno pramonės atliekomis, žaliosiomis miestų atliekomis ar pan. Ne mažiau svarbi

žaliava yra nuotekų dumblas, tačiau būtina pažymėti, kad anaerobinio proceso metu yra efektyviai skaidoma anglis, o visi kiti elementai ir junginiai lieka biosubstrate, kad nuotekų dumblo perdirbimu atveju gali įtakoti didelius sunkiųjų metalų kiekius biomasėje, o tuo pačiu ir laukų užterštumą. Šių organinių trąšų gamintojai Lietuvoje yra visos veikiančios biodujų jėgainės, tačiau tik dalis jų trąšas komercializuoja ir parduoda ūkininkams. Kita dalis – naudoja savo ūkiuose arba tręšia aplinkui esančių ūkininkų laukus.

Kompostai. Kompostavimas – mikrobiologinis biocheminis fizikinis procesas, kurio metu dėl kompleksinio biologinių, biocheminių ir fizinių procesų, t. y. mikroorganizmų, dirvožemio organizmų ir jų išskiriamų fermentų poveikio kontroliuojamose aerobinėse sąlygose yra biologiškai skaidžios atliekos ir, išsiskiriant anglies dvideginiui, vandeniui ir šilumai, susidaro humusu praturtintas organinis produktas – kompostas [14]. Techninis kompostas – kompostas, gautas iš komunalinių biologiškai skaidžių atliekų, likusių po mišrių komunalinių atliekų mechaninio-biologinio apdorojimo [14].

Nuotekų dumblas. Nuotekų dumblas dažnai yra įvardijamas kaip viena iš potencialių organinių trąšų žemės ūkyje, tačiau platus tiek Lietuvoje, tiek užsienyje atliktų tyrimų spektras rodo, kad daugeliu atvejų nuotekų dumblas yra užterštas įvairiais teršalais. Tarp jų yra ne tik sunkieji metalai, bet ir policikliniai angliavandeniai bei kiti teršalai, kurie kenkia ne tik aplinkai, bet ir žmogaus sveikatai [9, 10]. Nors kai kurių mokslininkų teigimu nuotekų dumblas gali būti vienas iš potencialių organinės anglies šaltinių [100], Lietuvoje surinktų nuotekų dumblo pavyzdžiuose daugeliu atvejų sunkiųjų metalų koncentracija viršija leistinas normas net iki kelių kartų [58].

Projekto tyrimų tikslas

Siekiant didinti gamybos konkurencingumą, žemės ūkyje kuriamos ir propaguojamos įvairios žemdirbystės technologijos, tačiau pastaraisiais metais vis didesnis dėmesys yra skiriamas ir aplinkosauginių problemų sprendinių paieškai. Pasaulyje neabejojama agrarinės veiklos įtaka šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijoms, dirvožemio ir aplinkos kokybei. Manoma, kad teisinga agrarinė veikla, visų pirma žemdirbystės sistemos, gali gerinti anglies apykaitą tarp dirvožemio ir atmosferos, didinant anglies sekvestraciją ir mažinant ŠESD emisijas į atmosferą. Visgi, įvairiose šalyse atliktų tyrimų rezultatai ganėtinai prieštaringi. Iki šiol nėra vieningos nuomonės apie žemdirbystės sistemų, dirvožemių tipo ir meteorologinių sąlygų įtakos ŠESD srautų intensyvumui pobūdžiui, ypač taikant neariminio žemės dirbimo technologiją vidutinio klimato zonos dirvose. Vieni teigia, kad agrarinės veiklos intensyvinimas didina ŠESD srautų intensyvumą, kiti yra įsitikinę, kad mažina, treti laikosi nuomonės, kad skirtumų nėra. Todėl būtina įvertinti Lietuvoje taikomų technologijų ir agrarinės veiklos įtaką aplinkos kokybei, ekonominiams ir socialiniams rodikliams. Bus tiriama: žemdirbystės technologijų energetinės sąnaudos, ŠESD (CO_2, N_2O ir CH_4) emisijos, dirvožemio organinės anglies sankaupos, technologijų ekonominis rentabilumas.

Tikslas - įvertinti skirtingų sėjomainų ir žemdirbystės technologijų ekonominę, agroaplinkosauginę ir energetinę naudą bei rentabilumą, skirtinguose dirvožemiuose ir kintančio klimato sąlygomis, kartu užtikrinant ŠESD emisijų mažinimą.

Projekto uždaviniai:

1. Įvardinti išteklius tausojančias sėjomainas ir agrotechnologijas ir atlikti palyginamąjį jų įvertinimą su įprastinėmis (dirvožemio kokybės, ekonominio naudingumo, aplinkosauginės ir socialinės vertės atžvilgiu), analizuojant atliktų eksperimentų duomenis ne trumpesniame nei 10 m. laikotarpyje.
2. Nustatyti skirtingos granuliometrinės sudėties (vidutinio sunkumo priemolio, smėlingo lengvo priemolio ir išplautžemiuose) Vidurio Lietuvos rudžemiuose ir išplautžemiuose skirtingose ilgalaikėse technologijose auginamų sėjomainos augalų (grūdinių augalų, tarpinių augalų, kaupiamųjų, įsėlių ir kt.) tarpusavio poveikį ir naudą derliaus potencialui didinti bei jo kokybei gerinti (panaudojant augalų alelopatinius ryšius).

3. Nustatyti taikomų tausojančių išteklius technologijų energetines sąnaudas, aplinkosauginį poveikį ekonominiais rodikliais, įtaką ŠESD emisijoms ir C sankaupoms dirvožemyje, kaip klimato kaitos bei intensyvios žmogaus veiklos pasekmes atspindintiems rodikliams ir vykdant sliekų gausumo dirvožemyje, kaip bioindikacinio ir ekologinio rodiklio, monitoringą.
4. Parengti skirtingų, tausojančių išteklius technologijų taikymo perspektyvinius modelius skirtingos granuliometrinės sudėties ir našumo dirvožemiuose įvardinant konkrečius aplinkosauginio, socialinio ir ekonominio naudingumo kriterijus lyginant su įprastinėmis technologijomis.
5. Parengti praktikoje pritaikomas išvadas ir rekomendacijas taikant išteklius tausojančias technologijas dėl ŠESD mažinimo ir ŠESD apskaitos, derliaus kokybės gerinimo, pasitelkiant alelopatinius augalų ryšius, ir aplinkosauginės vertės įvertinimo ekonominiais rodikliais

1. TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA

Projekte dalyvauja trijų institucijų mokslininkai: Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Žemdirbystės instituto (LAMMC ŽI), Lietuvos energetikos instituto (LEI) bei Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA).

Tyrimų objektas – dirvožemis ir jo kokybė (rudžemis (*Endocalcary Epihypogleyic Cambisol)),* taikomos agrotechnologijos bei jų efektyvumas ekonominio naudingumo, aplinkosauginės ir socialinės vertės atžvilgiu.

Tyrimų uždaviniuose numatyti detalūs vertinimai (ilgalaikių skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės sėjomainos augalų (žieminių kviečių, vasarinio rapso, vasarinių kviečių, vasarinių miežių ir žirnių) auginimo technologijų bei tausojančių technologijų su naudojamomis organinėmis trąšomis ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas:

1. Apskaičiuoti ir palyginti ŠESD emisijas bei kaštus taikant skirtingas žemdirbystes technologijas,
2. Nustatyti žemdirbystės technologiją, kuri leidžia gauti santykinai didžiausią derlių su mažiausiomis ŠESD emisijomis ir kaštais.
3. Apskaičiuoti ir palyginti ŠESD emisijas bei kaštus taikant skirtingus tręšimo lygius.
4. Nusatyti tręšimo būdą, kuris leidžia gauti santykinai didžiausią derlių su mažiausiomis emisijomis ir kaštais.

Viso projekto įsipareigojimai nurodyti 1 lentelėje, o papildant pirmųjų ir antrųjų metų tarpines ataskaitas baigiamojoje ataskaitoje bus pateikiami arba/ir detalizuojami šie duomenys:

1. Ilgalaikių keturių skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės technologijų taikymo intensyvioje (grūdinių augalų) sėjomaonoje įtaka pagrindinėms dirvožemio agrocheminėms savybėms (pH, judrieji P ir K, N-sum, C-org);
2. Ilgalaikių keturių skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės augalų auginimo technologijų įtaka dirvožemio fizikinėms savybių (agregatų patvarumo, poringumo, vandens taupymo) pokyčiams per 1999-2022 metų tyrimų laikotarpį;
3. Ilgalaikių keturių skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės technologijų įtaka dirvožemio šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijoms (CO_2, N_2O ir CH_4 emisijos);
4. Ilgalaikių keturių skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės agro-technologijų taikymo prognozuojamam derliui gauti aplinkosauginis vertinimas;
5. Ilgalaikių keturių skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės agrotechnologijų taikymo prognozuojamam derliui gauti ekonominis vertinimas;
6. Sėjomainos augalų auginimo technologijų ilgamečio taikymo suminis vertinimas;
7. Organinių trąšų potencialo vertinimas. Tausojančių technologijų su naudojamomis organinėmis trąšomis ekonominis bei aplinkosauginis vertinimas.

1 lentelė. MTTV projekto vykdymo planas 2020-2022 m.

Eil. Nr.	MTTV projekto etapo pavadinimas	MTTV projekto etapo trumpas aprašas, numatomi atlikti darbai	Įvykdymo terminas	Vykdytojai (vardas, pavardė)
		2020 m.		
1.	Projekto vykdymo plano parengimas	Projekto vykdymo detalaus plano parengimas	Iki VII.1	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, A.Galinis, V.Lekavičius, V.Bogužas
2.	Detalių darbo metodikų ir planų parengimas	Projekto vykdymo metodikų parengimas, terminų nustatymas	Iki VII.1	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, A.Galinis, V.Lekavičius, V.Bogužas
3.	Ilgamečių eksperimentų vykdymas	Ilgamečių sėjomaininių ir skirtingų agrotechnologijų lauko eksperimentų vykdymas ir duomenų kaupimas	Iki X.1	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, V.Bogužas
4.	Projektui tyrimų duomenų rinkimas	Technologiniai ir kameraliniai darbai projekto uždavinių įgyvendinimui; perspektyvinių modelių duomenų vertinimui parinkimas; algoritmų kūrimas	Iki X.1	A.Galinis, V.Lekavičius, D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, V.Bogužas
5.	Duomenų sisteminimas ir vertinimas	Sukauptų tyrimo duomenų statistinis vertinimas. Preliminarūs duomenų aplinkosauginiai ir ekonominiai vertinimai	Iki XI.1	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, A.Galinis, V.Lekavičius, V.Bogužas
6.	Tarpinės ataskaitos parengimas	Parengti ir pristatyti ZŪM projekto tarpinę ataskaitą	Iki XI.10	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, A.Galinis, V.Lekavičius, V.Bogužas
		2021 m.		
1.	Ilgamečių eksperimentų vykdymas	Ilgamečių sėjomaininių ir skirtingų agrotechnologijų lauko eksperimentų vykdymas ir Projektui reikalingų duomenų kaupimas	Iki X.1	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, V.Bogužas, L. Skinulienė
2.	Projektui tyrimų duomenų rinkimas	Technologiniai ir kameraliniai darbai projekto uždavinių įgyvendinimui; perspektyvinių modelių duomenų vertinimui tobulinimas	Iki X.1	A.Galinis, V.Lekavičius, M. Česnavičius, D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, V.Bogužas
3.	Duomenų sisteminimas ir vertinimas	Sukauptų tyrimo duomenų statistinis vertinimas. Preliminarūs duomenų aplinkosauginiai, energetiniai ir ekonominiai vertinimai pritaikant kuriamus algoritmus	Iki XI.1	A.Galinis, V.Lekavičius, D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, V.Bogužas
4.	Tarpinės ataskaitos parengimas	Parengti ir pristatyti ZŪM projekto tarpinę ataskaitą	Iki XI.10	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, A.Galinis, V.Lekavičius, V.Bogužas
		2022 m.		
1.	Ilgamečių eksperimentų vykdymas	Ilgamečių sėjomaininių ir skirtingų agrotechnologijų lauko eksperimentų vykdymas ir Projektui reikalingų duomenų kaupimas	Iki X.1	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, A.Galinis, V.Lekavičius, V.Bogužas
2.	Projektui tyrimų duomenų rinkimas	Technologiniai ir kameraliniai darbai projekto uždavinių rezultatų sukaupimui; perspektyvinių modelių duomenų vertinimui taikymas	Iki X.1	A.Galinis, V.Lekavičius, D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, V.Bogužas
3.	Duomenų sisteminimas ir vertinimas	Duomenų aplinkosauginiai, energetiniai ir ekonominiai vertinimai pritaikant perspektyvinius modelius	Iki XI.1	A.Galinis, V.Lekavičius, D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, V.Bogužas
4.	Baigiamosios ataskaitos parengimas	Parengti ir pristatyti ZŪM projekto baigiamąją ataskaitą, pateikiant agroaplinkosauginės - socialinės vertės įvertinimą, išreikštą ekonominiais rodikliais.	Iki XI.10	D.Feizienė, V. Tilvikienė, V.Feiza, M.Kochiieru, A.Galinis, V.Lekavičius, V.Bogužas

Vertinamos technologijos:

Ilgamečiai (1999-2022 m.) žemės dirbimo-tręšimo bandymai:

1. Intensyvi ariminė (CT-3) – ariminis žemės dirbimas, tręšimas pagal maksimalų planuojamą derlių, pilnas augalų apsaugos produktų naudojimas;
2. Intensyvi neariminė (NT-3) - seklus dirvos sėklos guolio purenimas sėjos metu, tręšimas pagal maksimalų planuojamą derlių, pilnas augalų apsaugos produktų naudojimas;
3. Įprastinė ariminė (CT-2) – ariminis žemės dirbimas, tręšimas pagal optimalų planuojamą derlių, augalų apsaugos produktų naudojimas pagal poreikį;
4. Įprastinė neariminė (NT-2) - seklus dirvos sėklos guolio purenimas sėjos metu, tręšimas pagal optimalų planuojamą derlių, augalų apsaugos produktų naudojimas pagal poreikį.

Organinių trąšų efektyvumo bandymai:

5. Įprastinė ariminė technologija, nenaudojant trąšų.
6. Įprastinė ariminė technologija, naudojant mineralines trąšas.
7. Įprastinė ariminė technologija, naudojant kiaulių mėšlo biosubstratą
8. Įprastinė ariminė technologija, naudojant paukščių mėšlo biosubstratą
9. Įprastinė ariminė technologija, naudojant galvijų mėšlo biosubstratą

Tyrimai atliekami ilgamečiuose tiksliuosiuose lauko bandymuose. Energetinį ir aplinkosauginį rezultatų vertinimą atlieka LEI. Tyrimų vietos pasirinktos taip, jog atspindėtų pagrindines Lietuvos agroekosistemas moreninių žemumų bei jose vyraujančią rudžemių tipologinę grupę.

1.1. Ilgamečių žemės dirbimo-tręšimo eksperimentų tyrimo metodika LAMMC (Dotnuva).

Tyrimų teritorija apima Vidurio Lietuvos molingosios žemumos centrinę dalį, susiformavusią viršutinio pleistoceno apledėjimo, Nemuno ledynmečio Baltijos stadijos Vidurio Lietuvos fazės metu. Jai būdingas karbonatingas (karbonatai išplauti į vidutinį 60-80cm gylį) gana vienalytis sluoksniuotas moreninis priemolis. Tarpsluoksniuose pasitaiko smėlingesni jo sluoksniai besikaitaliojantys su fliuvioglacialinio žvirgždo ir smėlio tarpsluoksniais. Šiai agroekosistemai būdinga stambiasklypė intensyvaus ūkinio naudojimo žemdirbystė. Vyraujantys dirvožemiai priskiriami (pagal LTDK-99) išplautžemiams ir rudžemiams. Žemės ūkio naudmenų vyraujančiais dirvožemiais įvardijami rudžemiai, susiformavę dėl teritorijos agrogenizacijos.

Tyrimų schema

Ilgalaikių lauko eksperimentų tyrimo vieta: Tyrimai yra atliekami dviejuose ilgamečiuose lauko bandymuose, įrengtuose LAMMC Žemdirbystės institute (Dotnuva) 1999 m. Dirvožemis – giliau karbonatingas, giliau glėjiškas rudžemis (*Endocalcary-Endohypogleyic Cambisols*), vidutinio sunkumo priemolis (I bandymas) ir smėlingas lengvas priemolis (II bandymas). Sėjomainos rotacija nuo 1999 m.: žieminiai kviečiai, vasarinis rapsas, vasariniai kviečiai, vasariniai miežiai, žirniai arba pupos. *Pastaba: 2017 m. vietoje žirnių augintos pupos, o 2019 m. į sėjomainą įtraukti vasariniai kvietrugiai*

Projekto ataskaitoje analizuojamos keturios projekto užduotyse nurodytos intensyvios ir įprastinės (tausojamosios) technologijos, taikomos intensyvioje sėjomainoje auginant ž. kviečius, v.rapsus, v.kviečius, v. miežius ir žirnius, jų įtaka dirvožemio cheminėms ir fizikinėms savybėms, ŠESD emisijoms, derliui, pateikiami aplinkosauginiai bei ekonominiai vertinimai.

1) Intensyvi ariminė technologija (CT-3) - tradicinis ariminis žemės dirbimas. Ruošiant dirvą ž. ū. augalų sėjai, sekliai (10-12 cm) skutama iš karto po priešsėlinio augalo derliaus nuėmimo. Sudygus piktžolėms ir pabiroms giliai (20-22 cm) suariama. Prieš javų sėją dirva purenama universaliuoju priešsėjinio žemės dirbimo agregatu (4-5 cm) 1-2 kartus. Sėjama ražienine sėjamąja. Mineralinių NPK trąšų normos nustatomos pagal dirvožemio savybes ir planuojamą maksimalų grūdų derlingumą (8,5 t/ha ž. kviečių, 4,0 t/ha v.rapso, 6,5 t/ha v.kviečių, 6,0 t/ha v. miežių ir 4,5 t/ha žirnių). Augalinės liekanos (šiaudai) susmulkinami, paskleidžiami lauke, įterpiami pagrindinio žemės dirbimo metu.

2) Intensyvi neariminė technologija (NT-3) – neariminis žemės dirbimas. Dirva po priešsėlinio augalo derliaus nuėmimo nedirbama. Sudygus piktžolėms ir pabiroms purškiama *glifosatu* (3 l/ha). Sėjama ražienine sėjamąja, turinčia seklų (sėklos guolio gyliu) žemės įdirbimo agregatą. Mineralinių NPK trąšų normos nustatomos pagal dirvožemio savybes ir planuojamą maksimalų derlingumą (8,5 t/ha ž. kviečių, 4,0 t/ha v.rapso, 6,5 t/ha v.kviečių, 6,0 t/ha v. miežių ir 4,5 t/ha žirnių). Augalinės liekanos (šiaudai) susmulkinami, paskleidžiami lauke, sekliai įterpiami sėjos metu.

3) Įprastinė ariminė technologija (CT-2) - tradicinis ariminis žemės dirbimas. Ruošiant dirvą ž. ū. augalų sėjai, sekliai (10-12 cm) skutama iš karto po priešsėlinio augalo derliaus nuėmimo. Sudygus piktžolėms ir pabiroms giliai (20-22 cm) suariama. Prieš sėją dirva purenama universaliuoju priešsėjinio žemės dirbimo agregatu (4-5 cm) 1-2 kartus. Sėjama ražienine sėjamąja. Mineralinių NPK trąšų normos nustatomos pagal dirvožemio savybes ir planuojamą vidutinį derlingumą (6,5 t/ha žieminių kviečių, 3,0 t/ha v.rapso, 5,0 t/ha v.kviečių, 4,5 t/ha vasarinių miežių ir 3,0 t/ha žirnių). Augalinės liekanos (šiaudai) susmulkinami, paskleidžiami lauke, įterpiami pagrindinio žemės dirbimo metu.

4) Įprastinė neariminė technologija (NT-2) – neariminis žemės dirbimas. Dirva po priešsėlinio augalo derliaus nuėmimo nedirbama. Sudygus piktžolėms ir pabiroms purškiama *glifosatu* (3 l/ha). Sėjama ražienine sėjamąja, turinčia seklų (sėklos guolio gyliu) žemės įdirbimo agregatą. Mineralinių NPK trąšų normos nustatomos pagal dirvožemio savybes ir planuojamą vidutinį derlingumą (6,5 t/ha žieminių kviečių, 3,0 t/ha v.rapso, 5,0 t/ha v.kviečių, 4,5 t/ha vasarinių miežių ir 3,0 t/ha žirnių). Augalinės liekanos (šiaudai) susmulkinami, paskleidžiami lauke, sekliai įterpiami sėjos metu.

Projekto baigiamojoje ataskaitoje vertinamos 1999-2022 metų tyrimo laikotarpio visų sėjomainos ratacijų žieminių kviečių, vasarinių rapsų, vasarinių kviečių, vasarinių miežių ir žirnių auginimo technologijos (CT-3, CT-2, NT-3 ir NT-2).

Žemės dirbimo ir augalų auginimo procese atliekama septyniolika skirtingų pagrindinių darbų žemiau pateikta vykdymo tvarka:

1. Dirvos skutimas;
2. Purškimas herbicidais;
3. Dirvos arimas;
4. Dirvos purenimas;
5. Rudeninis tręšimas;
6. Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas;
7. Sėja;
8. Purškimas herbicidais;
9. Pagrindinis N tręšimas pavasarį;
10. Fungicidų purškimas;
11. Augimo reguliatorių purškimas;
12. Insekticidų purškimas;
13. Fungicidų purškimas;
14. Papildomas tręšimas
15. Augimo reguliatorių purškimas
16. Papildomas tręšimas;
17. Derliaus nuėmimas.

Visi šie darbai atliekami atsižvelgiant į dirvožemio brandą (žemės dirbimas), meteorologines sąlygas, auginamus augalus ir trąšų (papildomi tręšimai) bei pesticidų poreikį (pagal ligų ir kenkėjų išplitimą).

Derliaus formavimui ir auginamų augalų produktyvumo užtikrinimui ir apsaugai naudojamos Lietuvos rinkoje registruotos priemonės:

1. Trąšos (PK trąšos - granuliuotas superfosfatas ir kalio chloridas, N trąšos - amonio salietra);
2. Herbicidai (glifosatas, Grodil, Trimer, MCPA Super, Lignum, Fenix, Basagran, Agil).
3. Fungicidai (Leander, Amistar XTRA, Signum, Bulldock).
4. Insekticidai (Proteus, Fastac 50EC, Imput, Kaiso).
5. Augimo reguliatriai (Cikocelis, Modus, Optima, Moxa).

Priklausomai nuo vykdomų darbų naudojami keturi skirtingi traktoriai:

Nr.	Modelis		Galia	Svoris	Gamybos šalis
1	Valtra T234A		175 kW	13500 kg	Švedija – Suomija
2	John Deere 6910		99 kW	5600 kg	JAV
3	Case IH Mexsun 125		93 kW	8700 kg	JAV
4	Case IH Formal 105A		78 kW	4500 kg	JAV

Priklausomai nuo vykdomų darbų naudojami šeši skirtingi padargai:

Nr.	Padargas	Modelis	Nuotrauka	Svoris	Gamybos šalis
1	Skutiklis	Carrier XL-425		5000 kg	Švedija
2	Purkštuvas	Caffini standart fox		790 kg	Italija
3	Plūgas	4 korp. vartomas ES -80/95		1240 kg	Norvegija
4	Kultivatorius	KLG-4		2000 kg	Lietuva
5	Tręšiamoji	Kverneland Exacta CL-EW		400 kg	Norvegija
6	Sėjamoji	Rapid 400C		5400 kg	Švedija
7	Srutovežis	Pomot T 516		5000 kg	

Derliui nuimti naudojamas kombainas:

Nr.	Modelis		Galia	Svoris	Gamybos šalis
1	Claas Tucan 320		140 kW	12100 kg	Jungtinė Karalystė

Detali atliekamų darbų informacija - technologijos pateikta Priedų 2-10 lentelėse.

MTTV projekte "Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo įvertinimas ekonominiu, energetiniu ir aplinkosauginiu požiūriu" buvo numatyta įvertinti tik atskirų sėjomainos rotacijos augalų auginimo skirtingose technologijose aplinkosauginius, energetinius ir ekonominius aspektus. Tačiau atlikę ilgalaikių lauko eksperimentų rezultatų kameralinius darbus projekto vykdytojai nusprendėme, kad tikslinga atlikti detalesnius viso ilgamečių lauko eksperimentų tyrimų laikotarpio rezultatų vertinimus. Todėl baigiamojoje ataskaitoje pateikiame ne vieno rotacijos augalo ir ne vienos rotacijos augalų auginimo skirtingose technologijose vertinimą, bet ilgamečių (1999-2022 metų) tyrimų rezultatus. Be to, atsižvelgdami į tai, kad technologijų efektyvumas priklauso ir nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties, aplinkosauginį, energetinį ir ekonominį vertinimą pateikiame technologijoms, taikomoms ir vidutinio sunkumo priemolyje, ir smėlingame lengvame priemolyje.

Dirvožemio analizės ir metodai

- ✓ Organinė anglis (C-org) arba humusas – Tiurino metodu. Atliekama 3-juose lauko eksperimentų pakartojimuose 0-10, 10-20 cm dirvožemio sluoksnių mėginiuose.
- ✓ pH_{KCL} – potenciometriškai. Atliekama 3-juose lauko eksperimentų pakartojimuose 0-10, 10-20 cm dirvožemio sluoksnių mėginiuose.
- ✓ Judrieji P_2O_5 ir K_2O – Egnerio-Rimo-Domingo (A-L) metodu. Atliekama 3-juose lauko eksperimentų pakartojimuose 0-10, 10-20 cm dirvožemio sluoksnių mėginiuose.
- ✓ N-suminis – Kjeldalio metodu. Atliekama 3-juose lauko eksperimentų pakartojimuose 0-10, 10-20 cm dirvožemio sluoksnių mėginiuose.
- ✓ Dirvožemio agregatų patvarumas – N. Savinovo metodu. 3-juose kiekvieno žemės dirbimo bei kontrastingiausiuose tręšimo variantų pakartojimuose, 0-10, 10-20 cm sluoksnių mėginiuose.
- ✓ Dirvožemio porų charakteristika ir vandens sorbcinės savybės - sand box" laboratoriniu metodu. Atliekama lauko eksperimentų 3-juose kiekvieno žemės dirbimo bei kontrastingiausiuose tręšimo variantų pakartojimuose 0-10, 10-20 cm sluoksnių mėginiuose. Mėginių ėmimo laikas – pavasarį, po sėjos (kai dirvožemio drėgmė yra artima lauko drėgmės imlumui). Paimami nesuardyto dirvožemio ėminiai 100 cm^3 plieno cilindrais, (ne mažiau kaip po 2 iš kiekvieno sluoksnio). Dirvožemio ėminiai iki analizių atlikimo laikomi šaldytuve +2°C temperatūroje.
- ✓ Dirvožemio 0-10 cm drėgmė – FDR metodu. Nustatoma tuo pačiu metu, kaip ir CO_2 emisija.
- ✓ NCER - IRGA metodu (LiSRS-1000 portable-system).
- ✓ CO_2 emisija - IRGA metodu (LI-8100A system)
- ✓ ŠESD emisijos (N_2O, CO_2 ir CH_4) bus nustatoma naudojantis nešiojamu uždaru gaubtu, surinktos dujos analizuojamos dujų chromatografu (Kanerva et al., 2006).
- ✓ Nustatomas grūdų derlingumas t ha^{-1} (javų standartinė drėgmė 14%, rapsų sėklų 9%).

Tyrimų duomenų statistinės analizės metodai

Duomenys apdorojami faktorinės dispersinės analizės metodu, naudojant kompiuterinę programą ANOVA iš programos paketo Statistica. Skirtumų esmingumas tarp visų variantų nustatomas LSD testu.

1.2. Aplinkosauginio žemės ūkio technologijų vertinimo metodika

Pagrindinės šiltnamio efektą sukeliančios dujos (ŠESD) yra CO_2, N_2O ir CH_4. Vertinant žemės ūkio technologijas, nagrinėjamos ŠESD emisijos, susidarančios deginant dyzelinį kurą traktoriuose ir kombainuose, bei N_2O emisijos, susidarančios dėl naudojamų mineralinių ar organinių trašų, augalinių liekanų dirvoje, mineralizacijos procesų, azoto išplovimo iš dirvožemio ir kitų netiesioginių procesų (žiūr. 2 lentelę). Rezultatai pateikiami CO_2 ekvivalentu.

2 lentelė. Skaičiavimuose vertinamos šiltnamio efektą sukeliančios dujos.

	CO_2	N_2O	CH_4
Kuro naudojimas	x	x	x
Tręšimas ir procesai dirvožemyje		x	

Nustatant sunaudojamą dyzelinio kuro kiekį vienam hektarui dirbamos žemės, taikomi Lietuvos agrarinės ekonomikos instituto 2018 metų „Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai“. Kuro sunaudojimas nustatytas atsižvelgiant į traktoriaus galią, naudojamų agregatų svorį ir tipą, remiantis vienu iš trijų žemiau išvardintų dokumentų:

1. „I dalis pagrindinio žemės dirbimo darbai 2018“ [49];
2. „II dalis pasėlių priežiūra ir šienapjūtės darbai 2018“ [50];
3. „III dalis derliaus nuėmimo darbai 2018“ [51].

Nustatytas sunaudojamas kuro kiekis perskaičiuojamas į CO_2 emisijų ekvivalentą remiantis 2006 metų IPCC transporto priemonių emisijų skaičiavimo metodika [3]. Skaičiuojant emisijas naudojami žemės ūkio technikai metodikoje nurodyti lyginamieji teršalų išmetimai.

Emisijos, susijusios su laukų tręšimu ir dirvožemyje vykstančiais procesais, skaičiuojamos pagal 2006 metų IPCC N_2O emisijų iš dirbamos žemės metodiką [4]. Dokumente pateikta metodika skaičiavimuose pritaikoma pagal LAMMC laukuose atliktų lauko eksperimentų duomenis, pašalinant narius, kurie nagrinėjamose žemės ūkio technologijose nėra naudojami. Emisijų skaičiavimas susideda iš penkių atskirai įvertinamų narių:

1. Tiesioginių N_2O emisijų iš naudojamų mineralinių trąšų;
2. Tiesioginių N_2O emisijų dėl mineralizacijos procesų dirbamoje žemėje;
3. Tiesioginių N_2O emisijų dėl azoto kiekio esančio pasėlių likučiuose;
4. Netiesioginių N_2O emisijų dėl azoto išplovimo iš dirbamų laukų;
5. Netiesioginių N_2O emisijų dėl naudojamų neorganinių trąšų.

Atliekant skaičiavimus iš metodikoje pateiktos informacijos parenkami duomenys, atitinkantys Lietuvos klimatines sąlygas ir eksperimento metais auginamą sėjomainos augalą. Visos susidarančios emisijos perskaičiuojamos į CO_2 ekvivalentą, siekiant palyginti jų poveikį aplinkai. CH_4 emisijos perskaičiuojamos taikant poveikio vertinimo koeficientą, kurio reikšmė 25, o N_2O emisijos perskaičiuojamos taikant koeficientą 298. Koeficientas rodo, kiek kartų atitinkamos dujos yra kenksmingesnės aplinkai palyginus su CO_2 dujomis.

1.3. Ekonominio žemės ūkio technologijų vertinimo metodika (kaštų vertinimas)

Ekonominis žemės dirbimo technologijų vertinimas apima:

A. Žemės dirbimo technikos kaštus;
B. Sėklų įsigijimo kaštus;
C. Trąšų įsigijimo kaštus;
D. Įvairių naudojamų purškiamųjų produktų kaštus.

Žemės dirbimo kaštai nustatomi pagal Lietuvos agrarinės ekonomikos instituto 2018 metų „Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainius“. Žemės dirbimo technikos kaštai savo ruožtu susideda iš keturių kaštų dedamųjų:

1. Technikos atnaujinimo kaštai;
2. Remontui ir techniniam aptarnavimui reikalingi kaštai;
3. Kuro ir tepalų kaštai;
4. Darbo užmokesčiui reikalingi kaštai.

Žemės dirbimo kaštai nustatomi atsižvelgiant į traktoriaus galią, naudojamų agregatų svorį ir tipą remiantis vienu iš trijų dokumentų:

1. „I dalis pagrindinio žemės dirbimo darbai 2018“ [49];
2. „II dalis pasėlių priežiūra ir šienapjūtės darbai 2018“ [50];
3. „III dalis derliaus nuėmimo darbai 2018“ [51].

Sėjomainos augalų sėklų kaina nustatoma pagal vidutinę supirkimo kainą. Trąšų ir pasėlių apsaugos priemonių ir augimo reguliatorių kainoms nustatyti naudojama reali projekte naudotų priemonių savikaina.

1.4. Organinių trąšų potencialo vertinimo metodikos

Organinių trąšų potencialo įvertinimui ir siekiant įvertinti mineralinių trąšų mažinimo galimybes žemės ūkyje Lietuvoje, Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centre yra vykdomi šiuo metu šalyje naudojamų (ar galimų naudoti) organinių trąšų tyrimus ir atliekami laboratoriniai/vegetaciniai bei lauko eksperimentai. Tyrimai atliekami pagal dvi metodikas:

***I eksperimentas*.** Eksperimentai atlikti LAMMC ŽI kontroliuojamos aplinkos fitokamerose. Tyrimui parinkti augalai – vasariniai kviečiai. Eksperimento metu kviečiai auginti 2,197 m^3 tūrio induose po 9 vienetus kiekviename vegetaciniame inde. Pasirinktas dviejų tipų dirvožemis: rudžemis bei smėlžemis ir dviejų tipų trąšos: mineralinės bei kiaulių mėšlo biosubstratas (digestatas, gautas biodujų gamybos reaktoriuje perdirbant kiaulių mėšlą). Pirmoje fitokameroje nebuvo papildomai paduodama CO_2, tačiau prietaisai fiksavo 960 ppm, todėl šis variantas buvo laikomas kontroliniu (natūralios sąlygos), o antroje kameroje buvo 2000 ppm CO_2 koncentracija. Fotoperiodas palaikomas 14 h esant 60/70% santykiniui oro drėgnumui bei palaikoma 24°C/15°C oro temperatūra dieną/naktį, augalai reguliariai laistomi. Eksperimentui paruošta 12 variantų po 4 pakartojimus:

A veiksnys – CO_2 koncentracija:
1. natūralios sąlygos
2. 2000 ppm CO_2

B veiksnys – augalų tręšimas
1. kontrolė – trąšos nenaudojamos
2. mineralinės azoto trąšos
3. biosubstratas

Augalų paskirstymas į skirtingas CO_2 koncentracijas pradėtas išdygus pirmiesiems daigams, o augalai patręšti pilnai išsiskleidus antrajai augalų lapų porai. Tokiose sąlygose kviečiai laikyti 30 dienų. Biometriniams rodikliams įvertinti po eksperimento išmatuotas kiekvieno varianto atsitiktinai parinktų penkių kviečių antžeminės dalies aukštis. Biomasės ir sausų medžiagų kiekis nustatytas išdžiovinus augalus 105°C temperatūroje iki nekintamos masės. Tam, kad vertinti lapų plotą, naudota programa „WINFOLIA“. Iš kiekvieno varianto pakartojimo parinkti 3 atsitiktiniai augalai, kurie buvo nuskanuoti skaitytuvu į kompiuterį ir naudojant programą buvo apskaičiuotas augalų lapų plotas.

***II eksperimentas*.** Lauko eksperimentas buvo atliktas LAMMC ŽI. Biosubstrato norma tręšimui buvo paskaičiuojama pagal bendrą azoto kiekį ir buvo 170 kg N ha^{-1}, tręšiant du kartus per vegetacijos sezoną 90 ir 80 kg N ha^{-1} norma. Mineralinių trąšų azoto norma buvo tokia pati ir išbarstoma augalams ta pačia tvarka.

II eksperimentas – organinių trąšų efektyvumo lauko bandymai

Trys skirtingi augalai auginti, taikant penkis skirtingus tręšimo būdus:

1. Augalų kultūros auginimas be trąšų.

2. Tręšimas mineralinėmis trąšomis.
3. Tręšimas kiaulių mėšlu.
4. Tręšimas vištų mėšlu.
5. Tręšimas karvių mėšlu.

Taikant aukščiau išvardintus tręšimo būdus augintos trys skirtingos augalų kultūros:

1. Vasariniai kviečiai.
2. Vasariniai kvietrugiai.
3. Vasariniai miežiai.

Detali atliekamų darbų informacija (technologijos) pateikta Priedų 11-13 lentelėse.

1.5. Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų vykdymo metodika (Kaunas, VDU ŽŪA)

Tyrimų teritorija apima Vidurio Lietuvos molingosios žemumos centrinę dalį susiformavusią viršutinio pleistoceno apledėjimo, Nemuno ledynmečio Baltijos stadijos Vidurio Lietuvos fazės metu. Jai būdingas karbonatingas (karbonatai išplauti į vidutinį 60 cm gylį) santykinai vienalytis moreninis priemolis apklotas limnoglacialiniu smėliu. Šiai agroekosistemai būdinga stambiasklypė intensyvaus ūkinio naudojimo žemdirbystė. Vyraujantys dirvožemiai (pagal LTDK-99) - išplautžemiai ir šlynžemiai. Žemės ūkio naudmenų vyraujančiais dirvožemiais įvardijami rudžemiai, susiformavę dėl teritorijos agrogenizacijos – iškirtus miškus ir pasikeitus dirvožemių hidrologiniam rėžimui. *Ilgalaikių lauko eksperimentų tyrimo vieta*. Ilgalaikiai stacionarūs lauko eksperimentai vykdomi nuo 1967 m. prof. A. Stancevičiaus iniciatyva Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademijos (VDU ŽŪA) Bandymų stotyje (54º53‘N + 23º50‘E). Eksperimento vietos dirvožemis susiformavęs dugninės morenos arba dugninių ledynų darinių, padengtų limnoglacialinėmis nuosėdomis, srityje. Pagal 1999 m. dirvožemių klasifikaciją (LTDK-99), suderintą su FAO UNESCO Pasaulio dirvožemių žemėlapio legenda (Lietuvos dirvožemiai, 2001), giliau karbonatingas sekliai glėjiškas rudžemis (RDg8-k2) – (*Endocalcari-Epihypogleyic Cambisol (sicco) (CMg-p-w-can*). Vandens režimas sureguliuotas uždaru drenažu, mikroreljefas išlygintas. Dirvožemio ariamasis sluoksnis – 25 cm storio. *Eksperimento variantai*. Sėjomainų schemos sudarytos taip, kad atspindėtų tam tikro laikmečio žemdirbystės sistemos elementus – pasėlių struktūrą ir dirvos derlingumo atstatymo būdą. Tyrimai vykdyti žieminių kviečių ‘Skagen’, žieminių rugių ‘Matador’ ir vasarinių miežių ‘Orphelija’ pasėliuose. Laukelių dydis – 182 m2, trys pakartojimai.

Pasėlių kaitymo tvarka:

Trilaukė sėjomaina:
1. Juodas pūdymas
2. Žieminiai rugiai
3. Avižos

Javų sėjomaina (nuo 1982 m.):
1. Vikių ir avižų mišinys žaliajam pašarui
2. Žieminiai kviečiai
3. Avižos
4. Miežiai

Intensyvi sėjomaina:
1. Daugiametės žolės I n. m.
2. Žieminiai rugiai → žieminiai rapsai žaliajai trąšai
3. Bulvės → žieminiai rugiai žaliajam pašarui
4. Kukurūzai
5. Miežiai → baltoji garstyčia žaliajai trąšai
6. Vikių ir avižų mišinys ž. p. + dobilų-motiejukų įsėlis

Lauko sėjomaina su kaupiamaisiais:
1. Juodasis pūdymas
2. Žieminiai kviečiai + dobilų-motiejukų įsėlis
3. Daugiametės žolės I n. m.
4. Daugiametės žolės II n. m.
5. Žieminiai rugiai

	6. Cukriniai runkeliai
	7. Miežiai
	8. Avižos
Pašarinė sėjomaina:	1. Miežiai + dobilų-motiejukų įsėlis
	2. Daugiametės žolės I n. m.
	3. Daugiametės žolės II n. m.
	4. Daugiametės žolės III n. m.
	5. Daugiametės žolės IV n. m.
	6. Linai
	7. Kukurūzai
	8. Pašariniai runkeliai
Priefermio sėjomaina:	1. Vikių-avižų mišinys žaliajam pašarui
	2. Bulvės
	3. Pašariniai runkeliai
	4. Kukurūzai
Norfolko sėjomaina:	1. Daugiametės žolės
	2. Žieminiai kviečiai
	3. Bulvės
	4. Miežiai + dobilų-motiejukų įsėlis
Sideracinė sėjomaina:	1. Lubinai žaliai trąšai
	2. Žieminiai rugiai
	3. Žieminiai rapsai žaliai trąšai (iki 1992 m. lubinai)
	4. Žieminiai rugiai
	5. Bulvės
	6. Miežiai
Rugių monopasėlis:	1. Rugiai
Nuolatinis pūdymas:	1. Juodas pūdymas

3 lentelė. Organinės medžiagos įnašas sėjomainose

Sėjomainos	Kultūriniai augalai	Įnešama organinė medžiaga, t ha^{-1}			
		Mėšlas	Šiaudai	Žalioji trąša	Daugiametės žolės
Intensyvi	Vasariniai miežiai		5,04	39,20	
	Žieminiai rugiai	55	3,54	19,80	17,80
Rugių monopasėlis	Žieminiai rugiai		3,89		
Trilaukė	Žieminiai rugiai		4,10		
Javų	Vasariniai miežiai		4,07		
	Žieminiai kviečiai	55	7,76		
Lauko su kaupiamaisiais agalais	Vasariniai miežiai		4,76		
	Žieminiai rugiai	55	3,57		25,80
	Žieminiai kvieči		7,13		
Pašarinė	Vasariniai miežiai		4,52		
Priefermio	Bulvės	55			
Norfolko	Vasariniai miežiai		3,38		
	Žieminiai kviečiai	55	6,38		32,00
Sideracine	Žieminiai rugiai		3,68	19,50	
	Vasariniai miežiai		4,35		

Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų agrotechnika

Žemės dirbimas eksperimente buvo atliktas pagal įprastas žieminių ir vasarinių javų auginimo technologijas. Nupjovus I žolę, sulėkščiuotos daugiametės žolės lauko su kaupiamaisiais, intensyvioje ir Norfolko sėjomainose. Rugpjūčio pradžioje sulėkščiuoti sideracinėje sėjomainoje

žieminiai rapsai žaliajai trąšai. Žieminiams javams patręšti galvijų mėšlu (55 t ha^{-1}) lauko su kaupiamaisiais, intensyvi, trilaukė ir Norfolko sėjomainų laukai. Organinės trąšos įterpiamos (3 lentelė) užariant 15–20 cm gyliu. Monopasėlyje gilus arimas atliekamas 10–15 dienų vėliau, nukūlus rugių derlių. Šiaudai paliekami ir įterpiami kaip organinė trąša (4 lentelė). Rugsėjo pradžioje kultivuota du kartus, prieš pirmą kultivavimą išbertos trąšos $N_8P_{20}K_{30.}$ Pasėti žieminiai rugiai 'Matador' 180 kg ha^{-1} ir žieminiai kviečiai 'Skagen' 200 kg ha^{-1}. Žieminiai kviečiai spalio pradžioje nupurkšti herbicidu „Logran" 20 WG 0,3 l ha^{-1} (veiklioji medžiaga (v. m.) triasulfuronas 200 g kg^{-1}). Prasidėjus žieminių javų pavasario vegetacijai laukeliai tręšti 200 kg ha^{-1} amonio salietra ir po 2 savaičių tręšta papildomai 250 kg ha^{-1}. Pasėliai nupurkšti augimo reguliatoriais „Cycocel" 750 SL1, 1,2 l ha^{-1} (v. m. chlormekvatchloridas 750 g l^{-1}) ir „Stabilan" 750 SL (v. m. chlormekvatchloridas 750 g l^{-1}). Žieminiai rugiai pavasarį purkšti herbicidu „Arelon flussig" 1,2 l ha^{-1} (v. m. izoproturonas 50 g l^{-1}) 2,0 l ha^{-1}, 1,0 l ha^{-1}, fungicidais INPUT 460 EC (v. m. protiokonazolas 160 g l^{-1}, spiroksaminas 300 g l^{-1}) 1,0 l ha^{-1} ir „Fandango" (v. m. protiokonazolas 100 g l^{-1}, fluoksastrobinas 100 g l^{-1}) 1,0 l ha^{-1}. Lauko su kaupiamaisiais sėjomainoje į žieminius kviečius kovo pabaigoje įsėjamas dobilų-motiejukų įsėlis, naudotas herbicidas „MCPA Super" 1,2 l ha^{-1} (v. m. MCPA 500 g l^{-1}).

Nuėmus miežių priešsėlius dirva suarta 15–20 cm. gyliu. Pavasarį miežiams dirva kultivuota du kartus, įterpta 300 kg ha^{-1} $N_{16}P_{16}K_{16}$ ir papildomai tręšiama amonio salietra (N_{34}) 100 kg ha^{-1}, miežiams esant 3–4 lapelių tarpsnyje. Vasarinių miežių 'Orphelija' norma – 190 kg ha^{-1}. (4,5–5 mln ha^{-1}). Pasirodžius piktžolėms miežių pasėliai nupurkšti 2015 m. herbicidu „Mustang" 0,6 l ha^{-1} (v. m. florasulamas 6,25 g l^{-1}, 2,4-D 2-etiloheksilo-esteris 452,5 g l^{-1}), fungicidu „Bumper Super" 490 (v. m. prochlorazas 400 g l^{-1} + propikonazolas 90 g l^{-1}) 0,5 g l^{-1}, 2017 m. „Lontrel" (v. mklopiralidas 720 g kg^{-1}) ir fungicidu „Amistar" (v. m. azoksistrobinas 250 g l^{-1}). Pagal poreikį naudotas insekticidas „Karate Zeon" (v. m. lambda cihalotrinas 50 g l^{-1}) 0,12 g l^{-1}.

Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų tyrimų metodai

Dirvožemio agrocheminės savybės. Kiekviename laukelyje dirvožemio grąžtu paimami jungtiniai dirvožemio ėminiai iš 0–25 cm armens sluoksnio. Suminis azotas nustatomas Kjeldalio metodu (%), fosforingumas ir kalingumas (mg kg^{-1}) – A–L (Egnerio-Riehmo-Domingo) metodu, organinės anglies kiekis (%) – spektrofotometriškai.

Dirvožemio drėgmės, temperatūros ir CO_2 išsiskyrimo nustatymas. Nustatomas IRGA metodu (angl. *InfraRed Gas Analyzer*). Naudojama portatyvinė dirvožemio respiracijos sistema LI-8100A su kamera 8100-103 (pagamintas JAV). Matavimai atliekami 3 kartus per vegetaciją.

Derlingumo apskaičiavimas. Visų javų derlingumas įvertintas nuimant juos kombainu *Wintersteiger* su svėrimo ir drėgnumo nustatymo sistema. Mėginiai imti iš kiekvieno eksperimento laukelio. Nustatytas grūdų derlius perskaičiuotas į standartinį 14 proc. drėgnumo ir 100 proc. švarumo sėklų derlingumą t ha^{-1}.

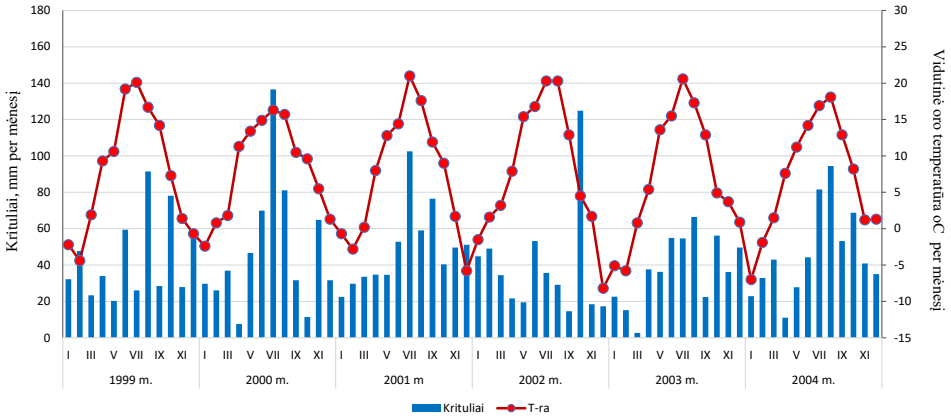
Tyrimų duomenų statistinės analizės metodai

Tyrimo metų duomenys apdorojami vieno veiksnio dispersinės analizės metodu, naudojant kompiuterinę programą ANOVA iš programos paketo SYSTAT 12. Skirtumų esmingumas tarp visų variantų nustatomas LSD testu.

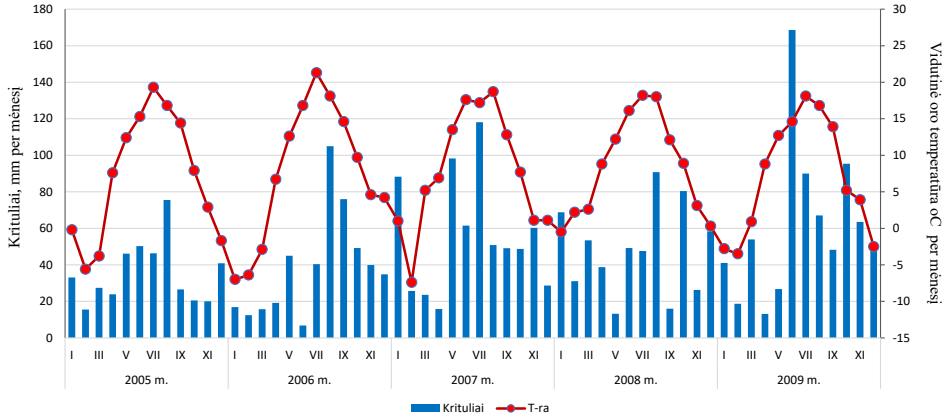
1.6. Meteorologinės sąlygos Dotnuvoje 1999-2022 metais

2001-iųjų pavasaris pagal oro temperatūrą ir kritulius atitiko daugiamečius (1924-2001 m.) duomenis. Šilčiausias ir sausiausias buvo gegužės mėnuo, o kritulių daugiau iškrito balandžio mėnesį. Vasarą vyravo nepastovūs kritulių atžvilgiu orai. Liepos mėnesį kritulių iškrito 38% daugiau nei daugiametis vidurkis. Vidutinė vasaros mėnesių oro temperatūra buvo 1,1 ^{0}C aukštesnė už daugiametį vidurkį (1 pav.).

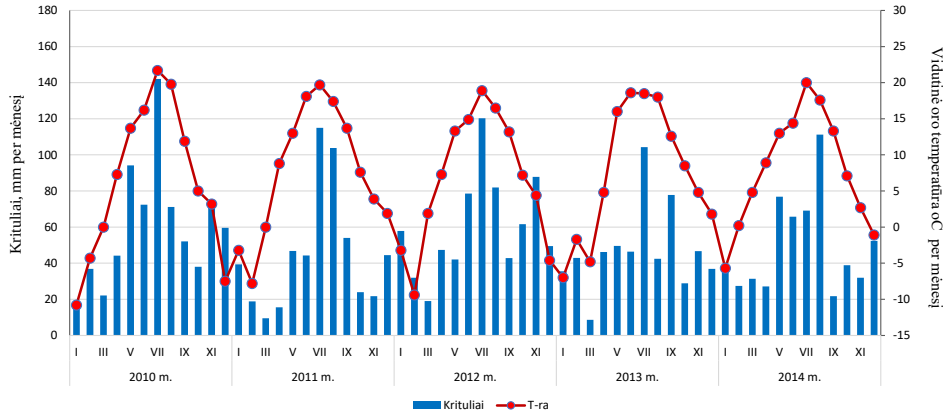
1999-2004 m.



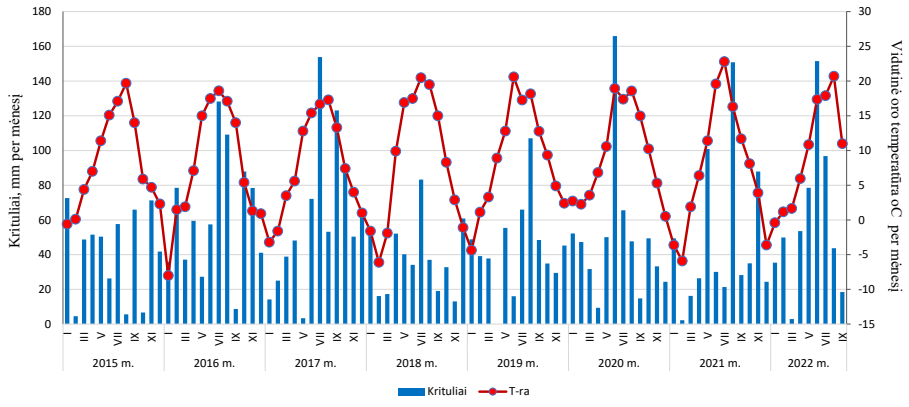
2005-2009 m.



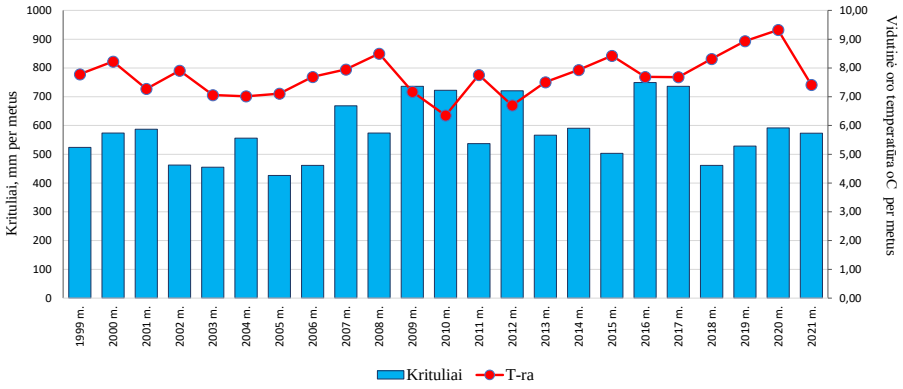
2010-2014 m.



2015-2022 m.



1999-2022m.



1 paveikslas. Meteorologinės sąlygos lauko eksperimento sėjomainoje 1999-2022 m.
(Dotnuvos meteorologinės stoties dekadiniai duomenys)

2002-iųjų pavasaris pagal oro temperatūrą ir kritulius buvo šiltesnis ir sausesnis, palyginus su daugiamečiais (1924-2001 m.) duomenimis. Šilčiausias ir sausiausias buvo gegužės mėnuo, o kritulių daugiau iškrito kovo mėnesį. Vasarą kritulių iškrito 44% mažiau nei daugiametis vidurkis. Vidutinė vasaros mėnesių oro temperatūra buvo 2,5 ^{0}C aukštesnė už daugiametį vidurkį.

2003-iųjų pavasaris buvo vėlyvas (vėlavo apie 20 dienų), permainingas, sausas. Šilčiausias ir sausiausias buvo gegužės trečias dešimtadienis, o kritulių daugiau iškrito ir vėsesnis buvo balandis. Vasarą vyravo nepastovūs temperatūros atžvilgiu orai, šiltesni laikotarpiai keitėsi su vėsesniais. Šilčiausia buvo liepa ir rugpjūčio pirmasis dešimtadienis. Vidutinė vasaros mėnesių oro temperatūra buvo 1,4 0C aukštesnė už daugiametį vidurkį. Krituliai, kurių per vasarą iškrito 176 mm (norma 210 mm), irgi pasiskirstė nevienodai: lietingesnis buvo birželio trečiasis, liepos antrasis ir rugpjūčio trečiasis dešimtadieniai. Didesnę vasaros dalį ž. ū. augalams trūko drėgmės.

2004-iųjų pavasaris pagal oro temperatūrą ir kritulius buvo šiltesnis ir sausesnis, palyginus su daugiamečiais (1924-2003 m.) duomenimis. Šilčiausias ir sausiausias buvo gegužės mėnuo, o kritulių daugiau iškrito kovo mėnesį. Vasarą kritulių iškrito 10% daugiau nei daugiametis vidurkis. Vidutinė vasaros mėnesių oro temperatūra beveik nesiskyrė nuo daugiamečio vidurkio.

2004-2005 m. žiema buvo permainingа temperatūros atžvilgiu: neįprastai šiltas sausis ir šaltas, beveik be atodrėkių vasaris (5 pav.). Sniego danga buvo nestora, o pašalas negilus (apie 30 cm).

2005 m. pavasaris vėlavo, įsibėgėjo lėtai, buvo šaltas, sausas, permainingas. Daugiau kritulių iškrito ir šalčiausias buvo kovas. Šio mėnesio pradžioje vidutinis sniego dangos storis žiemkenčių lauke buvo 12 cm. Nuo balandžio 3 d. vidutinei paros oro temperatūrai pakilus per +5^o C, prasidėjo aktyvioji žiemkenčių vegetacija (devyniomis dienomis anksčiau nei daugiamečiai terminai), tačiau balandžio 19-26 d. atvėsus orams ir naktimis vyraujant minusinėms temperatūroms, augalai nustojo vegetuoti. Mėnesio pabaigoje pradėjo augti žieminių kviečių stiebai. Pirmuosius du gegužės dešimtadienius orai buvo vėsūs. Paros vidutinė oro temperatūra tapo aukštesnė kaip +10^o C nuo gegužės 14 d. (apie 10 dienų vėliau už daugiamečius terminus). Vyravo sausi orai. Kritulių iškrito 88% normos, daugiausia jų buvo antrąjį dešimtadienį. Produktyvios drėgmės atsargos dirvoje buvo pakankamos, kiek mažesnės mėnesio pabaigoje. Vasarą vyravo nepastovūs temperatūros atžvilgiu orai: šiltesni laikotarpiai mainėsi su vėsesniais. Kritulių per vasarą iškrito 36,7 mm mažiau daugiametės normos. Saulės spindėjimo trukmė buvo 89 val. ilgesnė už vidutinę daugiametę. Dėl užsitęsusių lietingų orų rugpjūčio pirmoje pusėje javapjūtė truko gerokai ilgiau.

2006 m. dėl užsitęsusio ankstyvojo pavasario (pašalas išėjo tik balandžio viduryje) vasarinių augalų sėja vėlavo apie dvi savaites. Vyravę vėsūs orai ir šaltos dirvos bei apysausis viršutinis dirvožemio sluoksnis lėtino sėklų dygimą. Augalai dygo netolygiai. Sausi ir vėjuoti orai greitai džiovino dirvas. Gegužės pabaigoje – birželio pradžioje praėję lietūs buvo palankūs visoms vasarinių augalų sėkloms sudygti, tačiau augalų išsivystymas skyrėsi. Dirvos gerai įšilo tik birželio antrąjį

dešimtadienį. Vasaros šiluma vėlavo. Didesnę vegetacijos dalį augalams trūko drėgmės. Vyravę labai šilti ir sausi liepos orai pagreitino javų brendimą, tačiau grūdai buvo smulkesni, jų kokybė prastesnė. Liepos trečiąjį dešimtadienį ir rugpjūčio pirmąjį penkiadienį sąlygos javapjūtei buvo palankios, vėliau, prasidėję dažni lietūs ne tik stabdė javapjūtę, bet ir trukdė ruošti dirvas bei žieminių rapsų sėją.

2007 m. Žiema buvo permaininga temperatūros atžvilgiu: sausio mėnesio orai buvo vėjuoti, vasaris buvo šaltas. Sniego danga buvo nestora ir neilgai laikėsi, o pašalas - negilus ir neilgas. Vasario pirmąjį penkiadienį, prasidėjus atodrėkiui, žieminiuose kviečiuose pašalo nebuvo, vėliau atšalus orams, pašalas palaipsniui gilėjo ir mėnesio pabaigoje siekė 29-40 cm. Pirmuosius du kovo dešimtadienius vyravo šilti su negausiais krituliais orai. Kovo pirmojo dešimtadienio pabaigoje žemutinė pašalo riba siekė 27-32 cm, vietomis dirvų paviršiuje telkšojo vanduo. Kovo 15 d. pašalo nebebuvo, vandens dirvos paviršiuje - taip pat.

2008 m. pavasaris buvo ankstyvas prasidėjo mėnesiu anksčiau nei daugiamečiais duomenimis. Šilčiausias buvo balandis, o kritulių daugiausia iškrito kovą. Didesnė pavasario pusė buvo šilta ir pakankamai drėgna, tik vėsesnė ir sausa buvo gegužė. Gegužės orai buvo permainingi temperatūros atžvilgiu ir sausi. Iš viso per mėnesį kritulių iškrito 25% normos. Produktyvios drėgmės atsargos dirvoje vyraujant sausiems orams sparčiai mažėjo ir mėnesio pabaigoje buvo artimos kritinėms. Gegužės mėnesio hidroterminis koeficientas (HKT) buvo 0,4 (norma 1,4).

Birželio pirmąjį dešimtadienį orai buvo šilti ir labai sausi. Vidutinė dekados oro temperatūra buvo 2,2o C aukštesnė už normą. Kritulių nebuvo. Viršutinis dirvos sluoksnis sausas. Produktyvios drėgmės atsargos buvo kritinės.

Nuo sėjos pradžios (balandžio vidurio) iki birželio 16 dienos kritulių iškrito 38 mm (daugiametė norma 88 mm). Liepos mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 0,6 oC aukštesnė nei daugiametė, o kritulių iškrito 67% normos. Rugpjūtį kritulių iškrito 90,8 mm, kai daugiametis vidurkis 73,8 mm, oro temperatūra buvo 1,3 oC aukštesnė nei įprastai.

2009 m. Aktyvioji žiemkenčių vegetacija prasidėjo apie savaitę anksčiau nei daugiamečiai rodikliai. Balandį augalams buvo nepalanki didelė temperatūrų kaita (šiltos dienos ir šaltos naktys) bei drėgmės stygius. Vėliau pasėti vasariniai augalai, kai jau buvo išdžiūvęs dirvų paviršius ir vėsios naktys, dygo lėčiau ir sudygo netolygiai, ypač sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvose. Augalams normaliai augti gegužė buvo per sausa. Žieminių javų vystymasis vėlavo maždaug savaitę. Po sausos gegužės birželio mėnesio lietūs buvo palankūs kultūriniams augalams augti, tačiau po birželio 23d. smarkios liūties dirvožemyje jau susikaupė perteklinė drėgmė. Vyraujant lietingiems orams susidarė palankios sąlygos kai kurioms augalų ligoms plisti, tačiau žema oro temperatūra stabdė kenkėjų plitimą. Dėl lietingų orų javapjūtė vėlavo apie savaitę.

Lapkričio 3d. baigėsi aktyvioji žiemkenčių ir daugiamečių žolių vegetacija (beveik vidutiniais daugiamečiais duomenimis).

2010 m. žiemkenčių vegetacija prasidėjo kovo mėnesio pabaigoje, t. y. apie savaitę anksčiau, nei daugiamečiai rodikliai. Balandį dėl kontrastingų orų ir didelių temperatūrų svyravimų dieną ir naktį sąlygos žieminiams augalams buvo nepalankios. Dirvos pradėjo įšilti tik nuo gegužės antrojo dešimtadienio pradžios (vidutinė temperatūra 10 cm gylyje buvo 15 - 18°C). Drėgną gegužę javai gausiau išsikrūmijo, todėl stiebai išaugo plonesni. Gegužę ir birželį saulės buvo mažiau nei įprasta. Javų pasėliai šiemet buvo ypač vešlūs ir tankūs. Liepa buvo neįprastai karšta. Javų grūdams vystytis tarpais trūko drėgmės. Liepos karščiai išdžiovino nespėjusius subręsti grūdus, todėl jie buvo smulkesni. Nors žieminiai ir kai kurių veislių vasariniai javai buvo pribrendę, bet dėl šlapių dirvų bei drėgnų grūdų po smarkių liūtinių lietų liepos trečiąjį dešimtadienį, javapjūtė vėlavo apie savaitę. Pavasario ir vasaros orai buvo labai palankūs įvairioms augalų ligoms ir kenkėjams bei piktžolėms pasėliuose plisti.

2011 m. žiemkenčių vegetacija prasidėjo balandžio pirmojo dešimtadienio viduryje (apie savaitę anksčiau nei daugiamečiai vidurkiai). Balandžio antrąjį dešimtadienį žieminiams augalams

sąlygos buvo nepalankios dėl didelių temperatūrų svyravimų dieną ir naktį. Dėl užsitęsusio ankstyvojo pavasario (vėliau išėjusio pašalo) vasarinių augalų sėja, kaip ir 2010 m., vėlavo apie savaitę ir prasidėjo balandžio ketvirtąjį penkiadienį. Gegužės mėnesio agrometeorologinės sąlygos buvo palankios žemės ūkio augalams augti. Birželio pirmasis dešimtadienis išsiskyrė sausais, saulėtais ir neįprastai šiltais šiam mėnesiui orais bei itin mažu santykiniu oro drėgniu. Vidutinė dešimtadienio oro temperatūra buvo 21,3°C, norma – 15,2°C, santykinis oro drėgnis – 64 proc., o norma ~ 75 proc. Netikėtai užplūdusi sausa kaitra neigiamai veikė visų rūšių pasėlius, tik ne visus vienodai. Javai ir vasariniai rapsai vystėsi pagreitintai, sutrumpėjo augalų vystymosi tarpsniai: viena vystimosi fazė sparčiau keitė kitą. Nuo birželio pradžios viršutiniame armens sluoksnyje drėgmės kiekis artėjo prie augalų vytimo ribos. Didėjo garavimas iš dirvožemio ir augalų, popietėmis augalai vyto. Drėgmės trūkumas javų ir rapsų žydėjimo metu neigiamai veikia grūdų ir sėklų užsimezgimą. Drėgmės trūko javų grūdams formuotis, rapsų ankštaroms vystytis. Liepą lietūs daugiausia buvo liūtinio pobūdžio. Visiems augalams drėgmės pakako. Naktimis buvo šilta +14 +18°C. Lietingi ir drėgni orai nebuvo palankūs javų grūdams vystytis ir bręsti. Trečiąjį liepos dešimtadienį prasidėjusią javapjūtę trukdė lietūs, šlapios dirvos bei drėgni grūdai. Kai kur buvo ruožais pagulusių pasėlių. Šių metų šilta ir drėgna vasara buvo labai palanki ligoms plisti visose žemės ūkio kultūrose.

2012 m. Žiemkenčių vegetacija prasidėjo kovo paskutinįjį penkiadienį (apie dvi savaites anksčiau už daugiamečius vidurkius). Vasariniai augalai pradėti sėti balandžio viduryje (panašiu laiku kaip 2011m.). Vegetacijos laikotarpiui būdinga tai, kad beveik per visą jos laikotarpį pasireiškė dideli temperatūrų svyravimai ir skirtumai tarp dekadų: jei vienas dešimtadienis buvo šiltas, tai kitas – jau vėsesnis. Produktyvios drėgmės atsargos 0-10 cm bei 10-20cm dirvožemio sluoksniuose buvo pakankamos daugumai žemės ūkio augalų augti. Šilti ir saulėti balandžio paskutiniojo ir gegužės pirmojo penkiadienio orai turėjo teigiamą įtaką lauko augalams augti ir vystytis. Gegužės mėnesį dirvos temperatūra 10 cm gylyje pakilo iki 14-17°C. Gegužės pirmąjį dešimtadienį vasariniai javai, rapsai ir cukriniai runkeliai, dėl susidariusios dirvos plutelės, sudygo netolygiai. Vyravę vėsūs gegužės antrojo dešimtadienio orai, ypač naktimis, nebuvo palankūs augalams augti, bet birželio pirmojo dešimtadienio vėsūs orai neleido anksčiau sudygusiems augalams peraugti, o vėliau jų išsivystymas tapo maždaug vienodas. Liepos pabaigoje ir rugpjūčio pirmąjį dešimtadienį javapjūtės sąlygos pablogėjo dėl lietingų orų.

2013 metų pavasaris buvo trumpas, jau gegužės pirmojo dešimtadienio pabaigoje jį pakeitė vasariškai šilti orai. Žiemkenčių ir daugiamečių žolių vegetacija prasidėjo balandžio 18 – 20 d. staiga atšilus orams ir paros vidutinei temperatūrai nuolatinai viršijus 5ºC (apie savaitę vėliau už daugiamečius vidurkius). Sparčiai kylant oro temperatūrai javai silpnai išsikrūmijo, nes greitai perėjo į vamzdelėjimo tarpsnį, susiformavo retoki pasėliai. Vasariniai augalai pradėti sėti balandžio trečiojo dešimtadienio viduryje (2012 m. balandžio viduryje). Suvėlinti pavasario žemės darbai vyko itin sparčiais tempais. Dirvos įšilo gegužės pirmojo dešimtadienio pabaigoje. Neįprastai šilti gegužės orai ir nuo antrojo dešimtadienio prasidėję trumpalaikiai lietūs suaktyvino augalų vegetaciją, paspartino žiemkenčių augimą ir vasarinių augalų vystymąsi, bet taip pat sudarė palankias sąlygas dygti ir augti piktžolėms. Dirvos drėgmės kiekis žemės ūkio augalams buvo pakankamas, viršutiniame 0–10 cm dirvožemio sluoksnyje ir 10–20 cm sluoksnyje svyravo 12–16 proc. ribose. Augalai skubėjo augti netgi peršokdami kai kuriuos vystymosi tarpsnius, ypač vasariniai rapsai. Birželį užsitęsę sausi orai buvo nepalankūs vasarinių rapsų ankštaroms vystytis, bulvienojams augti, daugiamečių žolių atolams atželti. Taip pat drėgmės trūko javų varpoms bei grūdams formuotis. Ariamajame dirvos sluoksnyje drėgmės pradėjo trūkti jau nuo birželio antrojo dešimtadienio – augalų augimas sulėtėjo. Drėgmės trūkumas dirvoje visų augalų pasėliuose buvo pastebimas iki liepos antrojo dešimtadienio, kuomet, gausiau palijus, drėgmės atsargos dirvoje padidėjo ir 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje siekė 12–17 proc., tačiau gilesniuose dirvožemio sluoksniuose drėgmės kiekis išliko kritiškai mažas. Labiausiai augalams drėgmės trūko pirmojo liepos dešimtadienio pabaigoje. Šiluma ir antros birželio bei liepos mėnesio pusės drėgmė paspartino augalų augimą. Drėgmės stygius atskirais laikotarpiais lėmė

netolygią javų ir vasarinių rapsų brandą. Esant vėsiems ir lietingiems liepos antrojo ir trečiojo dešimtadienio pirmos pusės orams javų brendimas sulėtėjo. Nors pavasaris vėlavo apie 2 savaites, tačiau dėl gerokai šiltesnių gegužės ir birželio orų javai pasivijo įprastus augimo tarpsnius ir javapjūtė nevėlavo (prasidėjo panašiu laiku kaip 2012 m., t.y. liepos 25 d.). Vasarinių javų varpos trumpos, o grūdai smulkūs. Vasarinių augalų pasėliuose daug ligų ir kenkėjų.

2014 metais žiema buvo vėlyva, trumpa, su neilga ir plona (iki 5 cm storio sniego danga bei neilgu, vidutiniškai giliu (55-58) pašalu. Orai buvo kontrastingi. Pavasaris buvo labai ankstyvas, vėjuotas ir permainingas temperatūros bei kritulių pasiskirstymo atžvilgiu (šiltas dienas keitė šaltos). Vidutinė pavasario mėnesių oro temperatūra buvo 3,1°C aukštesnė už vidurkį, o kritulių iškrito 135,3 mm arba 116 proc. daugiamečio vidurkio. Šilčiausi orai buvo kovą ir balandžio trečiąjį dešimtadienį. Sausa buvo balandžio pradžia bei antroji jo pusė, o lietingesnė – gegužė. Vasara buvo permaininga temperatūros ir kritulių pasiskirstymo atžvilgiu : vėsus birželis, labai šilta liepa ir lietingas rugpjūtis bei karštas jo pirmasis dešimtadienis. Vyravo vėjuoti orai. Vidutinė vasaros mėnesių oro temperatūra buvo 0,6°C aukštesnė už daugiametį vidurkį. Karščiausi šios vasaros orai užfiksuoti rugpjūčio 3 ir 4 dienomis (34,6°C). Kritulių per vasarą iškrito 246,1 mm arba 116 proc. daugiamečio vidurkio. HTK sudarė 1,5 (norma 1,4). Saulės spindėjimo trukmė buvo 56 val. trumpesnė už vidutinę daugiametę. Pirmus du rugsėjo dešimtadienius orai buvo vasariškai šilti, sausi ir giedri, dienomis oro temperatūra siekdavo 20 - 24°C. Trečiąjį dešimtadienį orai tapo vėsesni ir lietingi. Kritulių per mėnesį iškrito 42 proc. daugiamečio vidurkio. HTK sudarė 0,6. Saulės spindėjimo trukmė buvo 29 val. ilgesnė už vidutinę daugiametę. Spalio mėnesį vyravę šilti orai buvo palankūs žieminiams javams augti.

2015 m. pavasaris po trumpos ir švelnios žiemos prasidėjo labai anksti. Jau nuo vasario 19-osios vidutinė paros temperatūra visą laiką buvo teigiama (beveik mėnesiu anksčiau negu daugiamečiai vidurkiai). Kovo mėnesį vyravo neįprastai šilti šiam mėnesiui ir sausi orai. Žiemkenčiai pradėjo vegetuoti jau kovo II dešimtadienio pradžioje. Dėl šaltų naktų augalų vegetacija vyko daugiausia dienomis. Kovo mėnesio viduryje jau buvo tręšiami žiemkenčiai. Augalams buvo nepalankūs dideli skirtumai tarp dienos ir nakties temperatūrų. Balandžio orai buvo permainingi temperatūros atžvilgiu, debesuoti ir vėjuoti. Vėsiausi su šalnomis buvo balandžio pirmojo dešimtadienio orai. Krituliai buvo dažni, bet negausūs. Dėl vėsių orų dirvos ilgai buvo šaltos ir šilo palaipsniui. III dešimtadienį atšilus orams žiemkenčiai sparčiai augo. Visą mėnesį augalams drėgmės užteko, tik buvo nepalankios šaltos naktys. Gegužei būdingi labai nepastovūs temperatūros atžvilgiu orai: temperatūra kilo netolygiai, o šiltus orus dažnai pakeisdavo staigūs atšalimai. Oro temperatūra buvo neaukšta, vyravo debesuoti ir vėjuoti orai, bet šalnų neužfiksuota. Lietūs buvo negausūs. Gegužės II dešimtadienį, atvėsus orams, augalų vegetacija buvo sulėtėjusi. Drėgmės kiekis dirvoje gegužės mėnesį žemės ūkio augalams buvo pakankamas. Didesnę mėnesio dalį dirvos buvo šaltos (vidutinė dirvožemio temperatūra 10cm gylyje siekė 10 - 12°C). Nuo birželio pradžios iki trečiojo jo dešimtadienio esant sausiems ir vėjuotiems orams drėgmės kiekis dirvose ėmė mažėti ir sumažėjo iki kritinės ribos (0 – 10cm dirvožemio sluoksnyje tesiekė 7–9%). Sąlygos žemės ūkio augalams augti buvo nepalankios. Birželio trečiąjį dešimtadienį gausiau palijus augalų būklė pagerėjo. Žiemkenčių pasėliai atrodė gerai. Liepą vyravo vėsūs su trumpais lietumis orai. Pirmus du dešimtadienius drėgmės kiekis 0–10 ir 10–20cm dirvožemio sluoksniuose buvo artimas augalų vytimo drėgmei. Dėl vėsių orų javai brendo netolygiai. Žieminių javų derlius išaugo geras, tik grūdų kokybė prastesnė. Javapjūtė prasidėjo liepos 27d. Vėsius liepos orus staiga pakeitė labai šilti ar karšti rugpjūčio orai. Menkas lietus vos sudrėkino dirvos paviršių. Vyravę karšti ir sausi orai spartino javų grūdų brendimą bei džiūvimą. Sąlygos javapjūtei buvo labai geros.

2016 metais po neįprastai trumpos žiemos pavasaris prasidėjo labai anksti. Žieminiai javai ir rapsai peržiemojo gerai. Kovo mėnesio pabaigoje paros vidutinei oro temperatūrai viršijus 5°C prasidėjo aktyvesnė augalų vegetacija. Pavasario tempas buvo vangokas. Balandis prasidėjo šiltais orais. Pučiant stiprokiems vėjams dirvos greitai pradžiūvo ir buvo pradėtos ruošti vasarinių augalų sėjai. Jų sėja prasidėjo balandžio 7 d. (2015 m. – balandžio 13 d.). Dėl vėsių naktų, šlapių bei šaltų

dirvų vasariniai augalai dygo ilgiau nei įprastai. Po vėsių balandžio antrosios pusės orų nuo pat pirmųjų gegužės dienų oro temperatūra sparčiai kilo. Orai vyravo sausi, giedri, naktys vėsokos, o dienos šiltos. Mėnesio pabaigoje oro temperatūra dienomis pakildavo iki 25,0–28,0°C. Drėgmės kiekis dirvožemyje pirmus du gegužės mėnesio dešimtadienius buvo pakankamas augalų augimui, o trečiąjį dešimtadienį labai sumažėjo, ypač viršutiniame dirvožemio sluoksnyje. Dirvos drėgmė 0–10 cm sluoksnyje pasiekė augalų vytimo drėgmę žieminių kviečių, vasarinių miežių ir raudonųjų dobilų pasėlyje. Dirvoms džiūstant jos pradėjo skilinėti, viršutinis dirvožemio sluoksnis sukietėjo. Augalai augo silpnai. Gausiau palijo tik mėnesio viduryje, o trečiąjį dešimtadienį visai nelijo. Gegužės mėnesio hidroterminio koeficianto (HTK) rodiklis 0,6 rodė sausrą. Birželio pirmą dekadą drėgmės atsargos dirvožemyje toliau mažėjo. Birželio antrą ir trečią dekadą, dažniau palyjant, dirvos drėgmės kiekis 0–10cm sluoksnyje buvo pakankamas augalų augimui. Gilesniame dirvožemio sluoksnyje (10–20 cm.) drėgmės kiekis sumažėjo ir trečią dekadą žieminių kviečių ir vasarinių miežių pasėlių dirvose jis jau pasiekė augalų vytimo drėgmę. Dėl drėgmės stokos lengvesnėse dirvose pradėjo gelsti vasarojus, žirniai, silpniau krūmijosi kviečiai ir vasariniai miežiai. Liepa buvo šilta ir lietinga. Drėgmės atsargos augalams augti buvo pakankamos, o mėnesio pabaigoje, po smarkios liūties, 0–10 cm sluoksnyje – perteklinės. Lietingi ir apniukę orai buvo nepalankūs javų brendimui. Vasarojus brendo netolygiai. Dažni lietūs menkino grūdų kokybę. Javapjūtė prasidėjo liepos 19 d. (2015 – liepos 27 d.). Javapjūtės pradžioje oro sąlygos buvo geros. Mėnesio pabaigoje po gausaus lietaus javapjūtė sustojo. Keletą kartų praėjus smarkioms liūtims su vėju atsirado išgulusių javų pasėlių, tačiau visiškai išgulusių plotų buvo nedaug. Esant šiltiems ir lietingiems orams pasėliuose plito juodoji dėmėtligė, netikroji miltligė ir fomozė. Šių metų rugpjūtis buvo vienas lietingiausių per dešimtmetį (109,2 mm kritulių). Pirmą rugpjūčio dešimtadienį dirvos buvo šlapios, o kai kur ir labai šlapios. Žemesnėse laukų vietose telkšojo vanduo. Grūdai buvo drėgni. Dėl dažno ir gausaus lietaus, šlapių dirvų nuo mėnesio pradžios iki rugpjūčio 24 dienos derliaus dorojimo darbai vykdavo tik atskiromis valandomis. Grūdų kokybė buvo sumenkusi.

2017 metais žiema buvo šilta, įšalas negilus ir nepastovus, todėl žieminiai javai ir rapsai peržiemojo gerai. Kovo 28 dieną paros vidutinei oro temperatūrai viršijus 5°C prasidėjo aktyvi augalų vegetacija. Balandis prasidėjo šiltais orais, vėliau orai atvėso ir prasidėjo lietingos dienos. Nepalankūs orai pristabdė dirvos ruošimą vasarinių augalų sėjai (2016 m. žymiai anksčiau, sėja prasidėjo balandžio 6 -tą dieną). Nuo antrojo gegužės dešimtadienio oro temperatūra sparčiai kilo. Orai vyravo sausi, giedri, naktys vėsokos, o dienos šiltos. Dėl mažo kritulių kiekio ir stiproko vėjo dirvožemis labai išdžiūvo, todėl vasariniai augalai dygo gerokai ilgiau nei įprastai. Mėnesio pabaigoje drėgmės kiekis viršutiniame dirvožemio sluoksnyje tapo kritinis - dirvos drėgmė 0–10 cm sluoksnyje pasiekė augalų vytimo drėgmę. Dirvoms džiūstant, jos pradėjo skilinėti, viršutinis dirvožemio sluoksnis sukietėjo. Augalai augo silpnai. Augalai atsigavo tik birželio mėnesį. Gegužės mėnesio hidroterminio koeficianto (HTK) rodiklis 0,4 rodė sausrą. Birželio pirmą dekadą drėgmės atsargos dirvožemyje pasipildė, o antrąjį dešimtadienį esant šiltiems ir vėjuotiems orams, vėl sumažėjo. Drėgmės trūko svarbiu augalų vystymosi metu.

Liepos mėnesio orai buvo vėsus ir lietingi, šiltesnis buvo tik trečias dešimtadienis. Vidutinė mėnesio oro temperatūra buvo 1,1°C žemesnė už daugiametį vidurkį. Drėgmės atsargos augalams augti buvo pakankamos, o mėnesio pabaigoje, po smarkios liūties, 0–10 cm sluoksnyje – perteklinės. Lietingi ir apniukę orai buvo nepalankūs javų brendimui. Vasarojus brendo netolygiai. Dažni lietūs menkino grūdų kokybę. Javapjūtė prasidėjo tik rugpjūčio viduryje. Nuo spalio 22-os dienos paros vidutinei oro temperatūrai nukritus žemiau 5°C šilumos, baigėsi aktyvioji žiemkenčių ir rapsų vegetacija. Augalų būklė gera. Lapkritį ir gruodį, atėjus šilumai, žiemkenčiai šiltomis dienomis vegetavo.

2018 metų žiema buvo šilta, įšalas negilus ir nepastovus, todėl žieminiai javai ir rapsai peržiemojo neblogai. Kovas buvo šaltokas. Kelis kartus per mėnesį susidarė sniego danga. Iki mėnesio pabaigos dirvos neatitirpo. Balandis prasidėjo šaltais orais, o nuo 5 dienos pradėjo sparčiai šilti. Balandžio 4 d. vidutinei paros oro temperatūrai viršijus 5 °C, prasidėjo aktyvi augalų vegetacija. Dirvų ruošimas ir vasarinių augalų sėja prasidėjo balandžio 8-12 dienomis. Gegužę vyravo sausi, giedri ir šilti orai. Tai buvo karščiausia gegužė nuo 1961 metų. Dėl mažo kritulių kiekio ir stiproko

vėjo, dirvožemis labai greitai išdžiūvo, todėl vasarojus dygo ilgiau nei įprastai. Birželio mėnesį dirvos drėgmė 0-10 cm jos sluoksnyje pasiekė augalų vytimo kiekį. Dirvoms džiūstant, jos pradėjo skilinėti, viršutinis dirvožemio sluoksnis sukietėjo. Augalai augo silpnai. Drėgmės trūko svarbiu augalų vystymosi metu. Mėnesio hidroterminio koeficiento (HTK) rodiklis rodė sausrą. Liepos mėnesį vyravo karšti ir vėjuoti orai, kurie buvo palankūs javų brendimui, bet vasarojus brendo netolygiai. Karšti ir sausi orai mažino grūdų kokybę ir derlių. Po smarkių liūčių su gūsingu vėju, buvo plotų su įvairaus išgulimo laipsniu. Javapjūtė prasidėjo mėnesio viduryje. Rugpjūčio orai buvo labai palankūs derliaus nuėmimui ir dirvų ruošimui. Rugsėjis buvo sausas ir šiltas. Drėgmės trūko visą mėnesį. Žieminiams javams ir žieminiams rapsams augti sąlygos buvo prastokos. Pirmoje spalio pusėje vyravo sausi ir šilti orai antroje - lietingi, apniukę ir vėjuoti orai. Nuo spalio 22 dienos, paros vidutinei oro temperatūrai nukritus žemiau 5 °C šilumos, baigėsi aktyvioji žiemkenčių ir rapsų vegetacija (panašiai kaip ir pernai).

2019 m. pavasar5 vyravo permainingi orai. Vid. oro temperatūra buvo 2.5°C aukštesnė nei norma (norma 5,9°C). Kritulių iškrito 93,2 mm, t.y. 20% mažiau nei norma (norma 117,2 mm). Vasarą vid. oro temperatūra buvo 1,9°C aukštesnė nei norma (norma 16,8°C). Kritulių iškrito 189,1 mm, t.y. 11% mažiau nei norma (norma 211,6 mm). Visą rugsėjo mėnesį vyravo permainingi orai. Pirmąjį dešimtadienį vid. oro temperatūra buvo 3,4°C aukštesnė nei norma (norma 13,9°C). Kritulių iškrito 3,1 mm (norma 17 mm). Dirvos temperatūra nukrito iki 17°C. II dešimtadienį vid. oro temperatūra buvo 0,1°C aukštesnė nei norma (norma 11,9°C). Kritulių iškrito tik 0,9 mm (norma 15 mm). Dirvos temperatūra nukrito iki 10°C. Drėgmės atsargos tapo kritinės. Dirvos iki metro gylio labai sausos. Rugsėjo III dešimtadienį vid. oro temperatūra buvo 1,9°C žemesnė nei norma (norma 10,9°C). Kritulių iškrito 44,5 mm, 318% normos. Viršutinis dirvožemio sluoksnis tapo normaliai drėgnas. Spalio I dešimtadienį vyravo vėsūs ir apniukę orai. Vid. oro temperatūra buvo 2,1°C žemesnė nei norma (norma 9,3°C). Kritulių iškrito 22,2 mm, 131% normos (norma 17mm). Spalio 5-7 dienomis užfiksuotos šalnos. Spalio antrąjį dešimtadienį vid. oro temperatūra buvo 5,3°C aukštesnė nei norma (norma 7,1°C). Kritulių iškrito 8,3 mm, tai sudarė 64% normos (norma 13mm). II dešimtadienis buvo karščiausias Dotnuvoje nuo 1961m. (teigiama 5,3°C anomalija). III dešimtadienį vid. oro temperatūra buvo 3,2°C aukštesnė nei norma (norma 5,2°C). Kritulių iškrito 4,4 mm, 24% normos (norma 18mm).

2020 metų sausį vyravo vėjuoti, šilti orai. Nežiemiškai šiltas buvo antrasis dešimtadienis, kai oro temperatūra dienomis pakildavo iki 5-7 °C šilumos. Sausį minimali oro temperatūra buvo nukritusi iki -2,7 °C šalčio. Pirmasis 2020 m. mėnuo buvo šilčiausias sausis per paskutinius 15 metų. Sausio mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 7,5 °C aukštesnė už daugiametį vidurkį (1924-2018 m. vidurkis - 4,8 °C). Kritulių iškrito 52,2 mm, o tai sudarė 166% daugiamečio vidurkio. Vasarį vyravo šilti, saulėti ir vėjuoti orai. Vasario antrąjį dešimtadienį vyravo nežiemiškai šilti ir saulėti orai. Vasario mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 6,6 °C aukštesnė už daugiametį vidurkį. Kritulių iškrito 47,3 mm, o tai sudarė 181 % daugiamečio vidurkio. Vasarį sniego dangos nebuvo. Kovo mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 3,5 °C, t.y. 4,1 °C aukštesnė už daugiametį vidurkį. Pastebėtina, jog praėjusių metų kovas taip pat buvo šiltesnis nei daugiametis vidurkis. Balandžio mėnesį vyravo, sausi ir saulėti orai. Balandžio mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 6,8 °C, t. y. 0,8 °C žemesnė palyginus su daugiamečiu vidurkiu. Pastebėtina, jog praėjusių metų balandis buvo 2,9° C šiltesnis už daugiametį vidurkį ir 2,1 ° C nei 2020 m. Pirmoje antrojo dešimtadienio pusėje sparčiai pradėjo augti ir ryškiau žaliuoti visi žieminių javų pasėliai bei daugiametės žolės. Remiantis LAMMC atliekamų dirvožemio tyrimų duomenimis (3 ir 4 pav.), vyraujant sausiems ir vėjuotiems orams dirvos greitai džiūvo ir mėnesio pabaigoje drėgmės atsargos jau tapo kritinės augalų augimui (panašiai kaip ir pernai). Mėnesio viduryje viršutinis dirvos sluoksnis įšilo iki 9-10 °C. Pirmajame dešimtadienyje prasidėjo masiniai lauko darbai: buvo ruošiamos dirvos, vyko vasarinių augalų sėja. Jų sėja prasidėjo apie 5-7 dienomis anksčiau nei pernai. Gegužės mėnesį vyravo permainingi, vėjuoti ir vėsus orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 10,6 °C, tai yra 1,8 °C žemesnė, palyginus su

daugiamečiu vidurkiu. Gegužės 12,13, 14 ir 15 dienomis dirvos paviršiuje užfiksuotos šalnos (-0,9 °C). Gegužės12 naktį iškrito sniegas ir susiformavo 3-4 cm šlapio sniego danga, tačiau ji greitai nutirpo. Mėnesio pradžioje intensyviai augo žiemkenčių stiebai, krūmijosi vasarojus ir ilgėjo jų stiebai. Antrojo dešimtadienio pirmoje pusėje išplaukėjo miežiai, o antroje – žieminiai kviečiai ir rugiai. Birželio mėnesį vyravo labai karšti, lietingi saulėti ir vėjuoti orai. Birželio mėnesį užfiksuotos 4 liūtys. Drėgmės kiekis dirvoje padidėjo. Sąlygos augalams vystytis tapo normalios. Šiuo metu dažnai, bet trumpai palyja. Neretai būna intensyvaus pobūdžio lietūs. Augalams drėgmės pakanka. Per Lietuvą praslinkusios liūtys ir kruša pasėliams ženklesnių nuostolių nepadarė, bet yra ir krušos pažeistų cukrinių runkelių bei vėjo paguldytų javų pasėlių.

2021 metais pavasaris beveik atitiko daugiamečius terminus. Vidutinė oro temperatūra buvo 0.6 °C didesnė už normą, o kritulių iškrito 23% daugiau nei norma. Šilčiausias ir drėgniausia buvo gegužės mėnesį. Vasarą vyravo šilti ir labai šilti orai. šiltesni laikotarpiai keitėsi su vėsesniais. Šilčiausia buvo liepa. Vidutinė vasaros mėnesių oro temperatūra buvo 2,8 ^{0}C aukštesnė už daugiametį vidurkį. Krituliai, kurių per vasarą iškrito 202 mm (norma 212 mm), irgi pasiskirstė nevienodai: lietingiausias buvo rugpjūtis - iškrito 150,8 mm (norma 74,10 mm). Vidutinė rudens mėnesių oro temperatūra buvo 0,9 ^{0}C aukštesnė už daugiametį vidurkį. Krituliai iškrito 151,1 mm (norma 145,4 mm),

2022 metais remiantis Dotnuvos meteorologijos stoties duomenimis, kovo mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 1,8 °C, tai yra 1,3 °C aukštesnė už daugiametį vidurkį (1924-2020 m. vidurkis -0,6 °C). Aukščiausia oro temperatūra kilo iki 14,9 °C, o žemiausia oro temperatūra krito iki -8,5 °C. Per šį mėnesį kritulių iškrito vos 2,9 mm ir tik pirmajame dešimtadienyje. Kovo mėnesį saulė spindėjo 94 valandomis ilgiau nei norma. Kovo 21 dieną vidutinei paros oro temperatūrai viršijus 5 °C prasidėjo augalų vegetacija – šiais metais tai įvyko vidutiniškai kaip įprasta.

Balandžio mėnesį vyravo permainingi orai - šiltos dienos bei šaltos naktys. Vidutinė oro temperatūra buvo 6 °C, t. y. analogiška daugiamečiui (1924-2021 m.) vidurkiui (6,0 °C). Žemiausia temperatūra buvo balandžio 3 d. naktį, kai ji nukrito iki -2 °C. Aukščiausia oro temperatūra šį mėnesį siekė 18-19 °C. Pastebėtina, jog praėjusių metų balandis buvo 0,6 °C šiltesnis už daugiametį vidurkį. Pirmoje antrojo dešimtadienio pusėje sparčiai pradėjo augti ir žaliuoti žieminių javų pasėliai bei daugiametės žolės. Kritulių per šį mėnesį iškrito 53,6 mm, o tai sudarė 146 % daugiamečio vidurkio (36,8 mm). Saulė spindėjo 36 val. ilgiau nei norma. Mėnesio viduryje viršutinis dirvos sluoksnis įšilo iki 9-10 °C. Antrajame balandžio mėnesio dešimtadienyje prasidėjo lauko darbai, buvo ruošiamos dirvos vasarinių augalų sėjai. Jų sėja prasidėjo panašiai kaip pernai.

Gegužės mėnesį vyravo vėsūs ir lietingi orai. Šis mėnuo jau ne pirmus metus stebina savo orų anomalijomis. Dieną oras sušyla iki 20 laipsnių šilumos, o naktimis būna neigiamos temperatūros, šalnos iki -1...-6 °C. Gegužės mėnesio vidutinė oro temperatūra buvo 10,9 °C, t.y. 1,5 °C žemesnė, palyginus su daugiamečiu vidurkiu (1924-2021 m. vidurkis 12,4 °C). Žemiausia temperatūra mėnesio eigoje buvo nukritusi iki -0,8 °C, o šilčiausia buvo gegužės 25 diena, kai oro temperatūra pakilo iki 21,9 °C. Per mėnesį kritulių iškrito 78,5 mm, o tai sudarė 50 % daugiau nei daugiametis vidurkis (52,2 mm). Visą pirmąjį dešimtadienį, išskyrus 6 ir 8 dienas, fiksuotos šalnos iki -0,8 °C ore ir iki -5 °C dirvos paviršiuje. Be to, šalnos (iki -1 °C dirvos paviršiuje) užregistruotos ir gegužės 17, 19, 21, 26 bei 30 mėnesio naktimis. Mėnesio pabaigoje dirvos sušilo iki 13 °C. Dėl šiltų ir saulėtų dienų antrajame ir trečiajame dešimtadienyje augalų vystymasis paspartėjo. Saulė gegužę spindėjo 49 val. trumpiau nei norma. Gegužės pradžioje pradėjo žydėti žieminiai rapsai. Gegužes trečio dešimtadienio antroje pusėje išplaukėjo žieminiai miežiai, kviečiai ir rugiai. Gegužės mėnesio I ir II dekados drėgmės kiekis sumažėjo žieminių kviečių pasėlyje, viršutiniame dirvos sluoksnyje. Tačiau jis nebuvo ilgalaikis ir nepasiekė žemutinių kritinių reikšmių. Gegužės III dekada buvo labai lietinga. Dirvos tapo ne tik drėgnos, bet ir šlapios. Žemesnėse laukų vietose bei ratų vėžėse telkšojo susikaupęs vanduo. Šiemet dažnai lyjant, drėgmės kiekis dirvose daug kur Lietuvoje buvo didelis. Nuo jos pertekliaus žemesnėse vietose ar pavieniuose laukuose kaupėsi vanduo. Atrodytų keista, tačiau šis

drėgnas laikotarpis turėjo ir teigiamą pusę. Dar prieš keletą metų augalų vegetacijos laikotarpis buvo gana sausas. Drėgmė dirvose sumažėdavo iki augalams augti kritinio kiekio. Esant drėgmės trūkumui, augalai negalėjo iš dirvos pasisavinti jiems reikalingų mitybos elementų (N, P, K, S ir kt.), tačiau šie cheminiai elementai niekur nedingo. Susikaupę dirvoje jie tapo tarsi „sandėliuotomis trąšomis“. Šiais metais labai pabrango mineralinės trąšos. Pavasarį prekyboje jų net trūko. Žinome, kad kai kurie ūkiai, taupydami lėšas, tręšė dirvas mažiau, tačiau esant pakankamai drėgmės, augalai galėjo pasinaudoti dirvoje esančiomis maisto medžiagomis. Taigi, nežiūrint tręšimo taupymo režimo, pasėliai daugumoje atrodo gerai - augalai vešlūs, išsivystę, lapai tamsiai žalios spalvos. Šiuo metu drėgmės kiekis dirvose yra sumažėjęs, tačiau vis dar išlieka arti dirvų užmirkimui pavojingos ribos. Suprantama, kad tie ūkiai, kurie taupė trąšas, tręšė sumažintomis jų normomis, neišvengiamai užaugins ir mažesnį derlių. Tačiau ekonomiškai stiprūs ūkiai, turėję iš anksčiau nusipirkę trąšų, pasėlius tręšė tiek, kiek reikia augalams biomasei ir grūdams išauginti. Nemažai žalos pasėliams padarė ir nepalankūs gamtos veiksniai - ne tik gausūs krituliai, bet ir kruša. Atsižvelgiant į susidariusią gana neapibrėžtą augalų mitybos situaciją ir meteorologines sąlygas yra du galimi derlingumo prognozės scenarijai. Vienas iš jų – tai optimistinė prognozė, tikintis augalų derlingumo, artimo pernai metų augalų derlingumui. Antras scenarijus - labiau realistinis, tikintis mažesnio daugelio augalų derlingumo, dėl mažesnio jų tręšimo intensyvumo, palyginus su 2021 metų derlingumu.

Šiemet, kaip ir pernai tuo pačiu metu, visų žieminių javų (kviečių, rugių, kvietrugių, miežių) pasėlių būklė vertintina kaip gera, o atskiruose laukuose - kaip labai gera. Biologinis potencialas gausiam derliui gauti yra pakankamas.

Birželio pirmąjį dešimtadienį vyravo šilti ir lietingi orai. Vidutinė oro temperatūra buvo 0,5 °C aukštesnė nei norma (norma 15,4°C). Šalčiausia buvo birželio 1 d. naktį, kai žemiausia oro temperatūra siekė 6,5 °C. Šilčiausia buvo birželio 10 diena, kuomet aukščiausia oro temperatūra pakilo iki 27,4 °C. Kritulių per dekadą iškrito 56,5 mm, o tai sudarė 404 % normos (norma 14 mm). Dirvos tapo labai šlapios, laukose vietomis stovėjo paviršinis vanduo. Birželio antrąjį dešimtadienį vėl vyravo drėgni ir lietingi orai. Vėsiausia buvo birželio 11 naktis, kai žemiausia oro temperatūra sumažėjo iki 9,4 °C, o šilčiausia buvo birželio 12 dieną, kai aukščiausia oro temperatūra pakilo iki 23,0 °C. Kritulių per antrą dekadą iškrito 81,5 5 mm. Tai sudarė 370 % normos (norma 22 mm). Dirvos ir toliau buvo labai šlapios, laukuose vietomis stovėjo vanduo.

2. REZULTATAI

2.1. Ilgamečių žemės dirbimo-tręšimo eksperimentų rezultatai - Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka smėlingo lengvo priemolio savybėms, auginant žieminius kviečius

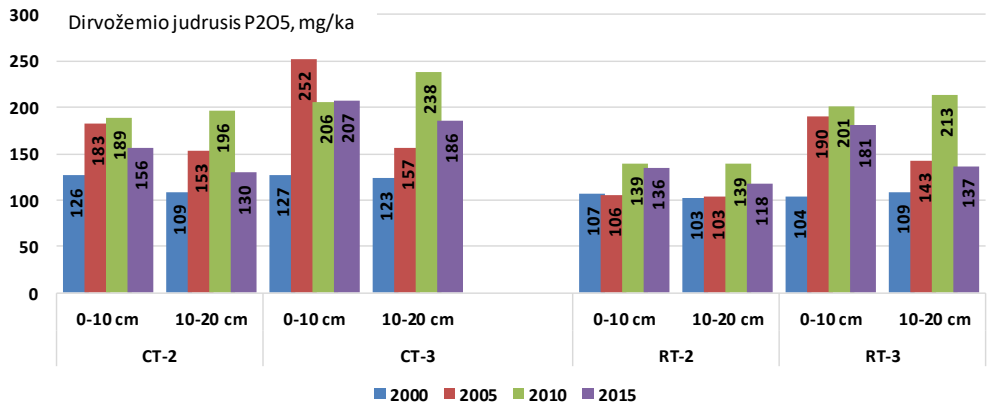
Mūsų dienomis, ES savo dokumentuose akcentuoja dirvožemio kokybės prastėjimą Europoje - dirvožemio fizikinių savybių blogėjimą, augalams pasiekiamos drėgmės bei organinės medžiagos kiekio mažėjimą ir augalų mitybos disbalansą. Lietuvoje taip pat naudojamos įvairaus intensyvumo žemdirbystės sistemos, tad pokyčiai, vykstantys dirvožemyje taikant kontrastingas žemdirbystės sistemas, Lietuvos žemdirbiams taip pat aktualūs.

Žieminiai kviečiai Dotnuvoje buvo auginami 2000, 2005, 2010 ir 2015 m. Skyrėsi ir auginimo sąlygos (5 pav.), ir derliai. 2020 m. dirvožemio savybių tyrimų rezultatai bus pateikti tik 2021 m. tarpinėje ataskaitoje, t.y. tada, kai bus baigtos laboratorinės analizės ir susisteminti duomenys.

Per 17 tyrimo metų (1999-2015) ryškiausi pokyčiai įvyko 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje. Ilgametis RT žemės dirbimo taikymas lėmė ariamojo sluoksnio diferenciaciją į labiau derlingą, augalų maisto medžiagomis turtingą viršutinį (0-10 cm) ir mažiau derlingą – apatinį (10-20 cm) sluoksnį (2-6 pav.).

2.1.1. Dirvožemio agrocheminės savybės

Dirvožemio judrusis P_2O_5. Tikslusis lauko eksperimentas buvo įrengtas 1999 metais smėlingo lengvo priemolio dirvoje. Čia dirvožemis buvo vidutinio fosforingumo (armenyje vidutiniškai 137 mg/kg P_2O_5) ir kalingas (vidutiniškai 160 mg/kg K_2O). Kasmet sėjomainos augalai buvo tręšiami mineralinėmis NPK trąšomis. 2015 m. jau išryškėjo stratifikacijos pasekmės - buvo nustatytas ryškus fosforo susikaupimas RT žemės dirbimo sistemos 0-10 cm sluoksnyje. RT sistemoje judriojo P_2O_5 kiekis šiame sluoksnyje buvo 32% didesnis nei 10-20 cm dirvožemio sluoksnyje. Kitaip tariant, su mineralinėmis trąšomis įneštas fosforo kiekis RT sistemoje nebuvo pilnai augalų išnaudotas, jis kaupėsi tik dirvos viršutiniame sluoksnyje, dėl mažo judrumo menkai migravo į gilesnius dirvos sluoksnius (2 pav., 4 ir 5 lentelės).



2 paveikslas. Dirvožemio judriojo P_2O_5 kitimas skirtingose žemės dirbimo-tręšimo sistemose

4 lentelė. Dirvožemio judriojo P_2O_5 rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2000	2005	2010	2015
0-10 cm	21,2	19,8	20,5	22,2
10-20 cm	23,4	23,7	18,3	20,1

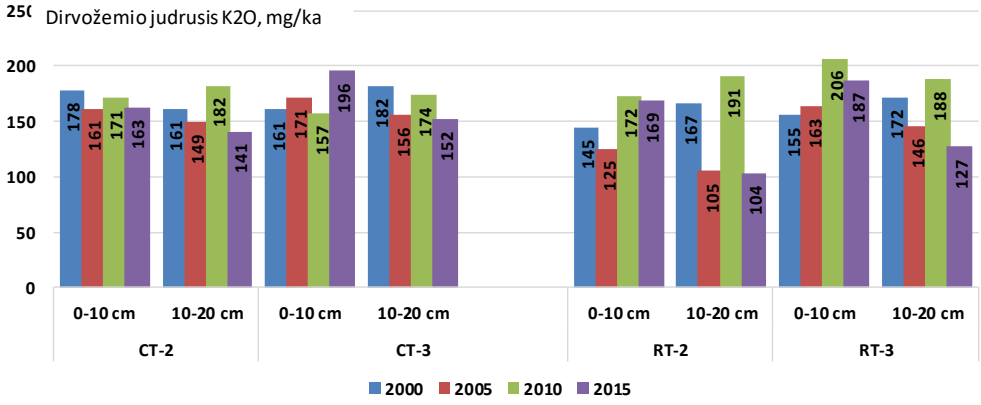
Dirvožemio judrusis K_2O. Eksperimento įrengimo metais smėlingo lengvo priemolio dirvoje dirvožemis buvo kalingas (vidutiniškai 160 mg/kg K_2O). 2015 metais, ir CT, ir RT žemės dirbimo sistemose buvo nustatytas judriojo K_2O kiekio padidėjimas (atitinkamai apie 7% ir 18%), tačiau tik

viršutiniame 0-10 cm sluoksnyje. Visgi, 10-20 cm sluoksnyje registravome ryškius kalio nuostolius, ir jie buvo tuo ryškesni, kuo labiau supaprastinta žemės dirbimo sistema buvo taikoma. Jei tradiciškai dirbant žemę (CT) šis sumažėjimas siekė apie 14%, tai taikant suprastintą žemės dirbimą (RT), dirvožemio 10-20 cm sluoksnyje kalio sumažėjo net 26-38% (3 pav., 5 ir 6 lentelės). Kitaip tariant, taikant RT sistemą itin išryškėjo kalio stratifikacija.

Taigi rezultatai parodė, jog taikydami neariminį žemės dirbimą ir tręšdami dirvas tiek vidutinėmis, tiek padidintomis mineralinių NPK trąšų normomis, mes turėsime maisto medžiagomis turtingą, bet tik gana ploną viršutinį 0-10 cm dirvožemio sluoksnį.

5 lentelė. Dirvožemio judriojo P_2O_5 ir K_2O stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm									
	Judrusis P_2O_5					Judrusis K_2O				
	2000	2005	2010	2015	2000-2015 pokytis %	2000	2005	2010	2015	2000-2015 pokytis %
CT-2	1,16	1,19	0,96	1,20	104	1,10	1,08	0,94	1,15	104
CT-3	1,03	1,60	0,87	1,12	108	0,88	1,10	0,91	1,29	145
RT-2	1,05	1,02	1,00	1,15	110	0,87	1,19	0,90	1,63	188
RT-3	0,95	1,33	0,95	1,32	139	0,90	1,12	1,10	1,47	162



3 paveikslas. Dirvožemio judriojo K_2O kitimas skirtingose žemės dirbimo-tręšimo sistemose

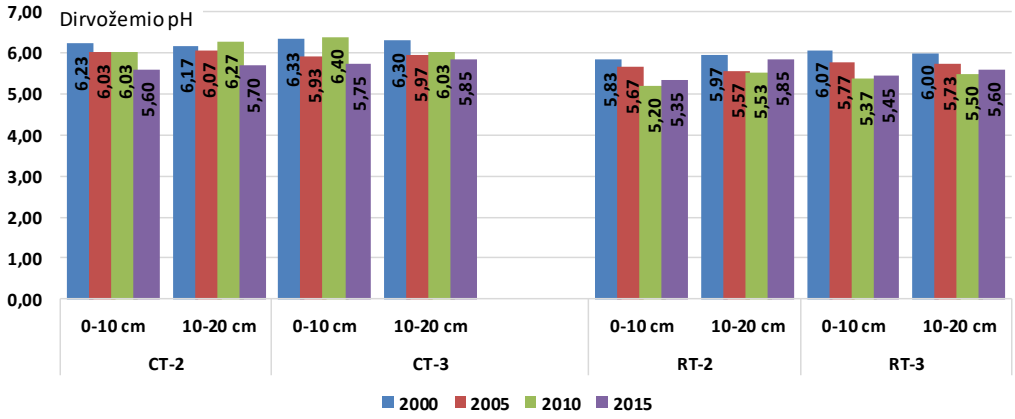
6 lentelė. Dirvožemio judriojo K_2O rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2000	2005	2010	2015
0-10 cm	19,3	22,4	21,7	25,2
10-20 cm	20,1	18,9	19,6	24,2

Kuo gausesnis tręšimas mineralinėmis trąšomis, tuo didesnis šių mitybos elementų kiekis, nesunaudotas augalų, lieka dirvos viršutiniame sluoksnyje. Kaip įvardinti šį reiškinį? Judrusis dirvožemio fosforas – mažai mobilus elementas, kalis – mobilus elementas. Vadinasi, minimalizuojant žemės dirbimą ir šiems mitybos elementams kaupiantis dirvos paviršiuje, yra mažesnis pavojus teršti gruntinius vandenis. Kita vertus, fosforui ir kaliui labiau koncentruojantis viršutiniame dirvožemio sluoksnyje iškyla pavojus, jog jis su paviršiniais (lietaus, sniego tirpsmo ir pan.) vandenimis gali greičiau patekti į atvirus vandens telkinius. Tai labai aktualu kalvotuose, vandens erozijai jautriuose regionuose. Visgi, manytume, kad ryški fosforo stratifikacija – tai neigiamas reiškinys, iš esmės keičiantis dirvožemio cheminę kokybę. Dėl pakitusios P koncentracijos atskiruose dirvožemio sluoksniuose kinta augalų mitybos pobūdis, keičiasi mikroorganizmų terpė.

Dirvožemio pH. Dirvožemio pH lauko eksperimento įrengimo metais svyravo 5,97-6,33 ribose (4 pav. ir 7 lentelė). 2015 m. registravome pH sumažėjimą ir 0-10, ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose, atitinkamai 10% ir 8% CT sistemoje bei 9% ir 4% RT sistemoje. Tikėtina, jog tokį pH lėmė ilgalaikis

N trąšų naudojimas. Svarbu pažymėti ir tai, kad dirvožemio pH kitimui taip pat būdinga stratifikacija, tačiau atvirkštinė. Kitaip tariant, 0-10 cm dirvos sluoksniui labiau rūgštėjant, reikšmių santykis *0-10 cm / 10-20 cm* mažėjo. Per 2000-2015 m. tyrimų laikotarpį šis santykis CT sistemoje sumažėjo 2-3%, o RT sistemoje 4-6% (8 lentelė).



4 paveikslas. Dirvožemio pH kitimas skirtingose žemės dirbimo-tręšimo sistemose

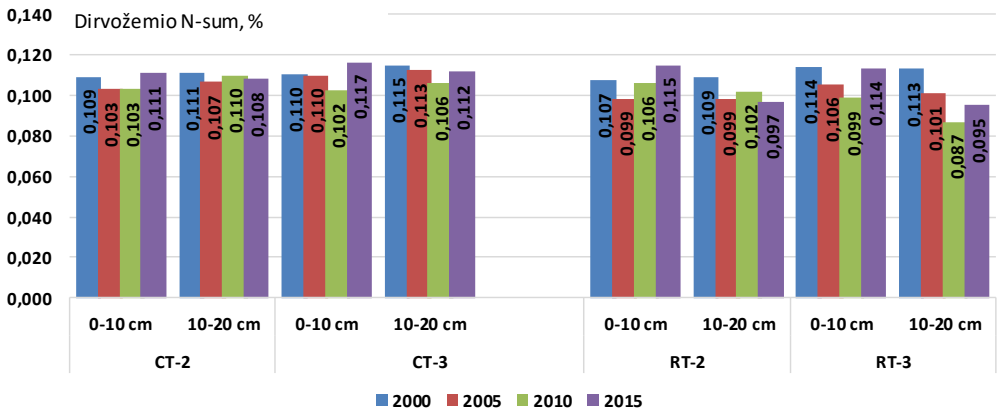
7 lentelė. Dirvožemio pH rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2000	2005	2010	2015
0-10 cm	0,152	0,111	0,216	0,137
10-20 cm	0,203	0,200	0,234	0,185

8 lentelė. Dirvožemio judriojo pH ir N-sum stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm									
	pH					N-sum				
	2000	2005	2010	2015	2000-2015 pokytis %	2000	2005	2010	2015	2000-2015 pokytis %
CT-2	1,01	0,99	0,96	0,98	97	0,98	0,97	0,94	1,03	104
CT-3	1,01	0,99	1,06	0,98	98	0,96	0,98	0,97	1,04	109
RT-2	0,98	1,02	0,94	0,91	94	0,99	1,00	1,04	1,19	120
RT-3	1,01	1,01	0,98	0,97	96	1,01	1,04	1,13	1,19	118

Dirvožemio suminis azotas (N-sum). Dirvožemio N-sum per 2000-2015 m. tyrimų laikotarpį CT sistemoje pakito nežymiai: 0-10 cm sluoksnyje 2-6% padidėjo, o 10-20 cm sluoksnyje 3% sumažėjo. RT sistemoje 0-10 cm sluoksnyje N-sum kiekis padidėjo vidutiniškai 3%, o pokyčiai 10-20 cm sluoksnyje buvo ryškesni - N-sum sumažėjo 11-16% (5 pav. ir 9 lentelė).



5 paveikslas. Dirvožemio N-sum kitimas skirtingose žemės dirbimo-tręšimo sistemose

9 lentelė. Dirvožemio N-sum rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2000	2005	2010	2015
0-10 cm	0,0031	0,0102	0,0018	0,0034
10-20 cm	0,0022	0,0051	0,0037	0,0041

N-sum stratifikacija neariminio žemės dirbimo sistemoje (RT) taipogi buvo ryški. Per 2000-2015 m. tyrimų laikotarpį šioje sistemoje reikšmių santykis *0-10 cm / 10-20 cm* padidėjo 18-20%.

Daugelis tyrėjų teigia, kad bendrojo azoto kiekis dirvožemyje – mažai kintantis dydis /Halvorson, 2001; Kaye et al., 2002; Kaye et al., 2003/. Tačiau yra nuorodų ir į tai, kad bendrojo azoto kiekį dirvožemyje gali smarkiai įtakoti drėgmė, metų laikas, taikomos agrotechnologijos. Dar kiti tyrėjai nurodo, kad bendrasis N nėra absoliučiai nekintantis dydis, o jo pokyčiai galimi dėl dirvožemio kvėpavimo intensyvumo /Bowden et al, 2004/.

Dirvožemio organinė anglis (C-org). Remiantis J. Kern ir M. Johnson (1993) atliktais tyrimais nustatyta, jog naudojant bearimę žemės dirbimo sistemą didžiausias sekvestruotos C kiekis rastas 0-8 cm dirvožemio sluoksnyje, mažesnis – 8-15 cm, o esminių pokyčių nerasta gilesniuose dirvožemio sluoksniuose. Tie patys autoriai teigia, jog C sekvestracijos dirvožemyje trukmė – 10-20 metų. K. Paustian ir kt. (1997) apibendrinę 5-20 metų trukmės 39 žemės dirbimo lauko bandymų duomenis nustatė, kad bearimį žemės dirbimas padidino C kiekį dirvožemyje vidutiniškai 285 g m^{-2}, palyginus su arta dirva. Žemės dirbimo tyrimuose, kurie truko 13 metų, C sekvestracijos greitis dirvožemyje siekė 22 g m^{-2} per metus (Paustian *et al*., 1997). Sausesnio klimato sąlygomis, C pokyčiai dirvožemyje taikant skirtingas žemės dirbimo sistemas gali būti labai nežymūs ir sunkiai nustatomi (Campbell, 1996). Taip pat nustatyta, kad bearimės technologijos taikymas vietoje tradicinio ariminio žemės dirbimo padidino anglies sekvestraciją 0,57± 0,14 Mg C ha^{-1} per metus (West, Post, 2002). Analizuodami 17 Europos žemės dirbimo tyrimų rezultatus Smith ir kt. (1998) nustatė, jog tradicinę žemės dirbimo sistemą pakeitus į bearimę, organinės C kiekis dirvožemyje padidėja vidutiniškai 0,73±0,39 % per metus, o naujai susidariusi dirvožemyje C pusiausvyra būtų pasiekta po 50-100 metų. Tarpvyriausybinės grupės klimato kaitos klausimu (IPCC) paruoštoje rekomendacijoje nurodoma, kad organinės C kiekio padidėjimas dirbamose dirvose vidutinio klimato zonoje siektų 10 %, jei tradicinė žemės dirbimo sistema būtų pakeista bearime nearimine (Houghton *et al*., 1997).

M. Sperow ir E. Paustian nuomone (2003), taikant tiesioginę sėją, JAV 129 mln. ha plote, dirvožemyje būtų sekvestruota 47 Tg C per metus, o jei tik 50 % minėto ploto būtų taikoma tiesioginė sėja, o likusiuose 50 % ploto – bearimė žemės dirbimo sistema, tai tokiu atveju būtų sekvestruota 37 Tg C per metus. Tačiau, yra tyrimų, kuriuose nebuvo nustatyta jokių C kaupimosi dirvožemyje skirtumų tarp kontrastingų žemės dirbimo būdų (Verma *et al*., 2005). T. West ir G. Marland (2002) taip pat mano, kad bearimė žemės dirbimo įtaka anglies sekvestracijai dirvožemyje yra ribota, tačiau pati žemės dirbimo sistema yra naudotina dėl mažesnio energetinių (kuro) išlaidų. Bearimės žemės dirbimo sistemos taikymas mažina tiesiogines kuro išlaidas, kurios siekia apie 20 kg C ha^{-1} per metus, palyginus su arimine žemės dirbimo sistema (Frye, 1984). Būtina pažymėti, kad nežiūrint į tai, jog bearimė žemės dirbimo sistema mažina CO_2 emisiją, tačiau labai svarbu ir tai, kad tausojanti dirvą žemės dirbimo sistema ženkliai nesumažintų žemės ūkio augalų derliaus (IPNI, 2007). J. Pretty ir A. Ball (2001) teigimu, bearimės žemės dirbimo sistemos taikymo nauda sekvestruojant anglies dioksidą dirvožemyje parandama tuomet, jei tokios dirvos suariamos. 10 lentelėje apibendrintai pateikiama informacija apie anglies (C) kiekio kitimą skirtingai dirbant žemę bei auginant žemės ūkio augalus.

Anglies kiekio dirvožemyje kaupimuisi didelę įtaką turi meteorologinės (klimato) sąlygos, granuliometrinė dirvožemio sudėtis bei agronominiai veiksniai – sėjomainų parinkimas, tręšimas, augalinių liekanų tvarkymas bei žemės dirbimas (Janzen *et al*., 1998). Mechaninis žemės dirbimas (žemės purenimas-maišymas), pripažįstamas kaip pagrindinis veiksnys, mažinantis anglies kiekį dirvožemyje. Dirvožemio agregatai yra ypatingai svarbūs, didinantys anglies sekvestraciją (sluoksniavimąsi) bei prailginantys pačių dirvožemio grumstelių amžių (Six *et al*., 2000). Tam, kad

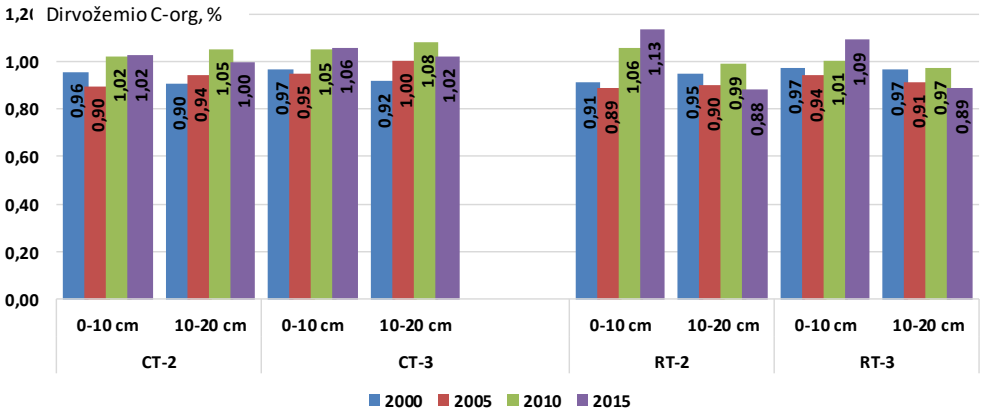
C būtų sekvestruota dirvožemyje, būtina ją apsaugoti nuo mikrobų ardomos veiklos. Manoma, kad dirvožemio anglis, esanti dirvožemio agregatuose, kurių skersmuo mažesnis nei 250 µm, yra chemiškai apsaugota ir neprieinama mikroorganizmų veiklai (Lal, 1997). Be to, didžiausia CO_2 emisija nustatyta, kai suardomi didesnio skersmens dirvožemio agregatai (4,5-5 mm), o mažiausia - suardžius mažiausio skersmens agregatus (<50 µm) (Otten *et al.,* 2000).

10 lentelė. Tradicinio ir bearimios žemės dirbimo sistemos taikymo įtaka anglies kaupimuisi dirvožemyje (JAV) (Pretty, Ball, 2001)

Žemės dirbimo sistema	Sėjomaina	Anglies (C t ha^{-1} per metus) pokyčiai
Tradicinė žemės dirbimo sistema (arimas)	Kviečių arba kukurūzų monopasėlis	Nuo - 0,105 iki - 0,460
	Daugianarė sėjomaina su tarpiniais pasėliais	Nuo - 0,033 iki – 0,065
Bearimė žemės dirbimo sistema	Kviečių arba kukurūzų monopasėlis	Nuo + 0,330 iki 0,585
	Daugianarė sėjomaina su tarpiniais pasėliais	Nuo + 0,660 iki 1,310

Organinės anglies stratifikacija yra būdingas reiškinys, jei taikoma bearimė žemės dirbimo sistema. JAV (Zibelske *et al*., 2002) atlikti tyrimai parodė, jog organinės anglies koncentracija buvo 50 % didesnė 0-4 cm dirvožemio sluoksnyje taikant bearimę žemės dirbimo sistemą nei dirvas ariant, tačiau, šis skirtumas sumažėjo iki 15 % 4-8 cm dirvožemio sluoksnyje.

Dirvožemio organinė anglis (C-org) lauko eksperimento įrengimo metais svyravo 0,90-0,97 proc.vnt. ribose (6 pav. ir 11 lentelė). Humuso tai būtų 1,55-1,67 proc.vnt. 2015 m. registravome C-org esminius pokyčius, palyginus su 2000 m. rezultatais. CT sistemoje C-org kiekis padidėjo ir 0-10, ir 10-20 cm sluoksniuose – atitinkamai 7-9 ir 10-11%. Tuo tarpu, RT sistemoje, dirvos 0-10 cm sluoksnyje C-org kiekis padidėjo 12-25%, tačiau 10-20 cm dirvos sluoksnyje jis sumažėjo 7-8%. Taigi, smėlingame lengvame priemolyje ilgalaikis neariminio žemės dirbimo (RT) taikymas lėmė ryškų organinės anglies kaupimąsi armens viršutiniame sluoksnyje.



6 paveikslas. Dirvožemio C-org kitimas skirtingose žemės dirbimo-tręšimo sistemose

11 lentelė. Dirvožemio C-org rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2000	2005	2010	2015
0-10 cm	0,050	0,111	0,083	0,145
10-20 cm	0,052	0,132	0,122	0,084

Organinės anglies (humuso) stratifikacija buvo ryški. Ilgametis neariminio žemės dirbimo (RT) taikymas lėmė vidutiniškai 7% didesnį C-org kiekį viršutiniame 0-10 cm dirvos sluoksnyje nei taikant tradicinį žemės dirbimą (CT). Tačiau 10-20 cm dirvos sluoksnyje RT sistemoje fiksavome net 12% mažesnį C-org kiekį nei CT. Štai todėl C-org stratifikacijos *santykis 0-10 cm/10-20 cm, nustatytas* 2015-aisiais metais, CT sistemoje praktiškai nesiskyrė nuo tokio santykio 2000 metais, o RT sistemoje buvo 22-34% didesnis nei 2000 metais (12 lentelė).

12 lentelė. Dirvožemio C-org bei C/N santykio stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm									
	C-org					C/N santykis				
	2000	2005	2010	2015	2000-2015 pokytis %	2000	2005	2010	2015	2000-2015 pokytis %
CT-2	1,06	0,95	0,97	1,03	97	1,07	0,99	1,04	1,00	93
CT-3	1,06	0,95	0,97	1,04	98	1,10	0,97	1,01	0,99	90
RT-2	0,96	0,99	1,07	1,29	134	0,97	0,99	1,03	1,08	112
RT-3	1,01	1,03	1,04	1,22	122	1,00	0,99	0,91	1,03	103

Gerai ar blogai tai, kad augalų mitybos elementai kaupiasi dirvos paviršiuje? Esant optimaliai drėgmei, tai teigiamas rezultatas, kadangi augalų šaknims būtų sudaromos idealios sąlygos dirvos paviršiuje rasti augalams reikalingas maisto medžiagas. Tačiau esant sausrai, dėl greičiausiai perdžiūstančio dirvos paviršiaus augalų mityba sutrinka – augalai nepasisavina vandenyje neištirpusių cheminių elementų. Vaizdžiai kalbant - augalas auga ant trąšų krūvos, tačiau badauja. Tai tęsis tol, kol nepalis lietus, arba kol dirvožemio kapiliarais nepakils vanduo iš gilesnių dirvožemio sluoksnių. Gręsiant užmirkimui, išauga aplinkos taršos pavojus – medžiagos ne tik įsiplauna į gilesnius dirvožemio sluoksnius, bet jos taip pat gali būti nunešamos į melioracijos kanalus, upes, ežerus. Toks pavojus ypač išauga kalvoto-banguoto reljefo zonose.

OM skaidymo intensyvumą ir pobūdį parodo C/N santykis. Didelis C/N santykis lemia ilgą OM virsmo dirvožemyje trukmę, ir tokia OM pagerina dirvožemio agregaciją. Žemas C/N santykis rodo, kad OM sparčiai skaidosi. Optimalus C/N santykis yra apie 10. Ariminio žemės dirbimo (CT) sistemoje C/N santykis 2015-aisiais metais svyravo nuo 9,09 iki 9,22 viršutiniame 0–10 cm armens sluoksnyje, ir nuo 9,16 iki 9,24 – apatiniame 10-20 cm sluoksnyje. Neariminio žemės dirbimo (RT) sistemoje C/N santykis 2015-aisiais metais svyravo nuo 9,61 iki 9,86 viršutiniame 0–10 cm armens sluoksnyje, ir nuo 9,09 iki 9,37 – apatiniame 10-20 cm sluoksnyje. C/N santykio mažėjimas einant gilyn rodo N junginių absorbciją molio dalelėmis gilesniuose sluoksniuose. Visgi, vidutiniškai viso armens C/N santykis RT sistemoje buvo 3% didesnis nei CT sistemoje. Svarbu ir tai, kad nors RT sistemoje dirvožemio armens C/N santykis per 15 metų tyrimų laikotarpį padidėjo vidutiniškai 11%, tačiau tai įvyko tik didesnių teigiamų pokyčių 0-10 cm sluoksnyje dėka. Tai įrodo didesnis stratifikacijos koeficientas RT sistemoje nei CT sistemoje (12 lentelė).

13 lentelė. C-org ištekliai (Mg ha-1), taikant ariminę (CT) ir neariminę (RT) skirtingo intensyvumo technologijas bei C-org sekvestracijos RT sistemoje pranašumas prieš CT per 15 metų

Šiaudai	Tręšimas	0-10 cm			10-20 cm		
		C-org t/ha		Vidutinis RT pranašumas t/ha per metus	C-org t/ha		Vidutinis RT pranašumas t/ha per metus
		Ariminė technologija CT	Neariminė technologija RT		Ariminė technologija CT	Neariminė technologija RT	
1	2	3	4	5 (4-3)/15	6	7	8 (7-6)/15
Vidutinio sunkumo priemolis							
Įterpti	Intensyvus	17,11	20,86	0,25	17,71	19,43	0,11
	Įprastinis	18,55	20,55	0,13	18,55	19,23	0,05
Smėlingas lengvas priemolis							
Įterpti	Intensyvus	15,59	16,09	0,03	15,30	14,17	-0,08
	Įprastinis	15,18	17,17	0,13	15,38	14,12	-0,08

Ar tikslinga visuose dirvožemiuose taikyti neariminį žemės dirbimą (RT) manant jog jis garantuos didesnes organinės C sankaupas, nei tradicinis žemės dirbimas (CT)? LAMMC ŽI tyrimai parodė, kad tik sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiuose neariminės technologijos (RT) - tiek intensyvios, tiek ir įprastos - efektas C-org sankaupoms yra ryškus visame ariamajame (0-20 cm) dirvos sluoksnyje (13 lentelė). Tuo tarpu, projekte analizuojamame smėlingo lengvo priemolio

dirvožemyje toks efektas pastebimas tik viršutiniame (0-10 cm) dirvos sluoksnyje. Be to, intensyvinant veiklą, C-org sankaupų didėjimo potencialas RT sistemoje faktiškai prilygsta C-org sankaupų augimui CT sistemoje. Na, o 10-20 cm dirvos sluoksnyje C-org sankaupų augimui efektyvesnis buvo CT sistemos, bet ne RT sistemos ilgametis taikymas.

2.1.2. Dirvožemio fizikinės savybės

Dirvožemio agregatų patvarumo kitimas 2000-2015. Dirvos struktūringumo išsaugojimas ir gerinimas svarbi užduotis norint išsaugoti dirvožemio tvarumą ir funkcionalumą. Struktūringumas – tai platus kompleksas, apimantis daug skirtingų rodiklių – agregatų pasiskirstymą, jų patvarumą, porų struktūrą ir pasiskirstymą, granuliometrinę sandarą. Dirvožemio agregatų (grumstelių) stabilumas yra vienas svarbiausių gero dirbamų dirvų struktūringumo požymių. Nuo jo priklauso vandens patekimas į augalų šaknų zoną, o dalelių išsidėstymas lemia ir porų erdvinį pasiskirstymą. Ir ne tik intensyviai dirbamose dirvose. Tuo atveju, kai agregatus veikiančios išorinės jėgos yra stipresnės nei juos rišančios jėgos, silpnesnieji agregatai yra suardomi ir dirvos struktūringumo kokybė blogėja. Vienareikšmės nuomonės apie dirvožemio agregatų patvarumą pasaulio mokslo visuomenėje nėra. Vieni teigia, kad patvarumą mažina intensyvus žemės dirbimas, kiti teigia kad žemės dirbimo įtaka yra neesminė. Tačiau atkreiptinas dėmesys, kad visi tyrėjai daugiausiai rašo apie kurios nors konkrečios pasaulio zonos dirvožemius, todėl, suprantama, ir nuomonės yra skirtingos.

Dirvožemio struktūrą apibūdina dirvožemio agregatai, kurių skersmuo svyruoja nuo 0,25 iki 10 mm. Vertingiausi agronominiu požiūriu yra tokie, kurie nesuyra veikiami vandens ir išlaiko savo patvarumą ilgą laiką. Žemės dirbimas padidina vandenyje patvarių agregatų kiekį, tačiau tik tada, kai yra tinkamos dirvožemio drėgmės sąlygos. Agronominiu požiūriu vertingiausi yra 1-5 mm dirvožemio agregatai /Tindžiulis, 1979/.

Dirvožemio struktūringumą apibūdina struktūringumo koeficientas. Kuo didesnis dirvožemio struktūringumas (K) savo skaitmenine išraiška, tuo geresnė dirvožemio struktūra /Nerpin, Chudnovkij, 1967/.

Intensyvus žemės dirbimas turi nepageidaujamų pasekmių – padidėja vandens erozija ir mechaninė dirvožemio erozija, nestruktūringuose dirvožemiuose dirvožemio paviršiuje susidaro pluta. Dirvožemio pluta – tai paviršinis dirvožemio sluoksnis, kurio storis siekia nuo keleto mm iki keleto cm ir kuris pasižymi didesniu tankiu, kietumu kai sausas, nei dirvožemis esantis žemiau jo. Ariant keletą metų iš eilės tuo pačiu gyliu, susiformuoja armens padas, kuris trukdo augalų šaknų augimui. Armens padas – tai dirvožemio horizontas arba jo dalis, turintis ženkliai padidėjusį tankį, mažą poringumą bei mažą vandens pralaidumą, lyginant su virš jo arba po juo esančiu dirvožemiu.

Dažnas žemės dirbimas oksiduoja ir skaido organinę medžiagą bei anglį. Sumažėjus organinės anglies kiekiui, sumažėja agregatų patvarumas, sulėtėja vandens infiltracija. Tradicinio žemės dirbimo pasekmė ta, jog jis veda prie vis didėjančios dirvožemio struktūros blogėjimo ir poringumo mažėjimo /Lal ir kt., 1980/.

Dirvožemyje esantis dumblo dalelių kiekis ir humuso frakcijos nulemia dirvožemio struktūrą bei sąlygoja natūralių dirvožemio agregatų kiekį. Dirvožemio struktūrai didelę įtaką turi klimato pasikeitimai, biologinis dirvožemio aktyvumas bei antropogeninė veikla. Dirvožemio struktūra tiesiogiai įtakoja bendrą dirvožemio poringumą, individualių porų dydį, jų konfigūraciją bei porų pasiskirstymą dirvožemyje /Hillel, 1991/. Struktūringi dirvožemiai labiausiai tinkami žemės ūkio augalams auginti. Jie būdami poringi gali sukaupti didesnį vandens kiekį, reikalingą augalų augimui.

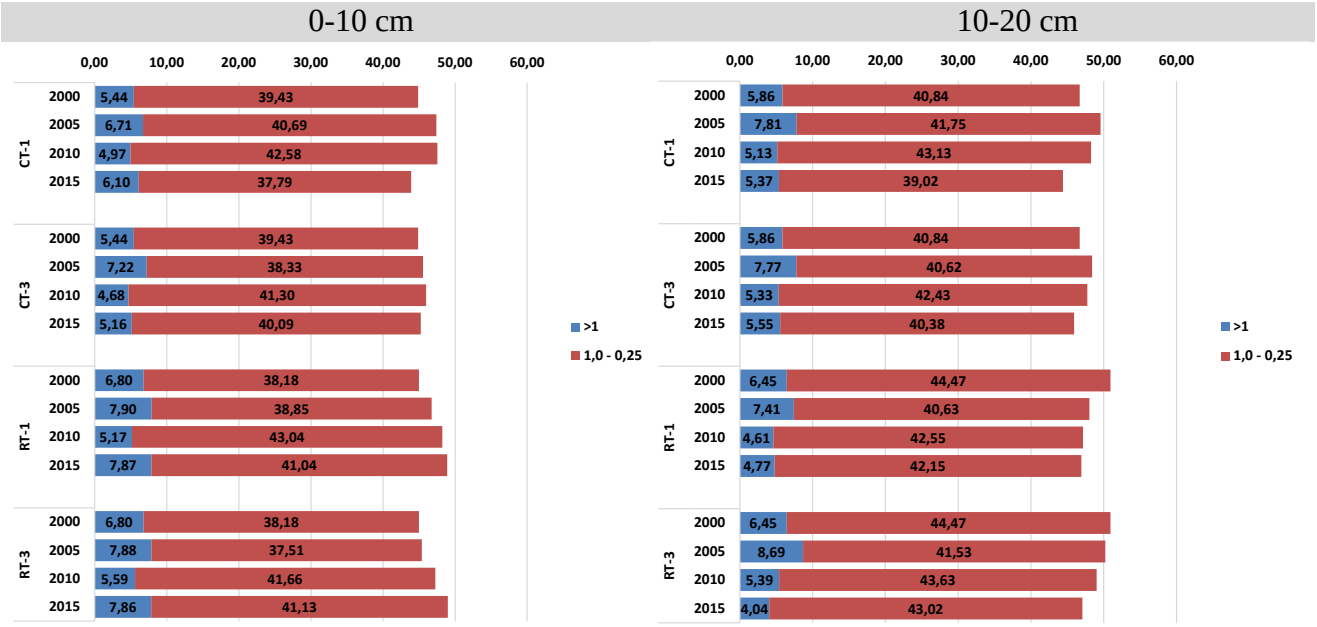
Dirvožemiai, turintys pakankamą dumblo dalelių kiekį, gali sujungti palaidus pirminius elementus į struktūrinius vienetus – agregatus. Dumblo dalelės, turėdamos savybę brinkti ir susitraukti, yra kaip cementuojanti medžiaga agregatų susiformavime. Dumblo dalelės apgaubia mažus agregatus bei smulkiadispersines dirvožemio daleles ir taip pritraukia vienus prie kitų.

Ataskaitoje pateikiame pirmųjų trijų sėjomainos rotacijų (2000-2015 m.) rezultatus. 2020 m. dirvožemio ėminiai jau yra paimti, tačiau laboratorinės analizės dar neužbaigtos.

Smėlingame lengvame priemolyje dirvožemio agregatų (>0,25 mm) patvarumas eksperimento įrengimo metais 0-10 cm dirvos sluoksnyje svyravo 44,86-44,98 proc.vnt., o 10-20 cm sluoksnyje 46,70-50,92 proc.vnt. ribose. Patvarūs agregatai, >1 mm, sudarė 5,44-6,80 proc.vnt. Ilgalaikis skirtingo žemės dirbimo taikymas lėmė agregatų patvarumo pokyčius. CT sistemoje penkioliktaisiais eksperimento metais visų agregatų patvarumas beveik nepakito 0-10 cm dirvos sluoksnyje, o gilesniame 10-20 cm sluoksnyje jis nežymiai sumažėjo (vidutiniškai 3%). Tuo tarpu RT sistemoje, 0-10 cm dirvos sluoksnyje agregatų patvarumas per šį laikotarpį padidėjo vidutiniškai 9% , o gilesniame 10-20 cm sluoksnyje sumažėjo vidutiniškai 8%. Tad galima teikti, jog taikant neariminį žemės dirbimą (RT), dirvožemio agregatų patvarumas pagerėjo labiau nei CT žemės dirbimo sistemoje, tačiau tik viršutiniame 0-10 cm dirvos sluoksnyje (7 pav.).

Beje, RT sistemos taikymas labiausiai pagausino >1 mm vandenyje patvarių dirvožemio agregatų kiekį 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje (vidutiniškai 16%). Agronominiu požiūriu, tai yra gerai, kadangi kuo daugiau yra vandenyje patvarių agregatų, tuo stabilesnė dirvožemio struktūra. Tokiuose dirvožemiuose po intensyvaus liūtinio lietaus dirvos nėra suplakamos, nesusidaro pluta. Visgi, gilesniame 10-20 cm dirvos sluoksnyje, RT sistemoje vandenyje patvarių >1 mm agregatų kiekis kritiškai sumažėjo (vidutiniškai 32%). Tręšimo įtaka agregatų patvarumui buvo neesminė.

Lengvesnės granuliometrinės sudėties dirvų viršutiniame sluoksnyje, padidėjus organinės medžiagos kiekybiniam įnešimui, tikėtina reliatyviai padidėjo fiziškai apsaugota organinės medžiagos proporcija agregatuose, o tai galėjo lemti ir patvarumo padidėjimą. Taigi, ilgalaikis žemės dirbimo intensyvumo minimalizavimas gali lemti teigiamus agregatų patvarumo rezultatus dirvos viršutiniame (0-10 cm), bet nebūtinai gilesniame (10-20 cm) sluoksnyje ir poarmenyje (20-40 cm).



7 paveikslas. Dirvožemio agregatų patvarumo kitimas skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

Dirvožemio bendrasis poringumas ir porų pasiskirstymas. Dirvožemio porų pasiskirstymas lemia augalų aprūpinimą vandeniu, vandens pertekliaus migraciją į gilesnius dirvožemio sluoksnius ir užmirkimo prevenciją, deguonies ir augalų mitybos elementų apykaitą. Dirvožemio porų pasiskirstymas – tai tik vienas iš parametrų, apibūdinančių porų struktūrą. Nors nėra detalizuojama porų geometrija ir tarpusavio jungtys, tačiau porų skersmuo ir pasiskirstymas pagal jį - tai vienas iš rodiklių, galinčių iliustruoti dirvožemio fizikinę būklę ir gebą išlaikyti bei filtruoti vandenį.

Taikant ir ariminį, ir neariminį žemės dirbimo būdą, fiksuojami neigiami procesai, vykstantys šalies dirbamose dirvose – didėja jų suslėgimas. Tai aiškiai pastebima ankstyvą pavasarį, kai dirbamuose laukuose stovi paviršinio vandens telkiniai, vėluoja dirvų džiūvimas, kartu ir sėja. Kai kur ne tik ankstyvą pavasarį, bet ir vidurvasarį, gausiau palijus, laukuose jau telkšo paviršinis vanduo – tai ženklas, kad dirvos „serga“.

Naši, bet labai sunki technika (žemės dirbimo padargai, sėjamosios ir traktoriai) itin suslegia dirvožemį – prastėja jo struktūra, didėja tankis, kietumas, mažėja bendrasis poringumas. Labai retai bendrasis dirvožemio poringumas siekia 50 proc. viso jo tūrio, dažniausiai jis būna kur kas mažesnis. Neretai suslėgto dirvožemio bendrasis poringumas sumažėja iki 25 procentų. Labai sutankėjusiame dirvožemyje augančių augalų šaknys deformuojasi, jie nebegali pasisavinti gilesniuose sluoksniuose esančių maisto medžiagų. Sutankėjęs dirvožemis mažiau sukaupia ir drėgmės.

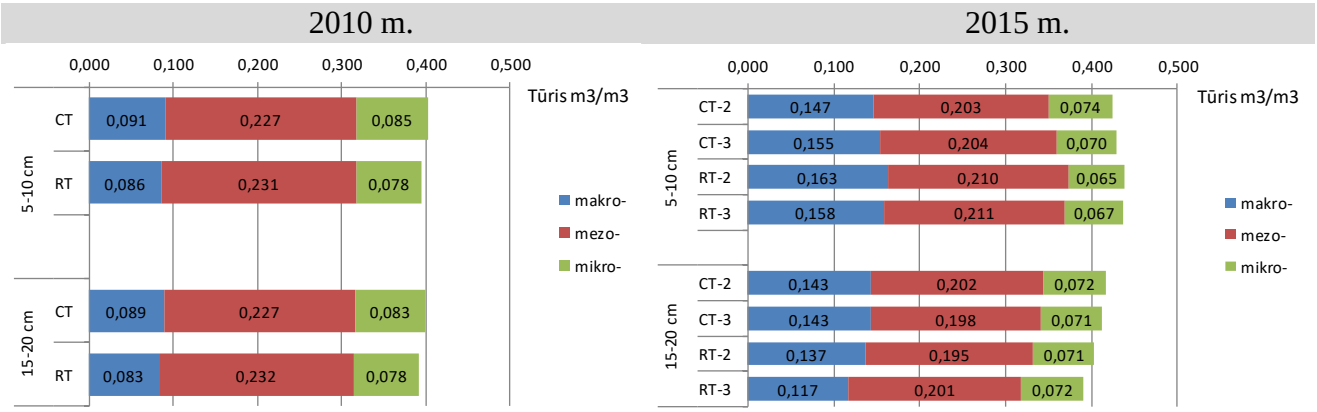
Dirvožemio poringumas – dirvožemio visų tuštumų tūris (%), tenkantis dirvožemio tūrio vienetui. Dirvožemio tuštumose gali būti vanduo arba oras. Bendras poringumas – tai visų dirvožemyje esančių porų suma. Kietosios dirvožemio dalies išsidėstymas ir susiklojėjimas apsprendžia jo poringumą. Visumoje, mineralinių dirvožemių bendras poringumas gali svyruoti nuo 20 iki 70 %. Smėlingų dirvožemių bendrasis poringumas siekia 35-50%, tuo tarpu sunkios granuliometrinės sudėties dirvožemių šis rodiklis būna 40-60%. Suslėgtų dirvožemių poarmeniniame sluoksnyje bendras poringumas būna mažesnis nei 25-30%.

Didžiausią įtaką dirvožemio poringumo pokyčiams turi dirvožemio purenimas ar jo suslėgimas. Mechaninis žemės dirbimas tam turi didžiausią įtaką. Dirvų arimas padidina bendrą ir aeracinį poringumą, ir bendras dirvožemio poringumas būna pats didžiausias iš karto po arimo. Tačiau arimo įtaka dirvožemiui yra tik laikina ir einant laikui jo įtaka vis mažėja. Gilesnis dirvų purenimas gali laiduoti ir gilesnį augalų šaknų augimą, platesnį jų išsidėstymą. Tačiau, nors ir kaip gerai būtų supurentas dirvožemis, jis vis viena einant laikui natūraliai atstato jam būdingą poringumą /Alblas, 1987/. Dirvų kalkinimas, tręšimas organinėmis trąšomis yra veiksniai, kurie netiesiogiai didina dirvožemių poringumą. Šios priemonės didina agregatų patvarumą ir jų dydį. Kaip taisyklė, dirvožemio poringumas mažėja, didėjant dirvožemio dalelių skersmeniui. Jei smėlio dirvožemių poringumas svyruoja tarp 36-43 %, tai molio dirvožemių poringumas būna 51-58 %. Be to, podirvio (B horizontas) poringumas visuomet yra mažesnis nei armens dėl jo natūralaus susislėgimo veikiant jį armens dirvožemio masei bei antropogeniniams ir klimato veiksniams.

Dirvožemio poringumo bei vandentalpos savybių tyrimai LAMMC ŽI pradėti tik 2010 m., įsigijus reikalingą laboratorinę įrangą. Ataskaitoje pateikiame rezultatus tik iš antrosios ir trečiosios sėjomainos rotacijų (2010 ir 2015 m.) (8 pav.). 2020 m. nesuardyti dirvožemio ėminiai jau yra paimti, tačiau laboratorinės analizės dar neužbaigtos; rezultatai bus pateikti 2021 m. tarpinėje ataskaitoje.

2010 m. supaprastintas žemės dirbimas (seklus neariminis) Vidurio Lietuvos smėlingo lengvo priemolio dirvožemiuose nenulėmė esmingai didesnio bendrojo poringumo visame armenyje nei tradicinis žemės dirbimas (skutimas+arimas).

Baigiantis trečiajai sėjomainos rotacijai (2015 m.) supaprastintas žemės dirbimas (seklus neariminis) smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje nulėmė esmingai didesnį bendrąjį poringumą nei tradicinis žemės dirbimas (skutimas+arimas), tačiau tik viršutiniame 0-10 cm dirvos sluoksnyje. Gilesniame 10-20 cm armens sluoksnyje, supaprastinto žemės dirbimo sistemose BP buvo mažesnis nei taikant tradicinį žemės dirbimą.



8 paveikslas. Dirvožemio porų pasiskirstymas skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

Pagal porų tūrio klasifikavimą yra išskiriama: a) makro- poros, t.y. dirvožemio įtrūkimai arba kitaip – plyšiai (jų skersmuo >750 µm) bei tranzitinės poros (50–750 µm); b) mezo- poros, t.y. vandenį išlaikančios poros (0.2–50 µm) ir c) smulkiosios poros, t.y. mikroporos (<0.2 µm). Porų struktūros analizė atskleidžia detalų dirvožemio sluoksnių fizikinį vaizdą. Plyšiai leidžia migruoti į gilesnius dirvožemio sluoksnius vandens pertekliui, taip apsaugodami jį nuo užmirkimo. Tranzitinės poros užtikrina tinkamą oro ir vandens judėjimą dirvožemyje bei leidžia augti ir vystytis augalų šaknims. Poros, išlaikančios savyje vandenį, sudaro palankias sąlygas augalams pasisavinti mitybos elementus iš dirvožemio. Jų proporcija porų struktūroje reguliuoja augalų pasiekiamo vandens tūrį. Mikroporos savyje vandenį laiko taip sandariai, kad jo augalai pasisavinti tiesiogiai negali. Taigi, porų struktūroje svarbiausios yra poros, išlaikančios vandenį.

Mūsų eksperimente, 2010 m. (praėjus 10 metų nuo eksperimento pradžios) dirvožemio porų pasiskirstymas buvo panašus abiejose CT ir RT žemės dirbimo sistemose. Per penkerius metus jis šiek tiek pakito. 2015 metais RT sistemoje, 0-10 cm dirvos sluoksnyje nustatėme didesnį makro- ir mezo- porų tūrį (atitinkamai 6% ir 4%) bei 9% mažesnį mikro- porų tūrį nei CT sistemoje. 10-20 cm dirvos sluoksnyje, RT sistemoje mezo- ir mikro- porų tūris išliko panašus, kaip ir CT sistemoje,, o makro- porų tūris tapo 11% mažesnis.

Kaip ilgai bus galima taikyti neariminį žemės dirbimą gamybiniuose laukuose, labai priklausys ne tik nuo konkretaus lauko armens, bet ir nuo podirvio savybių. Jei dirvos lėtai ims pavasarį džiūti, o jų paviršiuje ilgai stovės paviršinio vandens telkiniai – tai bus požymis, jog dirvožemis tapo užmirkstančiu dėl jame vyraujančių smulkiųjų mikro- porų. Tam, kad pasirinkti tinkamą būdą dirvožemio poringumui padidinti, reikėtų nustatyti, kuriame dirvožemio gylyje randasi sutankėjęs sluoksnis. Gali būti, kad bus nustatyti susiformavę ir keli tokie sluoksniai. Vienu atveju dirvą galėtų padėti supurenti įsėti giliašakniai pupiniai augalai (raudonasis dobilas, mėlynžiedė liucerna, rytinis ožiarūtis), kitu – mechaninis purenimo būdas – beverstuvinis giluminis purenimas, arba dirvų suarimas su specialiu purenamuoju peiliu, pritvirtintu prie galinio plūgo korpuso.

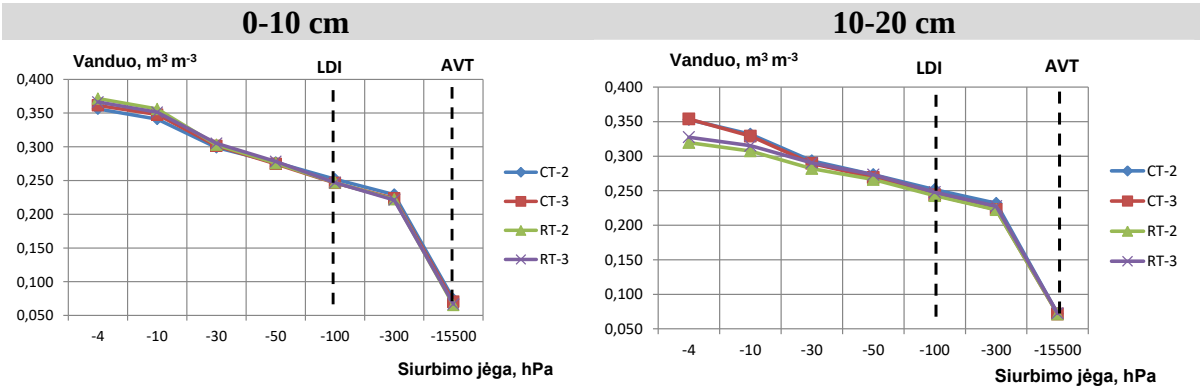
Žemės dirbimo įtaka dirvos vandentalpai. Kintant klimatui, dirvožemio drėgmės efektyvus panaudojimas tampa vienas iš svarbiausių agroekosistemos produktyvumo ir stabilumo tyrimų klausimų. Vanduo yra svarbiausias ir labiausiai žemės ūkio augalų derlių limituojantis veiksnys (Dias, Bruggemann, 2010, Basche et al., 2016). Nuo drėgmės kiekio priklauso augalų augimo greitis, C asimiliavimo ir kaupimo eiga, šaknų morfologija (Albert ir kt., 2011). Todėl manoma, kad ateityje vienas svarbiausių aplinkos veiksnių ribojančių augalų fiziologinius procesus bus vandens trūkumas (Gou ir kt., 2010; Ludwing, Asseng, 2010).

Dirvožemio vandentalpa tiesiogiai priklauso nuo dirvožemio porų struktūros, jų dydžio, formos, tęstinumo, vingiuotumo ir kt. (Moldrup et al., 2005). Porų struktūra priklauso nuo dirvožemio

granuliometrinės sudėties, OM kiekio, o taip pat nuo naudojamų agrotechninių priemonių bei kitų veiksnių, kurie įtakoja dirvožemio agregatų struktūrą (Munkholm et al., 2003; Moldrup et al., 2005; Kadžienė et al., 2011).

Teigiama, jog vienas iš galimų vandens trūkumo dirvožemyje sprendimo būdų – tausojamųjų žemės dirbimo sistemų taikymas. Daugelio tyrėjų teigimu tausojamųjų žemės dirbimo sistemų taikymas pagerina dirvožemio struktūringumą, tai leidžia geriau išlaikyti augalams prieinamą dirvožemio drėgmę (Bronick, Lal, 2005; De Vita et al., 2007, Strudley etal., 2008; Bogužas et al., 2010; Riley, 2014) ir efektyviau ją panaudoti (Sakar et al., 2007). Tačiau Lietuvoje atlikti tyrimai davė nevienareikšmius rezultatus. V. Feizos ir kt. (2010) duomenimis, įvairūs žemės dirbimo būdai, mažinant dirbimo gylį ir intensyvumą (gilus arimas → supaprastintas ariminis dirbimas → tiesioginė sėja), taikant juos trumpą laiką, neturėjo didelės įtakos armens drėgmės skirtumams.

Smėlingame lengvame priemolyje, fone be šiaudų, 0-10 cm sluoksnyje, tik > 100 µm porose nežymiai didesnis vandens kiekis buvo RT sistemoje (9 pav.). Tačiau ir mezoporose, ir mikroporose vandentalpa buvo panaši abiejose (CT ir RT) žemės dirbimo sistemose. 10-20 cm sluoksnyje, > 100 µm porų vandentalpa CT sistemoje buvo didesnė nei RT, tačiau ir mezoporose, ir mikroporose vandentalpa buvo panaši abiejose (CT ir RT) žemės dirbimo sistemose. Vadinasi, RT žemės dirbimo taikymo efektyvumas, vandentalpos palaikymo požiūriu, iš esmės prilygo CT efektyvumui.



9 paveikslas. Skirtingo žemės dirbimo įtaka moreninės kilmės *giliai karbonatingo glėjiško rudžemio* (smėlingas lengvas priemolis) vandentalpai, Dotnuva, 2019

Čia: LDI – lauko drėgmė, AVT – augalų vytimo taškas, CT-2 – įprastinis ariminis žemės dirbimas, CT-3 – intensyvus ariminis žemės dirbimas, RT-2 – įprastinis neariminis žemės dirbimas, RT-3 – intensyvus neariminis žemės dirbimas

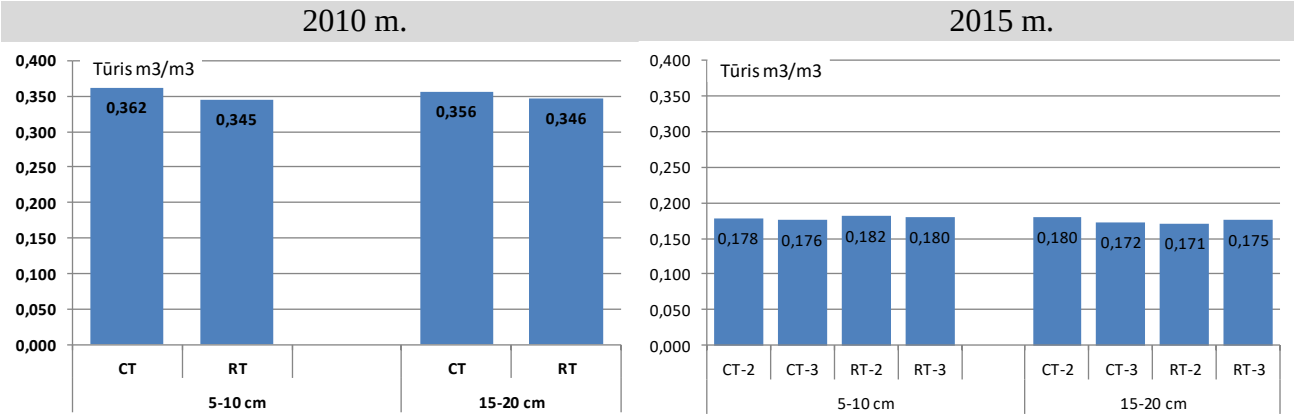
Augalams pasiekiamo vandens kiekis. Dirvožemio vandentalpos savybių tyrimai LAMMC ŽI pradėti tik 2010 m., įsigijus reikalingą laboratorinę įrangą. Todėl ataskaitoje pateikiame rezultatus tik iš antrosios ir trečiosios sėjomainos rotacijų (2010 ir 2015 m.) (10 pav.). 2020 m. nesuardyti dirvožemio ėminiai jau yra paimti, tačiau laboratorinės analizės dar neužbaigtos; rezultatai bus pateikti 2021 m. tarpinėje ataskaitoje.

Augalams prieinamo vandens (APV) kiekį dirvožemyje nulemia dirvožemio porų skersmuo. APV, esantis dirvožemio porose – tai skirtumas tarp lauko drėgmės ir ilgalaikio vytimo taško. Būtent vandeniu užpildytų porų skersmuo nulemia, kaip lengvai ar sunkiai, šaknims pavyksta išgauti vandenį iš dirvožemio.

Augalams prieinamos drėgmės kiekis dirvožemyje apima slėgio zoną dirvožemyje, siekiančią tarp 100 ir 15500 hPa. 2010 m., auginant žieminius kviečius, smėlingame lengvame priemolyje, ir 0-10 cm, ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose augalams pasiekiamos drėgmės tūris buvo atitinkamai 5% ir 3% didesnis taikant CT žemės dirbimo sistemą bet ne RT sistemą.

2015 m. taip pat auginant žieminius kviečius, 0-10 cm dirvos sluoksnyje, RT sistemoje augalams pasiekiamos drėgmės tūris buvo 2% didesnis, o 10-20 cm sluoksnyje 2% mažesnis nei CT

sistemoje. Vadinasi, ilgametis RT taikymas lėmė pagerėjusias drėgmės taupymo sąlygas, tačiau tik 0-10 cm sluoksnyje.



10 paveikslas. Augalams pasiekiamo vandens kiekis skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

Vandens kiekis 0-10 cm dirvos sluoksnyje (m^3/m^3). Prognozuojama, kad Lietuvoje didės kritulių kiekis, tačiau šlapymečiai kaitaliosis su sausromis. Kintantis klimatas, naujos žemdirbystės technologijos keičia (koreguoja) pagrindinio žemės ūkio gamybos objekto – dirvožemio – prigimtinį potencialą. Netinkamas ar (ir) nesavalaikis atskirų technologijų taikymas potencialiai didina dirvožemio terminių, mechaninių ir cheminių savybių integralumo pažeidžiamumo riziką. Klimato kaitos poveikis dirvožemiams, žemės ūkio technologijoms dar nėra pakankamai aiškus, todėl reikalingi nauji išplėstiniai tyrimai. Vakarų Europos mokslinėse studijose teigiama, kad teisingausia yra vertinti dirvožemio savybes (agrofizikines ir agrochemines) integraliai, t.y. neatsiejant jas vieną nuo kitos (W. Blum ir kt., 2006). Taip pat pabrėžiama, kad skirtingose agroklimatinėse zonose dirvožemio funkcionavimas esti nevienodas ir jo valdymui būtina parinkti gerai apgalvotas priemones.

Lietuva yra perteklinio drėkinimo juostoje (kritulių iškrinta daugiau negu išgaruoja), todėl ilgai vyravo nuomonė, kad sausrų nebūna. Tačiau jau po sausringų 1992 ir 1994 m. vasarų pradėta manyti, kad ir Lietuvoje sausrų neišvengsime. Tada Lietuvos hidrometeorologijos tarnyboje (LHMT) buvo patvirtinti tokie sausros kriterijai: a) produktyviosios drėgmės atsargos 0-20 cm dirvožemio sluoksnyje < 10 mm, 0-100 cm dirvožemio sluoksnyje < 60 mm; b) G.Selianinovo hidroterminis koeficientas HTK < 0,5.

Sausra – atmosferoje ir dirvožemyje vykstantis reiškinys, kuris atsiranda dėl kritulių trūkumo, aukštos oro temperatūros ir intensyvaus garavimo, todėl sutrinka vandens balansas ir derlius užauga mažas ar net visai žūva. Sausra, kuri trunka 3 dešimtadienius, – pavojingas reiškinys, o jei sausros trukmė > 4 dešimtadieniai – stichinis reiškinys.

Stichinės sausros dažniausiai gali pasitaikyti nuo liepos vidurio iki rugpjūčio vidurio, kai dažniausiai būna karštų ir sausų orų bei mažiausios produktyviosios drėgmės atsargos. Derlingumo sumažėjimas priklauso nuo sausros laiko. Nuo stichinių sausrų labiausiai nukenčia bulvės ir kukurūzai, nes jiems labiausiai reikia drėgmės liepos ir rugpjūčio mėn., o žieminiams ir vasariniams javams labai reikalinga drėgmė nuo vamzdelėjimo iki plaukėjimo, todėl jiems pavojingiausias drėgmės trūkumas gegužės ir birželio mėn. Nustatyta, kad keičiasi oro temperatūros eiga. Per pastaruosius du dešimtmečius pakilo rudens ir žiemos temperatūra, bet pastebima pavasario ir vasaros vidutinės temperatūros mažėjimo tendencija. Vienok, išryškėjo, kad išaugo karščio bangų (t > 30 oC) pasikartojamumas (Mikalajūnas, 2005).

Paskutiniųjų keleto metų meteorologinės suvestinės rodo, kad karščio ir sausros bangos tampa nepageidaujamu reiškiniu ir gegužės, ir birželio mėnesiais.

Drėgmės kiekis mūsų lauko bandymuose priklauso nuo meteorologinių sąlygų, dirvožemio granuliometrinės sudėties, o taikomų CT ir RT žemės dirbimo sistemų įtaka dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmei ne visada buvo ryški. Dirvožemio drėgmės kreivių svyravimai labiausiai koreliavo su kritulių kiekiu, iškritusiu per tyrimo atlikimo dekadą.

11 paveikslas. Dirvos drėgmė žieminių kviečių pasėlyje skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

2005 m. smėlingame lengvame priemolyje žieminių kviečių pasėlyje, dirvos 0-10 cm sluoksnyje balandžio-birželio mėnesių laikotarpiu drėgmė vidutiniškai kito 5,59-12,05 tūrio % ribose. Tradicinio žemės dirbimo (CT) sistemoje 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje šio laikotarpio drėgmė kito 5,87-11,60, o supaprastinto dirbimo (RT) sistemoje 5,31-12,50 tūrio % ribose (11 pav.).

Reikia pastebėti, kad smėlingame lengvame priemolyje, 2005 m. gegužės viduryje bei rugpjūčio viduryje dirvos drėgmė 0-10 cm sluoksnyje buvo mažesnė nei 6% (ženkliai žemiau už vytimo tašką). RT technologijos taikymas neprisidėjo prie drėgmės taupymo. Viso vegetacinio sezono dirvos drėgmė abiejose CT ir RT sistemose faktiškai nesiskyrė.

2010 m. dėl itin ilgai užsitęsusio žiemos įšalo atitirpimo, dirvos beveik iki birželio vidurio buvo labai drėgnos. Esminių dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmės skirtumų RT ir CT sistemose nenustatyta. Šiuo laikotarpiu vidutinė dirvos drėgmė visame lauko eksperimente buvo 19,4-20,1 tūrio proc. ir gerokai viršijo optimalios drėgmės ribą. Prasidėjus karštam sausringam laikotarpiui dirvos drėgmė sparčiai mažėjo ir liepos antroje dekadoje jau buvo žemesnė už ribinį vytimo tašką. Rugpjūčio mėnesį palijus, dirvos drėgmė staiga padidėjo ir labiausiai RT sistemoje. Vertinant skirtingų technologijų įtaką dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmei, buvo nustatyta, kad RT žemės dirbimo taikymas šiais metai nulėmė vos 3% didesnę drėgmę nei CT.

2015 metais dirvos drėgmė beveik per visą javų vegetacijos sezoną laikėsi tame pačiame lygyje. Tik birželio pabaigoje ji jau balansavo ant ribinės ribos, kai jos rodikliai buvo labai artimi vytimo drėgmei. Esminių dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmės skirtumų RT ir CT sistemose nenustatyta. Vertinant skirtingų technologijų įtaką dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmei, buvo nustatyta, kad RT žemės dirbimo taikymas šiais metai nulėmė 2% mažesnę drėgmę nei CT.

2020 metais dirvos drėgmė beveik per visą javų vegetacijos sezoną kito nežymiai. Tik birželio pabaigoje ji jau balansavo ant ribinės ribos, kai jos rodikliai buvo labai artimi vytimo drėgmei. Esminių dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmės skirtumų RT ir CT sistemose neužregistravome. Vertinant skirtingų technologijų įtaką dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmei, buvo nustatyta, kad RT žemės dirbimo taikymas šiais metai nulėmė vidutiniškai 4% didesnę drėgmę nei CT.

2.1.3. Dirvožemio kvėpavimas ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos

Klimato svyravimo poveikis aprėpia daugelį sričių, tame tarpe augalų produktyvumą ir dirvožemio geocheminius procesus. Prognozuojama, kad didės vegetacijos laikotarpio aktyviųjų temperatūrų suma ore ir dirvoje, numatomas vegetacijos laikotarpio ilgėjimas. Padidėjus vienu metu oro temperatūrai ir CO_2 koncentracija, gali stiprėti augalų fotosintezės intensyvumas. Klimato kaitos poveikis žemės ūkiui nėra pakankamai aiškus, todėl būtini išplėstiniai tyrimai, atliekant išsamią CO_2 dujų srautų sistemoje dirvožemis-augalai ir augalų fotosintezės intensyvumo sąveikos analizę.

Klimato kaitos galimų padarinių prognozavimas ir studijavimas – viena svarbiausių tyrimo sričių pasaulyje, tame tarpe ir Lietuvoje. FAO duomenimis, klimato kaita visoms šalims gali turėti dviejų rūšių padarinių: biofizikinį poveikį bei socialinį-ekonominį poveikį. Biofizikinis poveikis pasireikštų fiziologinio efekto pokyčiais atskiruose augaluose, ganyklose, miškuose; galimi kokybiniai ir kiekybiniai žemės, dirvožemio ir vandens pokyčiai; drastiškai gali padidėti įvairių žaldarių (piktžolės, kenkėjai, ligos) įtaka maisto gamybai ir t.t. (Adaptation to climate change in agriculture, forestry and fisheries: perspective, framework and priorities, FAO-2007). Klimato kaitos padariniai augalams (derlingumo ir produkcijos kokybės kitimas) ir dirvožemiui (erozija, anglies sekvestracija ir stratifikacija) tiriami įvairiose šalyse (Grace ir kt., 2006; Lal, 2007; Paul, 2006; Frederiksen, 2007). Lietuvoje klimato kaitos aplinkai poveikis analizuojamas VU, KU, LŽŪU.

Nustatyta, kad 3 pagrindinės dujos – CO_2, CH_4 ir N_2O labiausiai įtakoja nepageidaujamą klimato atšilimą mūsų planetoje. Iš minėtų trijų dujų, CO_2 įtaka šiam procesui yra pati didžiausia. Anglies dioksidui priskiriama net 57 % visų dujų įtakos klimato atšilimui (Johnson et al., 2007).

Pastangos, sumažinti „šiltnamio dujų“ koncentraciją buvo priimant Jungtinių tautų Klimato kaitos konvenciją (UNFCCC) bei pasirašant Kioto protokolą 1997 metais. Šį dokumentą jau ratifikavo 180 pasaulio valstybių. Remiantis UNFCCC, kiekviena valstybė turi atlikti savo šalies išmetamų “šiltnamio dujų” inventorizaciją, kad įvertinti emisijos mastą bei jo sumažinimo galimybes (Lokupitiya, Paustian, 2006).

20 % viso CO_2 kiekio patenkančio į atmosferą išskiria dirvožemiai. Taigi agro ekosistemos gali ženkliai įtakoti anglies dvideginio emisijos balansą (Rastogi et al., 2002). Apskaičiuota (Raich, Potter, 1995), kad suminis C kiekis visose Žemės dirvose yra 1500 Pg (1 Pg = 1015 g). V. Cole ir C. Cerri (1996) apskaičiavo buvusius dirvožemyje priešistoriniais laikais C kiekius. Jų teigimu, tuo metu, dabartinėse dirbamose pasaulio žemėse C kiekis dirvožemyje buvo 222 Pg, kai tuo tarpu C kiekis mūsų dienomis šiuo metu dirbamose pasaulio dirvose, tų pačių autorių paskaičiavimu, sumažėjo iki 168 Pg. Be to, minėti autoriai mano, kad priešistoriniais laikai buvęs C kiekis dirvožemyje galėtų būti viršutinė riba, kuri nusakytų maksimalų C kiekio galimą sukaupimo potencialą Žemės dirbamose dirvose. Mokslininkai mano, kad priešistoriniais laikais CO_2 kiekis Žemės atmosferoje siekė 270 ppm, apie 1990 metus anglies dioksido kiekis Žemės atmosferoje padidėjo iki 350 ppm (http://usgcrp.gov/ usgcrp/ nacc/ agriculture/ paul.pdf), tai 2004 metais šis kiekis jau siekė 370 ppm (Kelling, Whorf, 2005).

Didėjant globalinio klimato atšilimo pavojui vis labiau akcentuojama, kad dirvožemis yra ne tik žemės ūkio gamybos objektas, bet jis yra ir planetos ekosistemos dalis, aktyviai dalyvaujantis Žemės klimato formavimosi procesuose. Nustatyta, jog beveik 10 % viso atmosferos CO_2 yra išskiriama iš dirvožemio (Eswaran et al., 1993). Apskaičiuota, kad anglies (elemento) nuostoliai iš Europos dirbamų dirvų siekia 78 Mt per metus. Biologinis potencialas anglies sekvestracijai žemės ūkio dirvose optimizuojant žemės naudojimą galėtų siekti 90-120 Mt CO_2 ekvivalentą per metus (EU-15). Viena iš siūlomų priemonių mažinant CO_2 emisiją iš dirvožemio – platesnis bearimės žemdirbystės dirbimo diegimas ir naudojimas žemės ūkio gamyboje-praktikoje (Weiske, 2007).

Antrojoje Europos klimato kaitos programoje akcentuojama, jog turi būti pasiektas ženklus anglies dvideginio sumažinimas atmosferoje ir tai yra vienas iš svarbiausių pasaulio šalių nūdienos spręstinų uždavinių. Dokumente taip pat akcentuojama, jog žemės ūkio veikla gali ženkliai prie to prisidėti (ECCP, 2006). Teigiama, kad pasaulyje žemės ūkio gamyboje naudojamų žemių 1 m sluoksnyje yra sukaupta apie 170 Pg C (1 Pg = 1015 g). Pažymima, kad žemės ūkio veikla ženkliai prisideda prie nepageidaujamo „šiltnamio efekto“ dujų kiekio didinimo (apie 20 %) pasauliniu mastu. Vertinant anglies dioksido emisiją pasauliniu mastu ir apibendrinant tyrimus atliktus įvairiose šalyse, yra nurodoma, kad dar labai trūksta duomenų apie konkrečios šalies žemės ūkio veiklos įtaką anglies dioksido emisijai. Duomenų, apie CO_2 emisiją, kurią išskiria Lietuvos žemės ūkio veikla, taip pat nėra (Lokupitiya, Paustian, 2006).

Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka dirvožemio CO_2 emisijai. Žemdirbystės sistemos, naudojamos praktikoje, įtakoja CO_2 emisiją. Neretai, bearimė žemės dirbimo technologija, įskaitant ir tiesioginę sėją, mažina CO_2 emisiją iš dirvožemio (Alvaro-Fuentes et al., 2008). JAV mokslininkų T. West ir W. Post (2002) teigimu, taikant bearimę žemės dirbimo sistemą, didžiausia organinės anglies koncentracija būna pasiekiama po 5-10 metų, tuo tarpu susikaupusios anglies nauja pusiausvyra dirvožemyje nusistovi po 15-20, o atskirais atvejais – tik po 40-60 metų, skaičiuojant nuo minėtos žemės dirbimo sistemos naudojimo pradžios.

Bearimė žemės dirbimo sistema buvo sukurtas tam, kad sumažinti dirvų eroziją Šiaurės Amerikos Didžiosiose lygumose ketvirtajame praėjusio amžiaus šimtmetyje. Tai buvo vienintelis bearimės žemdirbystės taikymo praktikoje tikslas. Šiuo metu atliekami tyrimai, kad įvertinti šio žemės dirbimo įtaką anglies kaupimuisi dirvoje ir mažinant CO_2 emisiją į atmosferą. Visumoje, tenka pastebėti, kad dar nedaug atlikta tyrimų apie skirtingų žemės dirbimo būdų įtaką dirvožemio CO2 emisijai skirtingose klimato zonose (Fortin, 1996).

Žemės dirbimas sąlygoja CO_2 emisiją tokiu mastu, kokiu gyliu ir intensyvumu yra mechaniškai dirbama žemė. Kaip nustatė JAV mokslininkas D. Reicosky (1997), dirvas giliai ariant anglies dioksido emisija siekia 134 %, o jas tik lėkščiuojat – 58 %, o taikant tiesioginę sėją – vos 27 % nuo į dirvą įterptų augalų turimo anglies kiekio. Tai aiškiai rodo, jog intensyvus žemės dirbimas tiesiogiai didina CO2 emisiją. Jo skaičiavimu, dideli organinės medžiagos kiekiui tokiu atveju turi būti įnešami į dirvą, kad atstatyti anglies nuostolius. Mokslininkas teigia, jog 15-25 t ha-1 mėšlo kasmet turi būti įnešama į dirvą, įskaitant lauke paliekamas augalines liekanas (šiaudus ir pan.) kad atstatyti anglies nuostolius ariant dirvas Šiaurės Amerikos sąlygomis.

JAV atlikti tyrimai parodė (Kessavalou, 1998), jog taikant tiesioginę sėją, CO_2 emisija buvo mažesnė (7,6 kg C ha^{-1} per dieną) palyginus su arta dirva (10,4 kg C ha^{-1} per dieną). D. Curtin ir kt. (2000) nustatė, jog tiesioginė sėja taip mažina CO_2 emisiją (20-25 %), palyginus su arta dirva. Autorių teigimu, mažesnę anglies dioksido emisiją lėmė lėtesnė augalinių liekanų mineralizacija dirvoje. Kanadoje atlikti tyrimai parodė (Ellert, Janzen, 1999) nors intensyvus žemės dirbimas ir didina anglies dioksido emisiją 2-4 kartus lyginant su bearimiu žemės dirbimu, tačiau jau po 24 val. CO_2 emisija ženkliai sumažėja ir ji sugrįžta į pradinę būklę. D. Reicosky ir M. Lindstrom (1993) teigimu, didžiausia CO_2 emisiją iš įdirbtos rudenį dirvos būna per pirmąsias 19 dienų po mechaninio žemės purenimo-dirbimo. Be to, kuo gilesnis žemės dirbimas ir kuo daugiau didesnio skersmens dirvožemio porų (tuštumų, ertmių) lieka po žemės dirbimo, tuo anglies dvideginio emisija būna intensyvesnė. Kaip parodė S.A. Prior ir kt. (2004) atlikti tyrimai, seklus priešsėjinis žemės dirbimas pavasarį neturėjo ženklesnės įtakos CO_2 emisijai, kai tuo tarpu dirvų arimas rudenį CO_2 emisiją padidino, palyginus su nedirbta dirva. H. So ir kt. (2001) nustatė, jog bearimės žemės dirbimo technologijos taikymas sumažino CO_2 emisiją iki 4,3 Mt per metus, lyginant su arta dirva. Kaip parodė tyrimai, CO_2 emisija iš dirvožemio yra proporcinga mechaniškai supurento dirvožemio tūriui (Reicosky, Archer, 2007). Jei suarus dirvą 28 cm gyliu CO_2 emisija siekė 2445 g CO_2 m^{-2}, tai ją suraus 20, 15 ir 10 cm gyliu, CO_2 emisija buvo, atitinkamai: 1939, 1588 ir 891 g CO_2 m^{-2}.

Mechaninis žemės dirbimas įtakoja visas fizikines dirvožemio savybes, o ypač – struktūrą, poringumą, o tuo pačiu ir bendrą dirvožemio aeraciją. Tačiau, dėl didelio dirvožemio biologinio aktyvumo ir fizikinių dirvožemio savybių pasiskirstymo laike ir erdvėje, yra labai apsunkinamas žemės dirbimo įtakos vertinimas, tiriant dirbtos dirvos CO_2 emisiją. Literatūroje sutinkama visa eilė paaiškinimų, dėl kokių priežasčių žemės dirbimas gali įtakoti biologinį dirvožemio aktyvumą ir didinti CO_2 emisiją iš dirvožemio, dėl to, kad 1) mechaniškai purenant dirvą atsiveria didelės poros; 2) anglies dvideginis esantis dirvožemio porose mechaniškai išspaudžiamas į atmosferą; 3) pasikeičia fizikinės dirvožemio savybės (sumažėja tankis, padidėja oro laidumas, padidėja oro difuzijos srautai); 4) mechaniškai purenant dirvą suardomi agregatai ir išlaisvinama organinė medžiaga, kuri anksčiau buvo neprieinama mikroorganizmų veiklai; 5) mikroorganizmų klasteriai (sankaupos) mechaniškai paskleidžiamos dirvožemyje ir jie atsiduria ten, kur suranda iki tol dar nenaudotos organinės medžiagos savo veiklai suintensyvinti ir 6) Dirvožemio agregatų viduje yra anaerobinės sąlygos, todėl jų suardymas suaktyvina aeraciją ir dirvožemio mikrobiologinę veiklą. Taigi, keičiant dirvožemyje esančių porų tūrį (erdvę) bei jas modifikuojant, nepriklausomai ar dirvožemis butų purenamas ar suslegiamas, neišvengiamai vyksta CO_2 emisija iš dirvožemio. Pastebėta, jog mechaniškai įdirbus žemę, CO_2 emisija intensyviausiai vyksta per pirmąsias 30 min., o jau po 8 valandų, anglies dioksido emisija sumažėja iki foninio lygio. Pirmą kartą supurenus dirvožemį, CO_2 emisija būna iki 69 % didesnė, nei jį purenant antrą kartą (Otten et al., 2000, Watts et al., 1999).

Dirvožemio kvėpavimas. Nustatyta, kad dirvožemyje C yra du kartus daugiau negu atmosferoje ir tris kartus daugiau augaluose, todėl dirvožemio kvėpavimo ir C pokyčių tyrimai yra labai svarbūs (Granier *et al*., 2000; Han *et al*., 2007). Dirvožemio kvėpavimas parodo C emisiją iš dirvožemio į atmosferą, kuri yra svarbi bendro C apytakos dalis (IPCC, 1996; Buchmann, 2000; Schlesinger, Andrews, 2000). Dirvožemio kvėpavimą sudaro atskiri biologiniai procesai: mikrobų kvėpavimas, šaknų bei faunos kvėpavimas, kuris vyksta dirvožemio paviršiuje ir kuriame randasi pagrindinė

augalų šaknų masė (Rastogi *et al*., 2002). Dirvožemio kvėpavimas, tiriant CO_2 emisiją iš dirvožemio paviršiaus, yra plačiai naudojamas tyrimo metodas vertinant dirvožemio biologinį aktyvumą (Hoogberg *et al*., 2001).

Dirvožemio kvėpavimas yra svarbus veiksnys tiriant ekosistemose vykstančius pokyčius dėl klimato kaitos. Agro-ekosistemos, yra sudėtinė ekosistemų todėl, žemės ūkio veiklos įtaka anglies sekvestracijai (kaupimuisi) bei jos emisijai yra neabejotina (Freibauer *et al*., 2004; Smith, 2004; Han *et al*., 2007). Net 12 % Žemės sausumos yra naudojama žemės ūkio reikmėms (Verma *et al*., 2005). Tačiau, C dinamika yra labai mažai tyrinėta agro ekosistemose, palyginus su kitomis ekosistemomis. CO_2 emisija iš dirvožemio yra tinkamas indikatorius įvertinant bendrą biologinį dirvožemio aktyvumą ir dažnai naudojamas atliekant anglies dioksido ciklo tyrimus.

Dirvožemio kvėpavimo tyrimams plačiausiai naudojamas uždaros kameros matavimo metodas (Maestre, Cortina, 2003; Reth *et al*., 2004; Melling *et al*., 2005). Šis metodas įgalina atlikti dirvožemio temperatūros (Buchmann, 2000; Janssens, Pilegaard, 2003) bei dirvožemio drėgmės matavimus (Epron *et al*., 2004; Sotta *et al*., 2004), o taip pat jų nustatyti jų tarpusavio sąveiką tuo pačiu laiku (Tufekcioglu *et al*., 2001; Lee *et al*., 2002; Tang, Baldocchi, 2005; Han *et al*., 2007).

Dirvožemio kvėpavimo tyrimas *in situ* yra priimtinas metodas norint įvertinti santykinį dirvožemio kvėpavimą – mikrobų, šaknų ir faunos aktyvumą (Adams *et al*., 1990). Dirvožemio kvėpavimas yra sudėtingas kompleksinis procesas, į kurio sudėtį įeina pirminis bei vėlesni dirvožemio organinės medžiagos irimo procesai, augalų liekanų irimas, mikroorganizmų irimas ir kvėpavimas bei šaknų kvėpavimas ir jų irimas (Kuzyakov, 2006). Manoma, kad augalų šaknų kvėpavimas sudaro apie 50 % viso dirvožemio kvėpavimo.

Augalai turi didelę įtaką anglies dvideginio apykaitai. Kvėpuodami augalai sunaudoja didelius CO_2 kiekius, tačiau irdami ir pūdami, jie sukauptą anglies kiekį išskiria į aplinką (IPNI, 2007). Dirvožemio kvėpavimas įvairuoja auginant ne tik skirtingus augalus, bet ir tarp tos pačios rūšies augalų, auginant juos skirtingomis sąlygomis. Tai leidžia teigti, jog sudarant atitinkamas aplinkos sąlygas bei auginant skirtingus augalus, galima įtakoti C emisiją. Gana plačius dirvožemio kvėpavimo tyrimus atlieka JAV mokslininkai. JAV atliktuose tyrimuose nustatyta (Conant *et al*., 2000), jog dirvožemio kvėpavimą labai įtakoja dirvoje esančio C kiekis (telkinys) bei dirvožemio drėgmė. Be to, didėjant oro temperatūrai ir mažėjant dirvos drėgmės kiekiui, dirvožemio kvėpavimas lėtėjo. Tik laikotarpiais, kuomet dirvožemio drėgmės kiekis buvo didesnis nei 200 g H_2O kg^{-1} dirvožemio, dirvožemio kvėpavimas labai priklausė nuo dirvos temperatūros. Intensyviausias dirvos kvėpavimas buvo nustatytas vėlyvo pavasario, vasaros ir ankstyvo rudens laikotarpiu. Tai sudarė 75 % viso metinio dirvožemio kvėpavimo kiekio. Vieni autoriai teigia, kad net ir negausūs, trumpalaikiai lietūs suaktyvina CO_2 emisiją iš dirbtos dirvos (Prior *et al.*, 1997), tuo tarpu kiti (Reicosky, Lindstrom, 1993) mano, jog lietus gali trumpam laikotarpiui (keletui dienų) prislopinti CO_2 emisiją iš dirvos, o po lietaus išsiskiriančio anglies dioksido kiekio maksimumas nėra toks didelis, kaip kad manoma.

Tyrimuose, atliktuose centrinėje Ajovoje nustatyta (Tufekcioglu *et al*., 2001), jog vidutinis dirvožemio kvėpavimas dienos metu siekia nuo 0,14 iki 6,7 g C m^{-2} per dieną. Didesnis dirvos kvėpavimas buvo daugiamečių žolių lauke nei dirbamose dirvose, kuriose augo žemės ūkio augalai. Daugiamečių žolių lauke siekė 1030-1220 g C m^{-2} per metus, o lauko augalų lauke – 740-750 g C m^{-2} per metus. Šie tyrimai rodo, kad dirvožemio kvėpavimą labai įtakoja augalinės dangos tipas. J. Raich ir A. Tufekcioglu (2000) atlikti tyrimai parodė, jog dirvose, kuriose augo augalai, dirvožemio kvėpavimas buvo apie 20 % didesnis nei šalia esantys laukai – be augalinės dangos (juodas pūdymas), tačiau skirtumai statistiškai buvo nepatikimi. Atskirais atvejais aukštesnė dirvos temperatūra juodo pūdymo lauke didino dirvožemio kvėpavimą. Autoriai daro išvadą, kad juodo pūdymo laukas mažina C stratifikaciją (sankaupas) dirvoje ir jo laikymas žemės ūkio gamyboje yra nenaudotinas. Be to, minimi tyrimai parodė, jog dirvoje, kurioje augo daugiametės žolė, anglies dvideginio emisija buvo 25 % didesnė nei lauke, kuriame augo žemės ūkio augalai. Panašius tyrimo rezultatus gavo ir Hauggaard-Nielsen ir kt. (1998), kur buvo nustatyta, jog CO_2 emisija iš juodo pūdymo lauko buvo 25

% mažesnė (15 kg CO_2-C ha^{-1} per dieną) nei iš sekliai įdirbtos dobilienos (20 kg CO_2-C ha^{-1} per dieną). Deja, erdvinė anglies dioksido emisijos variacija buvo didelė ir variacijos koeficientas atskirais atvejais variacijos koeficientas (CV) siekdavo iki 60 %. Suomijoje atliktais tyrimais nustatyta (Martikainen *et al*., 2004), jog anglies dioksido emisija iš dirvožemio, kuriame augo vasariniai miežiai buvo didesnė (7500 kg CO_2 ha^{-1}), nei auginant daugiametes žoles (1500 kg CO_2 ha^{-1}). 2 lentelėje pateikiami naujausi duomenys apie skirtingo dirvų naudojimo įtaką atskirose šalyse dirvožemio kvėpavimo intensyvumui (Raich, Tufekcioglu, 2000).

J. Raich ir A. Tufekcioglu (2000) atlikti tyrimai parodė, kad žemės ūkio augalų šaknys CO_2 emisiją iš dirvožemio padidina 12-38 %, palyginus su dirva, kurioje neauga augalai. Be to, buvo nustatyta, kuomet atskiruose laukuose juodo pūdymo laukuose dirvožemio kvėpavimas buvo intensyvesnis nei tuose, kuriuose augo žemės ūkio augalai (14 lentelė). Tai patvirtino išvadą, kad augalų rūšis ir aplamai dirvoje augantys augalai turi nedidelę įtaką bendrajam dirvožemio kvėpavimo intensyvumui.

14 lentelė. Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas

Šalis	Augalinė danga	Laikotarpis	Dirvožemio kvėpavimas (g C m^{-2} per dieną)
Brazilija	Višžalis miškas	Viena diena	2,96
	Ganykla	Viena diena	4,19
Kanada	Ganykla	Augalų vegetacijos laikotarpis	2,06
	Miežiena	69 dienos	3,94
	Pūdymas	69 dienos	5,20
Vokietija	Miškas išplautžemyje (*luvisol*)	Metinis	1,30
	Žemės ūkio augalai išplautžemyje (*luvisol*)	Metinis	1,13-1,71
	Miškas jauražemyje (*podzol*)	Metinis	0,80
	Žemės ūkio augalai jauražemyje (*podzol*)	Metinis	1,52-1,80
Rusija	Pūdymas	Augalų vegetacijos laikotarpis	0,45
	Ganykla	Augalų vegetacijos laikotarpis	0,94
	Rugiena	Augalų vegetacijos laikotarpis	0,97
	Bulviena	Augalų vegetacijos laikotarpis	0,70

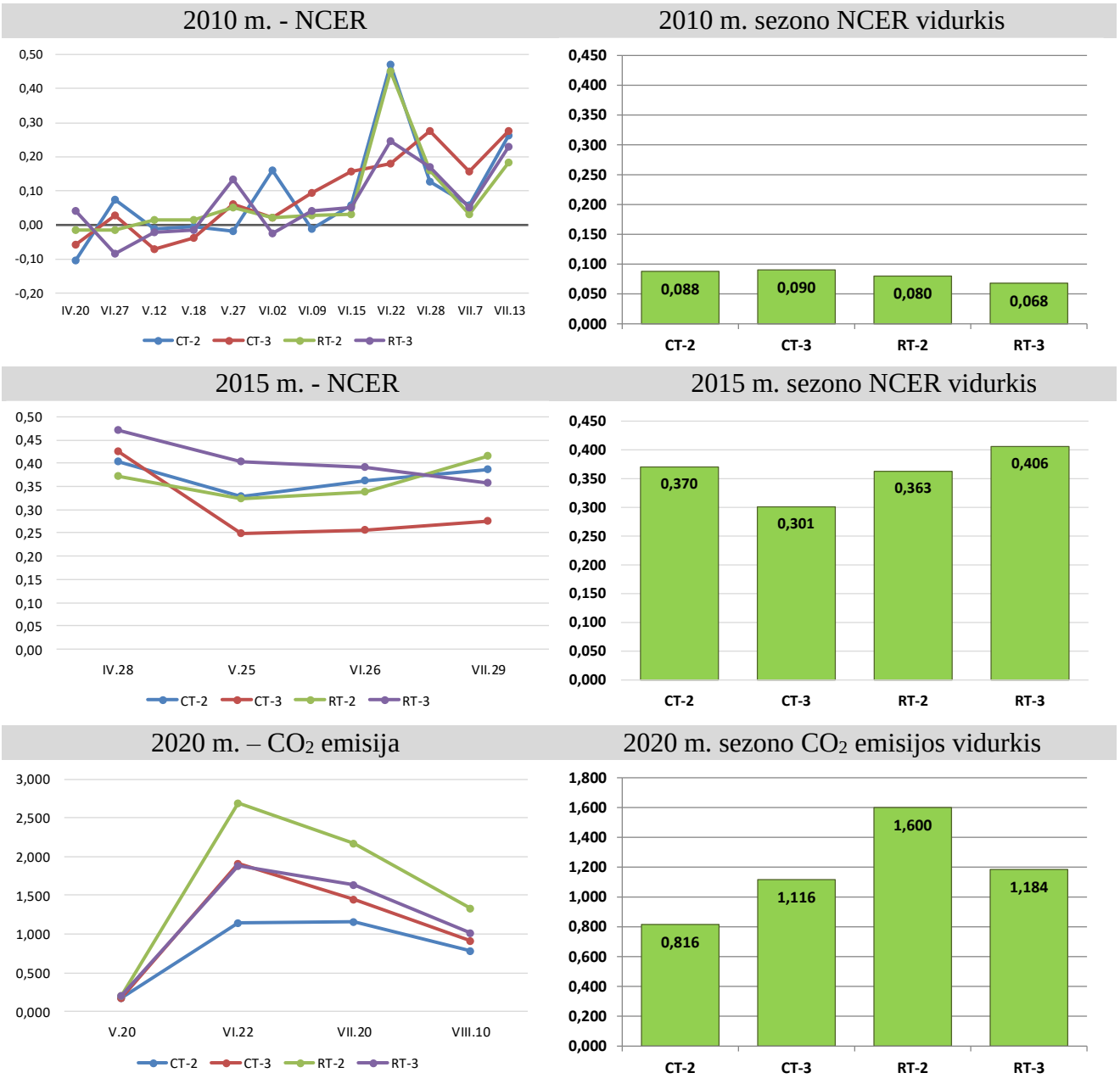
Dirvožemio kvėpavimui būdinga didelis erdvinė variacija bei pasiskirstymas laike, įskaitant žolynus bei dirbamus laukus, ar žemės ūkio pasėliais apsėtas dirvas (Xu, Qi, 2001; Franklin, Mills, 2003; Maestre, Cortina, 2003). Augalinės dangos heterogeniškumas, nevienodas šaknų pasiskirstymas dirvoje bei dirvožemio fizikinių savybių įvairovė tame pačiame lauke sąlygoja ir didelį erdvinį dirvožemio kvėpavimo skirtingumą (Epron *et al*., 2004; Tang, Baldocchi, 2005).

Dirvožemio CO_2 dujų apykaitos tyrimai LAMMC ŽI pradėti 2010 m., įsigijus reikalingą nešiojamąją įrangą (12 pav.). Ataskaitoje pateikiame rezultatus tik iš 2010, 2015 ir 2020 m. matavimų.

LcSRS-1000 (NCER matavimams) LI-8100A (CO_2 emisijos matavimams)

12 paveikslas. Dirvos NCER ir analizatoriai

2010-ieji metai buvo itin nepalankūs dirvožemyje vykstantiems gyvybiniams procesams. Dėl gausaus ir dažno lietaus, dirvos buvo šlapios ar net labai šlapios. Dėl šios priežasties, per visą tyrimo sezoną dirvožemio CO_2 dujų apykaitos intensyvumas (NCER) buvo ypatingai žemas (13 pav.). Drėgnais metais, NCER nesiskyrė kaip skirtingo intensyvumo žemdirbystės laukuose, taip ir skirtingų augalų pasėliuose. Javai dėl drėgmės pertekliaus pradėjo gelsti, ypač ekologiniuose laukuose. Intensyvios žemdirbystės laukuose šis reiškinys nebuvo toks ryškus. Jį sumažino javų tręšimas azoto trąšomis. Žiemkenčių vegetacija prasidėjo kovo mėnesio pabaigoje, t. y. apie savaitę anksčiau, nei daugiamečiai rodikliai. Balandį dėl kontrastingų orų ir didelių temperatūrų svyravimų dieną ir naktį sąlygos žieminiams augalams buvo nepalankios. Dėl užsitęsusio ankstyvojo pavasario (vėliau išėjusio pašalo) ir šlapių dirvų, augalų vystymasis sulėtėjo. Augalams dygti buvo nepalankus apysausis viršutinis dirvožemio sluoksnis ir vėsūs orai. Dirvos pradėjo įšilti tik nuo gegužės antrojo dešimtadienio pradžios (vidutinė temperatūra 10 cm gylyje buvo 15 - 18°C). Gegužę ir birželį saulės buvo mažiau nei įprasta.



13 paveikslas. Dirvos NCER arba CO_2 emisija žieminių kviečių pasėlyje skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

2010 m. lauko eksperimente, įrengtame smėlingo lengvo priemolio dirvoje, NCER iki birželio vidurio buvo itin žemas ir svyravo -0,10-0,16 µmol m^2 s^{-1} ribose (13 pav.). Dėl perteklinės drėgmės pavasarį pakito dirvožemio gyvybiniai procesai. Anaerobinį kvėpavimą beveik per visą šį laikotarpį anaerobiniai procesai. Štai todėl tyrimų metu buvo fiksuotos neigiamos NCER reikšmės. Po pirmojo stipraus lietaus birželio trečiąją dekadą, NCER staiga šoktelėjo iki 0,18-0,47 µmol m^2 s^{-1}. Taip pasireiškė taip vadinamasi „birch" efektas – padidėjus dirvožemio drėgmei staiga atgijo iki tol buvęs prislopintas dirvožemio mikrobiologinis aktyvumas. Visgi, vertinant skirtingų technologijų įtaką CO_2 dujų apykaitos intensyvumui (NCER), buvo nustatyta, kad RT žemės dirbimo taikymas nulėmė 17% mažesnį NCER nei CT. Duomenys parodė, kad tręšimas mineralinėmis NPK trąšomis CT sistemoje NCER'ą padidino 3%, o RT sistemoje sumažino 15%. Vadinasi, 2010-aisiais metais RT sistemoje dirvos 0-10 cm sluoksnio gyvybingumas buvo prislopintas, o CT sistemoje terpė gyvybiniams procesams buvo palankesnė nei RT sistemoje.

2015 metai buvo labai palankūs žieminių kviečių augimui ir vystymuisi. Lauko eksperimente, įrengtame smėlingo lengvo priemolio dirvoje, NCER per visą javų vegetacijos laikotarpį svyravo 0,25-0,47 µmol m^2 s^{-1} ribose (13 pav.). Drėgmės pertekliaus nebuvo, nebuvo ir labai ryškių kitų ekstremalių meteorologinių reiškinių. Vertinant skirtingų technologijų įtaką CO_2 dujų apykaitos intensyvumui (NCER), buvo nustatyta, kad RT žemės dirbimo taikymas šiais metai nulėmė 14% didesnį NCER nei CT. Visiškai kitaip nei 2010 m. pasireiškė ir tręšimo įtaka. Duomenys parodė, kad tręšiant mineralinėmis NPK trąšomis CT sistemoje NCER'as sumažėjo 19%, o RT sistemoje padidėjo 15%. Didžiausias NCER buvo intensyvios neariminės technologijos (RT-3) laukeliuose – tiksliau tariant, 10-35% didesnis nei kitose tirtose technologijose. Vadinasi, 2015-aisiais metais RT sistemoje dirvos 0-10 cm sluoksnio gyvybingumas buvo ženkliai aktyvesnis nei CT sistemoje.

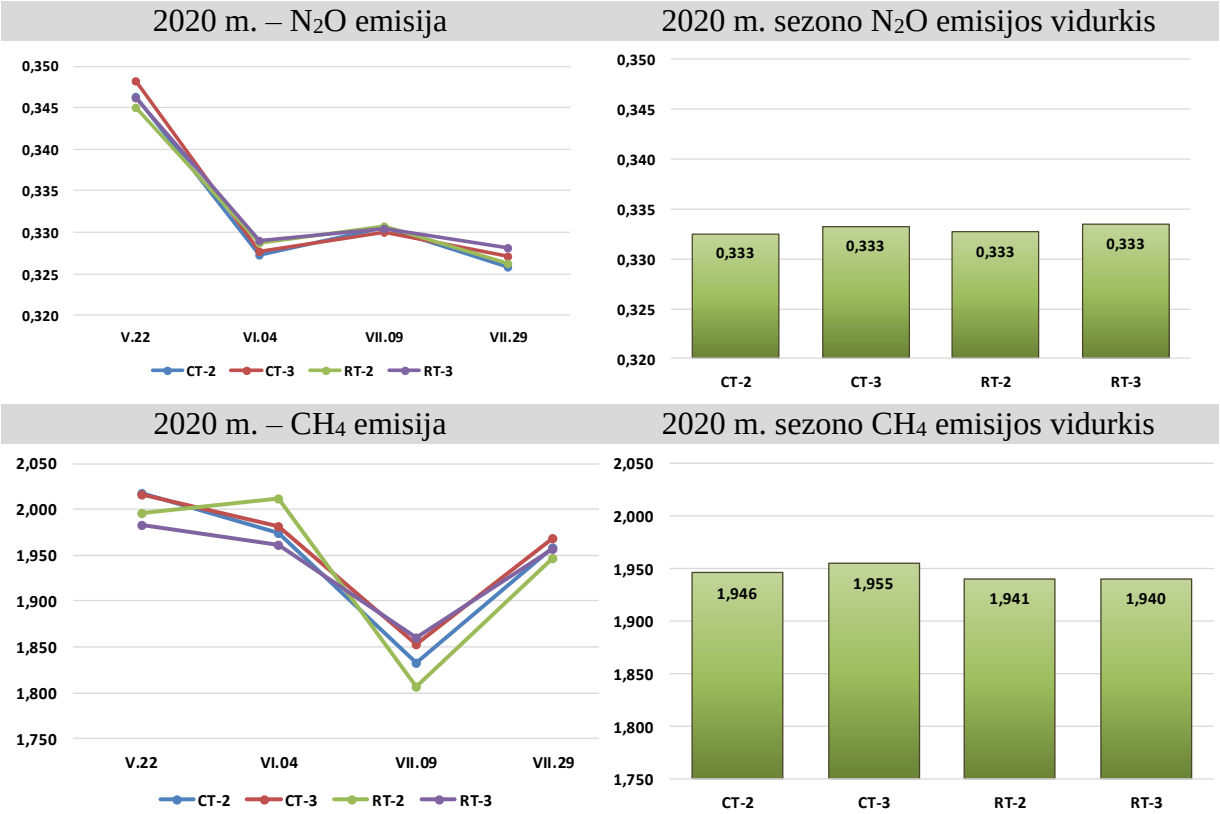
2020 metai, nepaisant užsitęsusios pavasarinės sausros, buvo labai palankūs žieminių kviečių augimui ir vystymuisi. Šiais metais su turima aparatūra nustatėme CO_2 emisiją. Ji tik pavasarį buvo maža ir kito 0,177-0,207 µmol m^2 s^{-1} ribose. Per visą vasaros javų vegetacijos laikotarpį ji jau svyravo 0,783-2,697 µmol m2 s-1 ribose (17 pav.). Vertinant skirtingų technologijų įtaką CO_2 emisijai, buvo nustatyta, kad RT žemės dirbimo taikymas šiais metai nulėmė net 44% didesnę emisiją nei CT. Visiškai kitaip nei 2010 ir 2015 m. pasireiškė ir tręšimo įtaka. Duomenys parodė, kad tręšiant mineralinėmis NPK trąšomis CT sistemoje emisija išaugo 37%, o RT sistemoje sumažėjo 26%. Didžiausia emisija buvo įprastinės neariminės technologijos (RT-2) laukeliuose – tiksliau tariant, 43-96% didesnė nei CT tirtose technologijose ir 35% didesnė nei intensyvioje neariminėje technologijoje (RT-3).

Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka dirvožemio N_2O ir CH_4 emisijoms. Dirvožemio N_2O ir CH_4 emisijų tiesioginius matavimus (14 pav.) lauko eksperimente pradėjome tik šiais, t.y. 2020 metais.

14 paveikslas. Dirvožemio N_2O ir CH_4 emisijų matavimo įranga

Vidutinė vegetacijos sezono N_2O emisija RT ir CT žemės dirbimo sistemos faktiškai nesiskyrė ir buvo 0,333 ppm (15 pav.). Tręšimas mineralinėmis NPK trąšomis tiek CT, tiek ir RT sistemoje N_2O emisiją padidino 0,0008 ppm (tai būtų 0,23%).

Vidutinė vegetacijos sezono CH_4 emisija RT ir CT žemės dirbimo sistemos faktiškai skyrėsi labai nežymiai ir skirtumai nebuvo statistiškai patikimi. Emisija kito 1,806-2,017 ppm ribose (19 pav.). Tręšimas mineralinėmis NPK trąšomis tiek ariminėje žemės dirbimo sistemoje (CT), tiek ir nearimėje sistemoje RT sistemoje CH_4 emisijos praktiškai neįtakojo – reikšmių skirtumai nebuvo statistiškai patikimi.



15 paveikslas. Dirvos N_2O emisija žieminių kviečių pasėlyje skirtingo intensyvumo ariminėje ir nearimėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose, 2020 m.

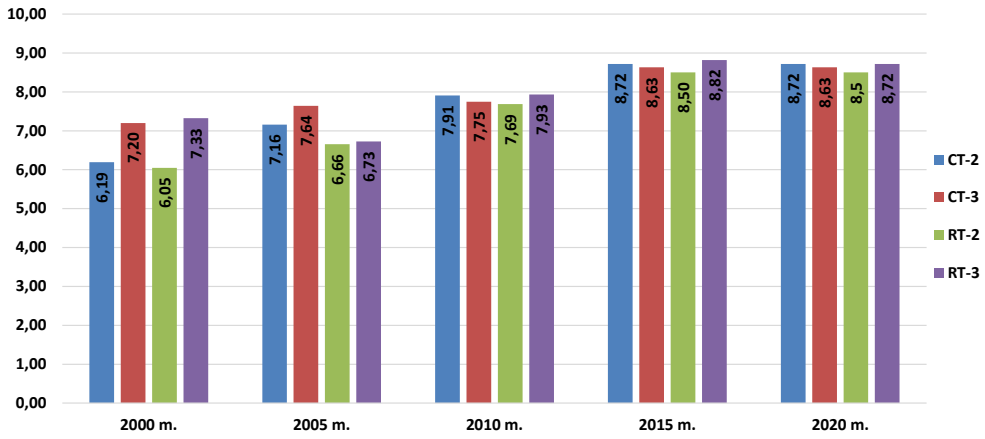
2.1.4. Skirtingo intensyvumo žemdirbystės technologijų įtaka žieminių kviečių derlingumui

2000 m. – šiltas, sausringas pavasaris, optimalaus drėgnumo birželis ir perteklinio drėgnumo liepa. Smėlingame lengvame priemolyje įrengtame bandyme, CT ir RT žemės dirbimo sistemose prikulta vidutiniškai 6,69 t ha^{-1} žieminių kviečių grūdų. Žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui, tačiau taikant įprastines technologijas tręšimas mineralinių trąšų vidutinėmis normomis derlingumą padidino 77% CT-2 sistemoje bei 66% RT-2 sistemoje, palyginus su netręštais kviečiais. Tręšiant padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas buvo atitinkamose sistemose 106% ir 101% didesnis nei netręšiant. Trąšų normų padidinimas buvo efektyvus – gautas atitinkamai 1,01 t/ha ir 1,28 t/ha derliaus priedas. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 12,44 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 15,77 kg derliaus priedą RT-3 sistemoje (17 ir 18 pav. bei 15 lentelė).

2005 m. – optimalaus drėgnumo pavasaris ir pirmasis vasaros mėnuo, tačiau sausringa liepa. Smėlingame lengvame priemolyje supaprastinus žemės dirbimą (RT sistemoje) vidutinis žieminių kviečių derlingumas nuosekliai sumažėjo vidutiniškai 0,71 t ha^{-1}. Trąšų vidutinės normos derlingumą padidino 41% CT sistemoje bei 51% RT sistemoje, palyginus su netręštais kviečiais. Tręšiant

padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas buvo atitinkamose sistemose 51% ir 53% didesnis nei netręšiant. Trąšų normų padidinimas buvo efektyvus tik CT sistemoje – gautas 0,49 t/ha derliaus priedas, palyginus su vidutinėmis normomis tręštai kviečiais. Tuo tarpu RT sistemoje derliaus priedas tesiekė 0,07 t/ha. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 10,83 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir tik 1,60 kg derliaus priedą RT-3 sistemoje (16-18 pav. bei 15 lentelė).

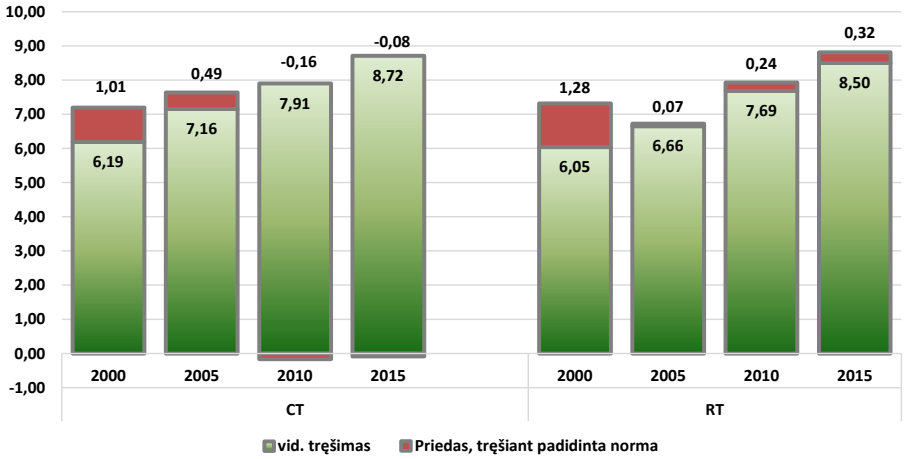
16 paveikslas. Netręšti ir mineralinėmis NPK trąšomis tręšti žieminiai kviečiai lauko eksperimente 2005 m.



17 paveikslas. Žieminių kviečių derlingumai (t/ha) ilgalaikėse skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

2010 m. – tai ypatingai žemdirbiams nepalankūs, perteklinės drėgmės metai. Šalta snieginga žiema, grėsmingas atlydys, „paskandinęs“ didelę dalį pasėlių, perteklinė drėgmė balandžio-birželio mėnesiais, augmeniją džiovinantis, bet ne nokinantis karštis liepą, nulėmė skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės technologijų efektyvumą. Smėlingo lengvo priemolio dirvoje, neariminio žemės dirbimo sistemoje (RT) žieminių kviečių vidutinis derlingumas nesiskyrė nuo derlingumo ariminėje žemės dirbimo sistemoje (CT). Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 77%, palyginus su netręštais kviečiais, o RT sistemoje 103%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje buvo nuostolingas – pasiektas kviečių derlingumas buvo 0,16 t/ha mažesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. RT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,24 t/ha didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m.

kilogramas, viršijantis vidutinę normą, buvo nuostolingas CT-3 sistemoje, o RT-3 sistemoje derliaus priedas tesiekė 2,26 kg grūdų/vienam kg v.m. N (17-21 pav. bei 15 lentelė).



18 paveikslas. Žieminių kviečių derliaus priedai (t/ha) ilgalaikėse intensyviose ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose, palyginus su įprastomis technologijomis

19 paveikslas. Didžioji dalis žieminių kviečių sėkmingai peržiemojo, kai jie buvo sėti į artą dirvą; 2020 m.

20 paveikslas. Žieminiai kviečiai sėti į neartą dirvą (2010 m. pavasarį, atsinaujinus jų vegetacijai)

21 paveikslas. Netręšti ir mineralinėmis NPK trąšomis tręšti žieminiai kviečiai lauko eksperimente 2010-05-21

Visi prisimename nesenus 2010 metus. Tą šaltą besniegę žiemą Lietuvoje iššalo daug žiemkenčių ir didžioji dalis žieminių rapsų pasėlių. 2010-ųjų žiema buvo ne tik veislių, bet ir skirtingų žemės dirbimo sistemų išbandymas. Dotnuvoje ilgamečiame žemės dirbimo ir tręšimo sistemų tyrimų bandyme sėjome žieminius kviečius Ada į tradiciškai (CT) ir sekliai dirbtą (RT) dirvą. Rezultatai gauti vienareikšmiai: tuose laukeliuose, kurie 12 metų iš eilės buvo ariami, žieminiai kviečiai akivaizdžiai peržiemojo geriau, palyginti su tiek pat metų kitaip dirbta dirva.

Manome, kad prasto žiemojimo sąlygas taikant tiesioginę sėją lėmė žymiai prastesnės fizikinės dirvožemio savybės (padidėję tankis, kietumas, mažas poringumas) bei didesnė drėgmė dėl sumažėjusio poringumo, palyginti su arta dirva. Mūsų išvadas sustiprino ir analogiški rezultatai kai kurių žemdirbių ūkiuose, kur giliai artoje dirvoje žiemkenčiai peržiemojo geriau negu neartose.

15 lentelė. Žieminių kviečių derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui

	2000 m.			2005 m.			2010 m.			2015 m.			2020 m.		
	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų
CT-2	109	6,19		160	7,16		139	7,91		145	8,72		160	7,64	
CT-3	190	7,20	12,44	205	7,64	10,83	247	7,75	-1,49	251	8,63	-0,77	250	8,51	9,67
RT-2	109	6,05		160	6,66		139	7,69		145	8,50		160	8,60	
RT-3	190	7,33	15,77	205	6,73	1,60	247	7,93	2,26	251	8,82	2,98	250	9,44	9,33

2015 metais augintų žieminių kviečių derlingumas išties buvo puikus. Smėlingame lengvame priemolyje, priklausomai nuo taikytos žemės dirbimo-tręšimo sistemos, kūlėme nuo 8,51 iki 9,44 t/ha (21 pav.). Šiaudus palikus lauke ir taikant neariminį žemės dirbimą (RT), vidutinis grūdų derlingumas buvo panašus kai ir taikant ariminį žemės dirbimą (CT). Šį besiformuojantį derlingumų skirtumą galima paaiškinti įvykusiais agrocheminiais bei dirvožemio struktūringumo pokyčiais per 15 metų.

Mineralinių trąšų vidutinių normų efektyvumas 2015 metais buvo ženklus. Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 88%, palyginus su netręštais kviečiais, o RT sistemoje 76%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje buvo nuostolingas – pasiektas kviečių derlingumas buvo 0,09 t/ha mažesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. RT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,32 t/ha didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Padidintos mineralinių trąšų normos buvo 73% didesnės nei vidutinės normos. Deja, šiame dirvožemyje jų efektyvumas buvo menkas ar netgi akivaizdžiai nuostolingas. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, buvo nuostolingas CT-3 sistemoje, o RT-3 sistemoje derliaus priedas tesiekė 2,98 kg grūdų/vienam kg v.m. N (17 ir 18 pav. bei 15 lentelė).

2020 metais, nepaisant užsitęsusios pavasarinės sausros, augintų žieminių kviečių derlingumas buvo puikus. Smėlingame lengvame priemolyje, priklausomai nuo taikytos žemės dirbimo-tręšimo sistemos, grūdų kūlėme nuo 7,64 iki 9,44 t/ha (17 pav.). Šiaudus palikus lauke ir taikant neariminį žemės dirbimą (RT), vidutinis grūdų derlingumas buvo 0,94 t/ha arba 12% didesnis nei taikant ariminį žemės dirbimą (CT). Šį besiformuojantį derlingumų skirtumą galima paaiškinti įvykusiais agrocheminiais bei dirvožemio struktūringumo pokyčiais per 20 metų.

Mineralinių trąšų vidutinių normų efektyvumas 2020 metais buvo ženklus. Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 73%, palyginus su netręštais kviečiais, o RT sistemoje 79%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje kviečių derlingumą padidino 0,87 t/ha arba 11%, palyginus su derlingumu tręšiant vidutinėmis normomis. RT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,88 t/ha arba 10% didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Padidintos mineralinių trąšų normos buvo 56% didesnės nei vidutinės normos. Šiame dirvožemyje jų efektyvumas buvo geras. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, davė 9,67 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje, ir 9,33 kg grūdų derliaus priedą RT-3 sistemoje (17 ir 18 pav. bei 15 lentelė).

Žvelgiant į šiuos pateiktus tyrimų rezultatus, žemdirbiams reikėtų savęs paklausti – ar verta dėl keliais procentais (keliais šimtais kilogramų) didesnio derliaus didinti išlaidas brangioms trąšoms ir kelti visos gamybos kaštus? Būtina dar kartą permąstyti augalų tręšimo strategiją bei atsakingai rinktis taikomą žemės dirbimo sistemą. Mūsų tyrimų rezultatai parodė, kad smėlingame lengvame priemolyje auginamų žieminių kviečių derliai, gaunami CT ir RT žemės dirbimo sistemose yra panašūs. Na, o vertinant pilną technologiją, taikytą 2000-2020 metais, reikėtų pastebėti, kad įprastinės ariminė ir neariminė technologijos (CT-2 ir RT-2) prilysta viena kitai – žieminių kviečių vidutinis derlingumas per šį 20 metų laikotarpį nesiskyrė ir buvo atitinkamai 7,52 ir 7,50 t/ha. Tręšimas padidintomis mineralinių trąšų normomis, siekiant užauginti gausesnį derlių, laukiamo ryškaus efekto nedavė. Taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, davė vidutinį 0,43 kg arba 6% grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje, ir 0,55 kg arba 7% grūdų derliaus priedą RT-3 sistemoje

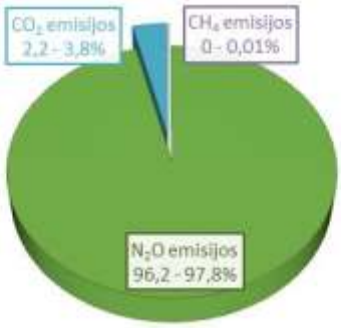
Svarbu šiomis trąšomis nesuvėlinti pagrindinio tręšimo, tačiau tręšti įšalusias dirvas, neprasidėjus žiemkenčių vegetacijai, neracionalu – augalai dar nepajėgia pasisavinti maisto medžiagų, didelė jų dalis nusiplauna su paviršiniu vandeniu. Tik atsinaujinus žiemkenčių vegetacijai ir nesant kliūčių įvažiuoti į dirvą dėl drėgmės pertekliaus reikėtų išberti pirmąją pagrindinę azoto trąšų normą. Būtent vegetacijos pradžioje žiemkenčiams azotas yra reikalingiausias ir jo sunaudojama daugiausiai. Vienok, esant šlapioms dirvoms, nereikėtų viršyti racionalios, dirvožemio sąlygas bei planuojamą derlių atitinkančios, azoto normos. Nereikėtų pamiršti, jog ir žiemos pobūdis lemia dirvožemio azoto išsiplovimą. Žiemos laikotarpyje mineralinio azoto išplovimui iš dirvožemio palankiausios sąlygos esti tada, kai vyrauja pliusinės temperatūros ir gausūs krituliai. Be to, jeigu rudens oro temperatūra yra aukštesnė negu pavasarį, tai turi įtakos organinės medžiagos mineralizacijai ir mineralinio azoto susikaupimui dirvožemyje. Tai įvertinus, galima realiai paplanuoti ir būsimą pasėlių tręšimą. Tikslius duomenis apie azoto kiekį skirtingų Lietuvos regionų dirvožemiuose kasmet savo internetiniame tinklapyje skelbia LAMMC Agrocheminių tyrimų laboratorija.

2.1.5. Skirtingo intensyvumo žemdirbystės technologijų, auginant žieminius kviečius, aplinkosauginis vertinimas

Atlikti skaičiavimai rodo, kad priklausomai nuo naudojamos žemės ūkio dirbimo technologijos, CH_4 emisijos gali sudaryti nuo 0% iki 0,01% visų žemės dirbimo metu susidarančių emisijų. CO_2 emisijos gali sudaryti nuo 2,2% iki 3,8% visų emisijų, o N_2O gali sudaryti nuo 96,2% iki 97,8% susidariusių šiltnamio efektą sukeliančių teršalų (22 pav.). Visų taikomų technologijų atveju N_2O emisijos yra pagrindinis aplinkos taršos šaltinis, siejamas su laukų tręšimu ir dirvožemyje vykstančiais procesais. Absoliutūs emisijų dydžiai skirtingoms žemės dirbimo technologijoms pateikiami 16 lentelėje.

Pateikti skaičiavimų rezultatai rodo, kad intensyvi arminė ir intensyvi neariminė technologija pasižymi 45% didesniu šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijų kiekiu nei įprastinė ariminė ar įprastinė neariminė technologija (16 lentelė). Visų technologijų atveju didžiąją dalį emisijų sudaro

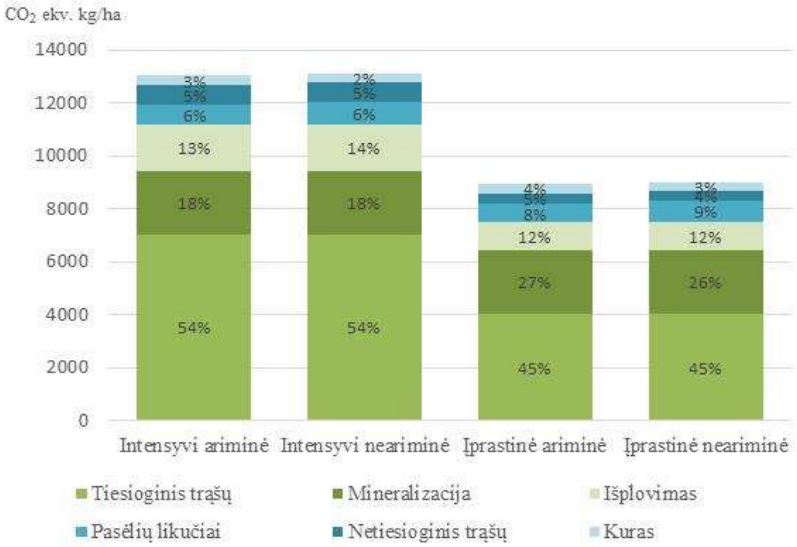
tiesioginės N_2O emisijos dėl neorganinių trąšų naudojimo. Toliau pagal emisijų apimtis galima paminėti mineralizacijos procesus dėl žemės dirbimo ir emisijas dėl azoto išplovimo iš dirvožemio. Emisijų pasiskirstymas pagal technologijas ir procesus parodytas 23 paveiksle.



22 paveikslas. ŠESD emisijų kiekio pasiskirstymas

16 lentelė. Absoliučios skirtingų technologijų šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos 2020 m.

	Intensyvi ariminė	Intensyvi neariminė	Įprastinė ariminė	Įprastinė neariminė
Sunaudojamas kuro kiekis	122,1 l/ha	99,5 l/ha	119 l/ha	96.4 l/ha
Sunaudojamas miner.trąšų kiekis	2366 kg/ha	2366 kg/ha	1358 kg/ha	1358 kg/ha
CO_2 sudeginto kuro emisijos	351,5	286,5	342,5	277,6
N_2O sudeginto kuro emisijos	40,2	32,7	39,1	31,7
CH_4 sudeginto kuro emisijos	0,5	0,4	0,5	0,4
Bendros sudeginto kuro emisijos	**392,2 CO_2 ekv. kg/ha**	**319,6 CO_2 ekv. kg/ha**	**382,1 CO_2 ekv. kg/ha**	**309,7 CO_2 ekv. kg/ha**
N_2O emisijos dėl mineralinių trąšų	7050,7	7050,7	4046,8	4046,8
N_2O emisijos dėl mineralizacijos	2384	2384	2384	2384
N_2O emesijos iš pasėlių likučių	766,1	847,8	689,6	774,0
N_2O emisijos dėl azoto išplovimo	1758,8	1777,2	1065,7	1084,7
Netiesioginės N_2O emisijos	705,1	705,1	404,7	404,7
Bendros emisijos dėl tręšimo ir žemės naudojimo	**12664,6 CO_2 ekv. kg/ha**	**12764,8 CO_2 ekv. kg/ha**	**8590,8 CO_2 ekv. kg/ha**	**8694,2 CO_2 ekv. kg/ha**
Bendros technologijos emisijos	**13056,8 CO_2 ekv. kg/ha**	**13084,4 CO_2 ekv. kg/ha**	**8973,0 CO_2 ekv. kg/ha**	**9003,9 CO_2 ekv. kg/ha**

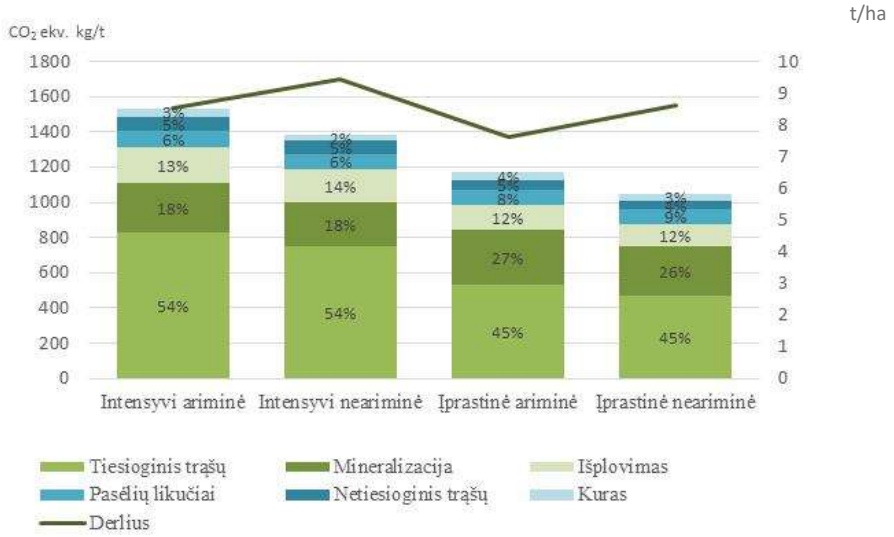


23 paveikslas. Absoliutus emisijų kiekis skirtingoms žemės ūkio technologijoms.

Siekiant palyginti šiltnamio efektą sukeliančių dujų žalą ir užauginto derliaus kiekio naudą atliekama santykinė analizė, kurios metu skirtingų technologijų emisijos padalinamos iš atitinkamai gauto derliaus kiekio. Tokiu būdu technologijos charakterizuojamos ne tik pagal žalą aplinkai, bet ir pagal derliaus apimtis. Pažymėtina, kad naudojant intensyvią neariminę technologiją gaunamas didžiausias 9,4 t/ha derlius, toliau rikiuojasi įprastinė neariminė – 8,6 t/ha, intensyvi ariminė – 8,5 t/ha ir įprastinė ariminė 7,6 t/ha. Vienai tonai užauginto derliaus tenkantys emisijų kiekiai pateikti 17 lentelėje.

17 lentelė. Santykinės ŠESD emisijos skirtingoms technologijoms 2020 m.

	Intensyvi ariminė CT-3	Intensyvi neariminė RT-3	Įprastinė ariminė CT-2	Įprastinė neariminė RT-2
Derlius	8,5 t/ha	9,4 t/ha	7,6 t/ha	8,6 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	14,3 l/t	10,5 l/t	15,6 l/t	11,2 l/t
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis	278 kg/t	250,6 kg/t	177,7 kg/t	157,9 kg/t
CO_2 emisijos dėl sudeginto kuro	41,3	30,3	44,8	32,3
N_2O sudeginto kuro emesijos	4,7	3,5	5,1	3,7
CH_4 sudeginto kuro emesijos	0,06	0,04	0,06	0,04
Bendros sudeginto kuro emisijos	**46,1 CO_2 ekv. kg/t**	**33,9 CO_2 ekv. kg/t**	**50 CO_2 ekv. kg/t**	**36 CO_2 ekv. kg/t**
N_2O emisijos iš mineralinių trąšų	828,5	746,9	529,7	470,6
N_2O emisijos dėl mineralizacijos procesų	280,1	252,5	312	277,2
N_2O emisijos dėl pasėlių likučių	90	89,8	90,3	90
N_2O emisijos dėl azoto išplovimo iš dirvožemio	206,7	188,3	139,5	126,1
Netiesioginės N_2O emisijos	82,9	74,7	53	47,1
Bendros tręšimo ir žemės dirbimo emisijos	**1488,2 CO_2 ekv. kg/t**	**1352,2 CO_2 ekv. kg/t**	**1124,5 CO_2 ekv. kg/t**	**1011 CO_2 ekv. kg/t**
Bendros technologijos emisijos	1534,3 CO_2 ekv. kg/t	1386,1 CO_2 ekv. kg/t	1174,5 CO_2 ekv. kg/t	1047 CO_2 ekv. kg/t
Bendrų emisijų sumažėjimas lyginant su didžiausias emisijas sąlygojančia technologija	-	9,7 %	23,5 %	31,8 %
Bendrų emisijų prieaugis lyginant su mažiausiai taršia technologija	46,5 %	32,4 %	12,2 %	-
Bendrų emisijų pokytis lyginant su didžiausią derlių įgalinančia technologija	10,7 %	-	-15,3 %	-24,5 %



24 paveikslas. Santykinis emisijų kiekis ir žieminių kviečių derlius skirtingose žemės ūkio technologijose 2020 m.

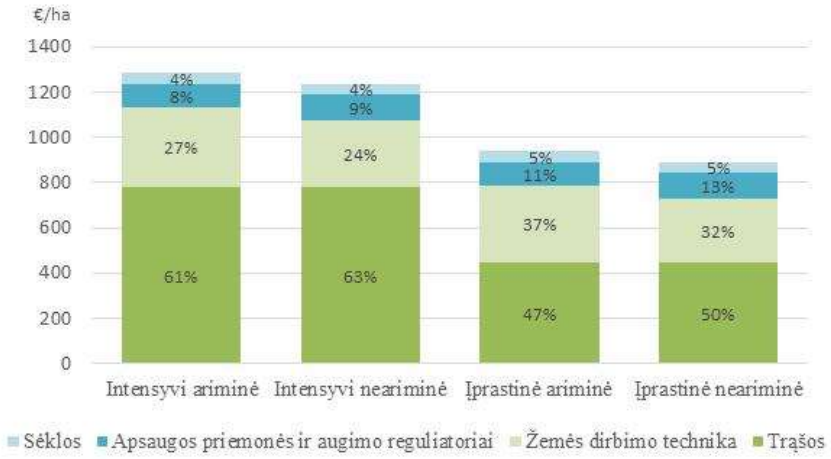
Iš 17 lentelėje ir 24 paveiksle pateiktų duomenų matyti, kad intensyvi ariminė žemės dirbimo technologija (CT-3) ir santykinio vertinimo atveju išskiria didžiausias emisijas. Intensyvi neariminė technologija (RT-3), lyginat su intensyvia arimine, sukelia 10% mažiau emisijų. Įprastinė ariminė technologija (CT-2) sąlygoja 23%, o įprastinė neariminė (RT-2) technologija 32% mažesnes emisijas nei intensyvi ariminė žemės dirbimo technologija (CT-3). Įprastinė ariminė technologija leidžia užauginti mažesnį derlių, tačiau išmeta daugiau emisijų nei įprastinė neariminė. Nors intensyvi neariminė technologija lemia didžiausią derlių, tačiau ji taip pat yra viena iš taršiausių žemės dirbimo technologijų. Įprastinė neariminė technologija išmeta mažiausias emisijas ir leidžia užauginti santykinai didelį derlių, palyginus su kitomis analizuojamomis technologijomis. Lyginant technologijas pagal emisijas, tenkančias derliaus vienetui, ir už pagrindą laikant emisijas įprastinės neariminės technologijos (RT-2) atveju, matyti, kad įprastinė ariminė technologija (CT-2) sąlygoja 12%, intensyvi neariminė technologija (RT-3) 32% ir intensyvi ariminė technologija (CT-3) 46% didesnes emisijas.

2.1.6. Technologijų, auginant žieminius kviečius 2020 m., ekonominis vertinimas

Skirtingų žemės dirbimo technologijų absoliučių kaštų įvertinimas pateiktas 18 lentelėje. Skaičiavimų rezultatai rodo, kad intensyvi arminė ir intensyvi neariminė technologija pasižymi ~27% didesniais absoliučiais kaštais nei įprastinė ariminė ar įprastinė neariminė technologija. Visų technologijų atveju didžiąją dalį kaštų sudaro išlaidos trąšoms. Antroje vietoje yra žemės dirbimo technikos kaštai, o trečioje išlaidos naudojamoms apsaugos priemonėms ir augimo reguliatoriams. Mažiausi kaštai patiriami žieminių kviečių sėkloms. Pasiskirstymas pagal technologijas ir naudojamas priemones parodytas 25 paveiksle.

18 lentelė. Absoliutūs kaštai patiriami taikant skirtingas žemės dirbimo technologijas.

	Intensyvi ariminė	Intensyvi neariminė	Įprastinė ariminė	Įprastinė neariminė
Sunaudojamas kuro kiekis	122,1 l/ha	99,5 l/ha	119 l/ha	96.4 l/ha
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis (fiziniu svoriu)	2366 kg/ha	2366 kg/ha	1358 kg/ha	1358 kg/ha
Žemės dirbimo technikos kaštai	352,1	294,9	343,8	286,8
Sėklų kaštai	47,5	47,5	47,5	47,5
Trąšų kaštai	781,5	781,5	444,4	444,4
Apsaugos priemonių ir augimo reguliatorių kaštai	103,9	113,4	103,9	113,4
Bendri technologijos kaštai	1285 €/ha	1237,2 €/ha	939,6 €/ha	892 €/ha



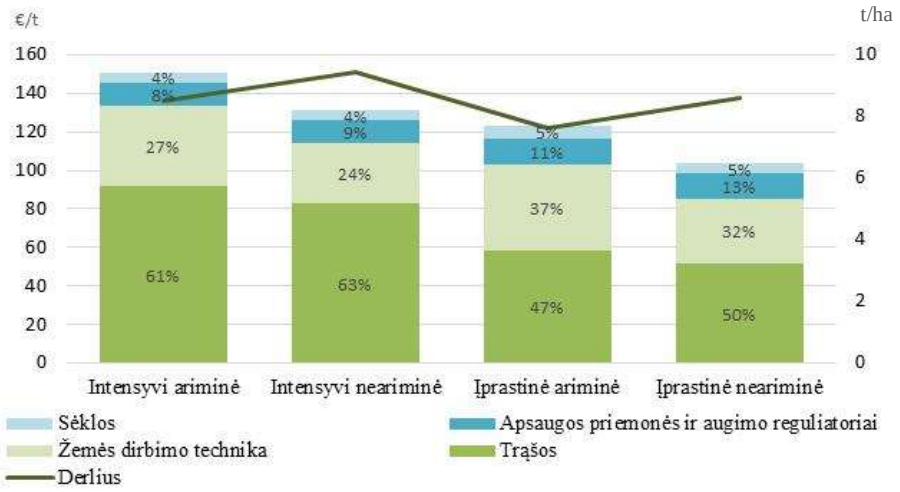
25 paveikslas. Absoliutūs kaštai skirtingoms žemės ūkio technologijoms, auginant žieminius kviečius.

Siekiant palyginti kaštus, tenkančius skirtingoms žemės dirbimo technologijoms gaminant tą patį produkcijos kiekį, atliekama santykinė analizė, kurios metu skirtingų technologijų kaštai

padalinami iš atitinkamai gauto derliaus. Tokiu būdu technologijos charakterizuojamos ne tik pagal patiriamus absoliučius kaštus, bet ir pagal derliaus apimtis. Vienai tonai užauginto derliaus tenkantys kaštai pateikti 20 lentelėje. Pagal 19 lentelės ir 26 paveikslo duomenis, intensyvi ariminė žemės dirbimo technologija ir santykinio vertinimo atveju įtakoja didžiausius kaštus. Intensyvi neariminė technologija, lyginant su intensyvia arimine, sąlygoja 13% mažesnius kaštus. Analogiškai, įprastinė ariminė technologija sąlygoja 18%, o įprastinė neariminė technologija 31% mažesnius kaštus. Įprastinė ariminė technologija leidžia užauginti mažiausią derlių su didesniais kaštais nei įprastinė neariminė. Nors intensyvi neariminė technologija atneša didžiausią kiekį derliaus, tačiau ji taip pat yra viena iš didžiausių kaštų žemės dirbimo technologijų. Įprastinė neariminė technologija įtakoja mažiausius kaštus ir leidžia užauginti santykinai didelį derlių lyginant su kitomis analizuojamomis technologijomis. Lyginant technologijas pagal kaštus, tenkančias derliaus vienetui, ir už pagrindą laikant kaštus įprastinės neariminės technologijos atveju matyti, kad įprastinė ariminė technologija sąlygoja 19%, intensyvi neariminė technologija 26% ir intensyvi ariminė technologija 46% didesnius kaštus.

19 lentelė. Santykiniai kaštai vienai tonai derliaus, 2020 m.

	Intensyvi ariminė CT-3	Intensyvi neariminė RT-3	Įprastinė ariminė CT-2	Įprastinė neariminė RT-2
Derliaus kiekis	8,5 t/ha	9,4 t/ha	7,6 t/ha	8,6 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	14,3 l/t	10,5 l/t	15,6 l/t	11,2 l/t
Sunaudojamas mineralinių trašų kiekis	278 kg/t	250,6 kg/t	177,7 kg/t	157,9 kg/t
Žemės dirbimo technikos kaštai	41,4	31,2	45	33,3
Sėklų kaštai	5,6	5	6,2	5,5
Trąšų kaštai	91,8	82,8	58,2	51,7
Pasėlių apsaugos priemonių kaštai	12,2	12	13,6	13,2
Bendri technologijos kaštai	151 €/t	131,1 €/t	123 €/t	103,7 €/t
Bendrų kaštų sumažėjimas lyginant su didžiausias kaštus sąlygojančia technologija	-	13,2 %	18,5 %	31,3 %
Bendrų kaštų prieaugis lyginant su mažiausių kaštų technologija	45,6 %	26,4 %	18,6%	-
Bendrų kaštų pokytis lyginant su didžiausią derlių įgalinančia technologija	15,2 %	-	-6,2 %	-20,9 %



26 paveikslas. Santykiniai kaštai ir žieminių kviečių derlius skirtingose žemės ūkio technologijose 2020 m.

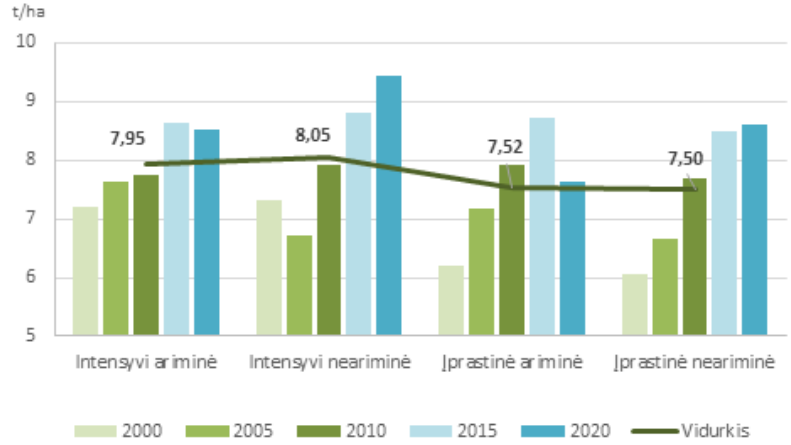
2.1.7. Žemės ūkio technologijų vertinimas pagal daugiamečius bandymų duomenis

Absoliučių dydžių skaičiavimo rezultatai pateikiami 20 lentelėje.

20 lentelė. Absoliutūs metiniai žemės ūkio technologijų skaičiavimo rezultatai.

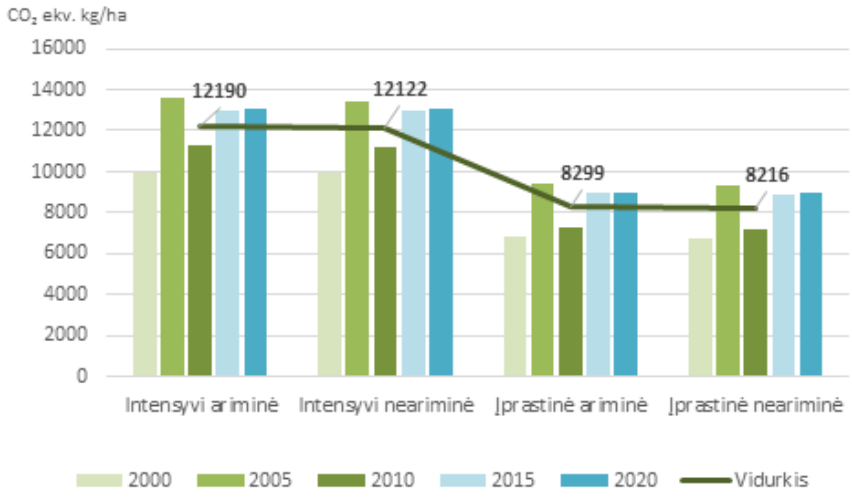
2020				
	Intensyvi ariminė CT-3	Intensyvi neariminė RT-3	Įprastinė ariminė CT-2	Įprastinė neariminė RT-2
Derlius	8,51 t/ha	9,44 t/ha	7,64 t/ha	8,6 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	122,1 l/ha	99,5 l/ha	119 l/ha	96,4 l/ha
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis	2366 kg/ha	2366 kg/ha	1358 kg/ha	1358 kg/ha
Bendros technologijos emisijos	13056,8 CO_2 ekv. kg/ha	13084,4 CO_2 ekv. kg/ha	8973 CO_2 ekv. kg/ha	9003,9 CO_2 ekv. kg/ha
Bendri technologijos kaštai	1285 €/ha	1237,2 €/ha	939,6 €/ha	892 €/ha
2015				
Derlius	8,63 t/ha	8,82 t/ha	8,72 t/ha	8,5 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	122,4 l/ha	98 l/ha	121,6 l/ha	96,2 l/ha
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis	2353 kg/ha	2353 kg/ha	1324 kg/ha	1324 kg/ha
Bendros technologijos emisijos	13019,4 CO_2 ekv. kg/ha	12961,4 CO_2 ekv. kg/ha	8963,6 CO_2 ekv. kg/ha	8858,1 CO_2 ekv. kg/ha
Bendri technologijos kaštai	1273,6 €/ha	1221,5 €/ha	928,3 €/ha	873,9 €/ha
2010				
Derlius	7,75 t/ha	7,93 t/ha	7,91 t/ha	7,69 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	120,2 l/ha	95,8 l/ha	119,6 l/ha	94,2 l/ha
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis	1941 kg/ha	1941 kg/ha	916 kg/ha	916 kg/ha
Bendros technologijos emisijos	11290,9 CO_2 ekv. kg/ha	11231,7 CO_2 ekv. kg/ha	7258,9 CO_2 ekv. kg/ha	7153,5 CO_2 ekv. kg/ha
Bendri technologijos kaštai	1123,4 €/ha	1071,3 €/ha	780,3 €/ha	726,8 €/ha
2005				
Derlius	7,64 t/ha	6,73 t/ha	7,16 t/ha	6,66 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	120 l/ha	92,8 l/ha	117,8 l/ha	91,6 l/ha
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis	2526 kg/ha	2526 kg/ha	1494 kg/ha	1494 kg/ha
Bendros technologijos emisijos	13588 CO_2 ekv. kg/ha	13402,8 CO_2 ekv. kg/ha	9454,5 CO_2 ekv. kg/ha	9316,7 CO_2 ekv. kg/ha
Bendri technologijos kaštai	1328,5 €/ha	1270 €/ha	978,5 €/ha	922,3 €/ha
2000				
Derlius	7,2 t/ha	7,33 t/ha	6,19 t/ha	6,05 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	118,9 l/ha	94,3 l/ha	115,4 l/ha	90,1 l/ha
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis	1629 kg/ha	1629 kg/ha	861 kg/ha	861 kg/ha
Bendros technologijos emisijos	9995,3 CO_2 ekv. kg/ha	9930,4 CO_2 ekv. kg/ha	6842,9 CO_2 ekv. kg/ha	6746,8 CO_2 ekv. kg/ha
Bendri technologijos kaštai	1029,4 €/ha	977 €/ha	768,8 €/ha	714.8 €/ha
Vidurkis				
Derlius	7,95 t/ha	8,05 t/ha	7,52 t/ha	7,50 t/ha
Derliaus kiekio pokytis lyginant su didžiausio derliaus technologija	**-1,3%**	-	**-6,5%**	**-6,8%**
Sunaudojamas kuro kiekis	120,7	96,1	118,7	93,7
Sunaudojamo kuro kiekio pokytis lyginant su didžiausių kuro sąnaudų technologija	-	**-20,4%**	**-1,7%**	**-22,4%**
Sunaudojamas mineralinių trąšų kiekis	2163	2163	1191	1191
Sunaudojamų mineralinių trąšų kiekio pokytis lyginant su didžiausių trąšų sąnaudų technologija	-	-	**-45,0%**	**-45,0%**
Bendros technologijos emisijos	12190,1	12122,1	8298,6	8215,8
Bendrų emisijų pokytis lyginat su didžiausių emisijų technologija	-	**-0,6%**	**-31,9%**	**-32,6%**
Bendri technologijos kaštai	1208,0	1155,4	879,1	825,8
Bendrų kaštų pokytis lyginant su didžiausių kaštų technologija	-	**-4,4%**	**-27,2%**	**-31,6%**

Remiantis skaičiavimo rezultatais, pateiktais 20 lentelėje ir 27 paveiksle, intensyvios žemdirbystės technologijos vidutiniškai leidžia gauti nuo 0,43 iki 0,55 tonos didesnį derlių negu įprastinės žemdirbystės technologijos. Procentine išraiška, įprastinės žemdirbystės technologijos vidutiniškai įtakoja ~6,6% mažesnį derlių negu intensyvios žemdirbystės technologijos. Ariminėse žemdirbystės technologijose, lyginant su neariminėmis technologijomis, vidutiniškai sunaudojama nuo 25 iki 27 litrų daugiau kuro vieno hektaro žemės dirbimui. Procentine išraiška, neariminės žemdirbystės technologijos vidutiniškai įtakoja ~21% mažesnes kuro sąnaudas vienam hektarui dirbamos žemės nei ariminės technologijos.



27 paveikslas. Absoliutus metinis ir vidutinis derlius skirtingoms žemės ūkio technologijoms.

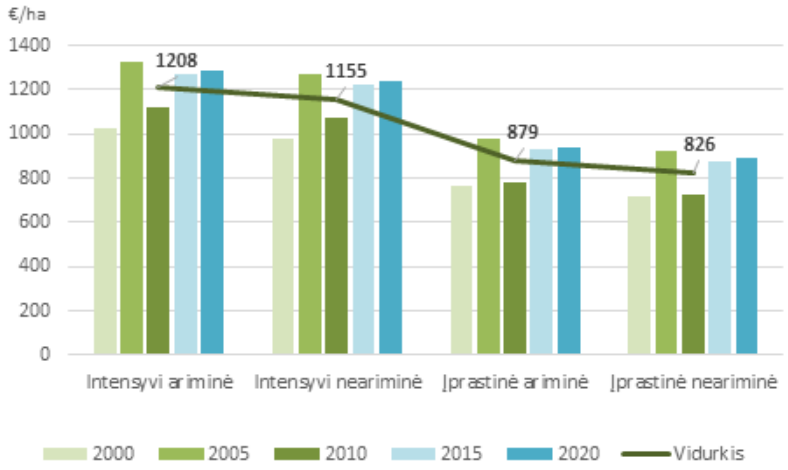
Pagal 20 lentelę ir 28 paveikslą intensyvios žemės ūkio technologijos vidutiniškai sukelia nuo 3906 iki 3974 kilogramų daugiau CO_2 ekvivalento emisijų, vienam hektarui dirbamos žemės, nei įprastinės žemės ūkio technologijos. Procentine išraiška, įprastinės žemės ūkio technologijos vidutiniškai įtakoja ~32% mažesnes šiltnamio efekto dujų emisijas nei intensyvios žemės ūkio technologijos. Pagrindinė skirtingų emisijų priežastis naudojamas neorganinių trąšų kiekis. Taikant įprastines žemės ūkio technologijas vidutiniškai sunaudojama 972 kilogramais arba 45% trąšų mažiau.



28 paveikslas. Absoliučios metinės ir vidutinės emisijos skirtingoms žemės ūkio technologijoms.

Remiantis 20 lentelės ir 29 paveikslo duomenimis intensyvios žemės ūkio technologijos vidutiniškai įtakoja nuo 329 iki 382 eurų didesnius žemės dirbimo kaštus, vienam hektarui dirbamos žemės, lyginant su įprastinėmis žemės ūkio technologijomis. Procentine išraiška, įprastinės žemės

ūkio technologijos vidutiniškai leidžia sumažinti kaštus ~29%, lyginant su intensyviomis žemės ūkio technologijomis. Pagrindinė skirtingų kaštų priežastis technologijose yra naudojamas neorganinių trąšų kiekis. Taikant įprastines žemės ūkio technologijas vidutiniškai sunaudojama ~45% mažiau trąšų nei taikant intensyvias technologijas.



29 paveikslas. Absoliutūs metiniai ir vidutiniai kaštai skirtingoms žemės ūkio technologijoms.

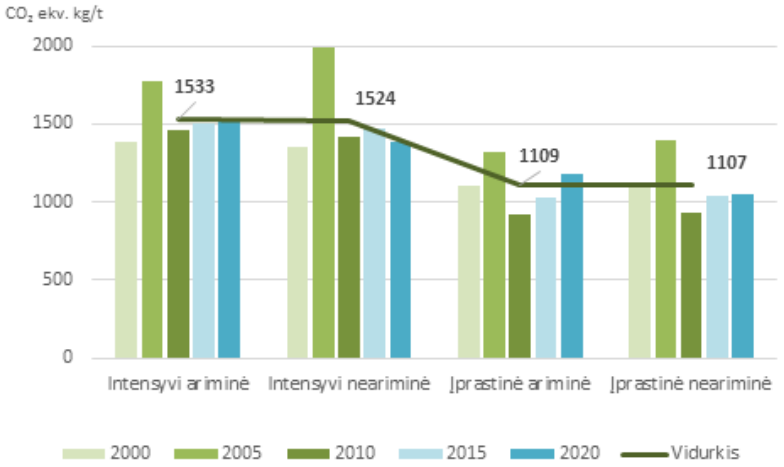
Analogiškai 2020 metų duomenų analizei, atliekama santykinė 2000, 2005, 2010 ir 2015 metų skaičiavimo rezultatų analizė, padalinant tų metų skaičiavimų rezultatus iš atitinkamų metų derliaus. Santykinės analizės rezultatai pateikiami 21 lentelėje.

21 lentelė. Santykiniai metiniai žemės ūkio technologijų skaičiavimo rezultatai.

2020				
	Intensyvi ariminė CT-3	Intensyvi neariminė RT-3	Įprastinė ariminė CT-2	Įprastinė neariminė RT-2
Derliaus kiekis	8,51 t/ha	9,44 t/ha	7,64 t/ha	8,6 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	14,3 l/t	10,5 l/t	15,6 l/t	11,2 l/t
Sunaudojamas miner. trąšų kiekis	278 kg/t	250,6 kg/t	177,7 kg/t	157,9 kg/t
Bendros technologijos emisijos	1534,3 CO_2 ekv. kg/t	1386,1 CO_2 ekv. kg/t	1174,5 CO_2 ekv. kg/t	1047 CO_2 ekv. kg/t
Bendri technologijos kaštai	151 €/t	131,1 €/t	123 €/t	103,7 €/t
2015				
Derliaus kiekis	8,63 t/ha	8,82 t/ha	8,72 t/ha	8,5 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	14,2 l/t	11,1 l/t	13,9 l/t	11,3 l/t
Sunaudojamas miner. trąšų kiekis	272,7 kg/t	266,8 kg/t	151,8 kg/t	155,8 kg/t
Bendros technologijos emisijos	1508,6 CO_2 ekv. kg/t	1469,5 CO_2 ekv. kg/t	1027,9 CO_2 ekv. kg/t	1042,1 CO_2 ekv. kg/t
Bendri technologijos kaštai	147,6 €/t	138,5 €/t	106,5 €/t	102,8 €/t
2010				
Derliaus kiekis	7,75 t/ha	7,93 t/ha	7,91 t/ha	7,69 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	15,5 l/t	12,1 l/t	15,1 l/t	12,2 l/t
Sunaudojamas miner. trąšų kiekis	250,5 kg/t	244,8 kg/t	115,8 kg/t	119,1 kg/t
Bendros technologijos emisijos	1456,9 CO_2 ekv. kg/t	1416,4 CO_2 ekv. kg/t	917,7 CO_2 ekv. kg/t	930,2 CO_2 ekv. kg/t
Bendri technologijos kaštai	145 €/t	135,1 €/t	98,6 €/t	94,4 €/t
2005				
Derliaus kiekis	7,64 t/ha	6,73 t/ha	7,16 t/ha	6,66 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	15,7 l/t	13,8 l/t	16,4 l/t	13,8 l/t
Sunaudojamas miner. trąšų kiekis	330,6 kg/t	375,3 kg/t	208,7 kg/t	224,3 kg/t
Bendros technologijos emisijos	1778,5 CO_2 ekv. kg/t	1991,5 CO_2 ekv. kg/t	1320,5 CO_2 ekv. kg/t	1398,9 CO_2 ekv. kg/t
Bendri technologijos kaštai	173,9 €/t	188,7 €/t	136,7 €/t	138,5 €/t

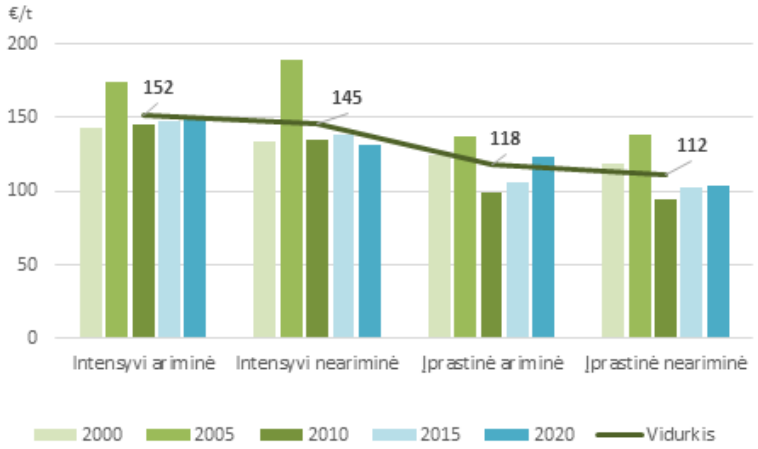
2000				
Derliaus kiekis	7,2 t/ha	7,33 t/ha	6,19 t/ha	6,05 t/ha
Sunaudojamas kuro kiekis	16,5 l/t	12,9 l/t	18,6 l/t	14,9 l/t
Sunaudojamas miner. trąšų kiekis	226,3 kg/t	222,2 kg/t	139,1 kg/t	142,3 kg/t
Bendros technologijos emisijos	1388,2 CO_2 ekv. kg/t	1354,8 CO_2 ekv. kg/t	1105,5 CO_2 ekv. kg/t	1115,2 CO_2 ekv. kg/t
Bendri technologijos kaštai	143 €/t	133,3 €/t	124,2 €/t	118,2 €/t
Vidurkis				
Grūdų derlingumas	7,95 t/ha	8,05 t/ha	7,52 t/ha	7,5 t/ha
Derliaus kiekio pokytis lyginant su didžiausio derliaus technologija	**-1,3%**	-	**-6,5%**	**-6,8%**
Sunaudojamas kuro kiekis	15,3 l/t	12,1 l/t	15,9 l/t	12,7 l/t
Sunaudojamo kuro kiekio pokytis lyginant su didžiausių kuro sąnaudų technologija	**-4,4%**	**-24,3%**	-	**-20,4%**
Sunaudojamas miner. trąšų kiekis	272 kg/t	272 kg/t	159 kg/t	160 kg/t
Sunaudojamų neorganinių trąšų kiekio pokytis lyginant su didžiausių trąšų sąnaudų technologija	-	-	**-41,7%**	**-41,2%**
Bendros technologijos emisijos	1533,3 CO_2 ekv. kg/t	1523,6 CO_2 ekv. kg/t	1109,2 CO_2 ekv. kg/t	1106,7 CO_2 ekv. kg/t
Bendrų emisijų pokytis lyginat su didžiausių emisijų technologija	-	**-0,6%**	**-27,7%**	**-27,8%**
Bendri technologijos kaštai	152,1 €/t	145,3 €/t	117,8 €/t	111,5 €/t
Bendrų kaštų pokytis lyginant su didžiausių kaštų technologija	-	**-4,4%**	**-22,5%**	**-26,7%**

Remiantis 21 lentelėje ir 30 paveiksle pateiktais skaičiavimo rezultatais, intensyvios žemės ūkio technologijos, lyginant su įprastinėmis žemės ūkio technologijomis, vienai tonai derliaus vidutiniškai sukelia nuo 417 iki 426 kilogramų daugiau CO_2 ekvivalento emisijų. Procentine išraiška, įprastinės žemės ūkio technologijos vidutiniškai įtakoja ~28% mažesnes šiltnamio efekto dujų emisijas nei intensyvios žemės ūkio technologijos.



30 paveikslas. Santykinės metinės ir vidutinės emisijos skirtingoms žemės ūkio technologijoms.

Pagal 21 lentelę ir 31 paveikslą, intensyvios žemės ūkio technologijos vidutiniškai įtakoja nuo 33 iki 40 eurų didesnius žemės dirbimo kaštus, vienam vienetui derliaus, lyginant su įprastinėmis žemės ūkio technologijomis. Procentine išraiška, įprastinės žemės ūkio technologijos vidutiniškai leidžia sumažinti kaštus ~25% lyginant su intensyviomis žemės ūkio technologijomis.



31 paveikslas. Santykiniai metiniai ir vidutiniai kaštai skirtingoms technologijoms

2020 metų tyrimai įgalino ir leido apžvelgti dvidešimties metų žemės dirbimo-tręšimo sistemų rezultatus. Šie metai buvo tarsi atspirties taškas gilesniems ir platesniems technologijų vertinimams: parengtos tyrimų metodikos, tarp partnerių suderinti bendri sąlyčio taškai ir nustatytos gairės, ką ir kaip turėsime atlikti 2021 ir 2022 metais.

2020 metų bei 1999-2020 m. eksperimentų kameraliniai darbai, gvildenantys skirtingo intensyvumo technologijų reikšmę dirvožemiui, žieminių kviečių produktyvumui bei ŠESD emisijoms jau leidžia daryti tam tikrus apibendrinimus (22 lentelė).

22 lentelė. Ilgamečių žemės dirbimo-tręšimo eksperimentų rezultatai - ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka smėlingo lengvo priemolio savybėms

	Ariminės žemdirbystės technologija CT		Neariminės žemdirbystės technologija RT	
	Intensyvi CT-3	Įprastinė CT-2	Intensyvi RT-3	Įprastinė RT-2
Augalų mitybos elementai	Mitybos elementai tolygiai pasiskirstę visame armenyje. Bet eikvojami C-org ištekliai, didinamos ŠESD emisijos	Mitybos elementai tolygiai pasiskirstę visame armenyje. Bet eikvojami C-org ištekliai, didinamos ŠESD emisijos	Mitybos elementai ir C-org koncentruojasi armens viršutiniame sluoksnyje. Lemia mažesnes ŠESD emisijas nei CT	Mitybos elementai ir C-org koncentruojasi armens viršutiniame sluoksnyje. Lemia mažesnes ŠESD emisijas nei CT
Dirvožemio struktūra	Mažėja agregatų patvarumas, Bendrasis poringumas visame armenyje didesnis nei RT, bet mezoporų tūris mažesnis	Mažėja agregatų patvarumas, Bendrasis poringumas visame armenyje didesnis nei RT, bet mezoporų tūris mažesnis	Didėja agregatų patvarumas, bendrasis poringumas ir mezoporų tūris 0-10 cm, bet mažėja 10-20 cm sluoksnyje.	Didėja agregatų patvarumas, bendrasis poringumas ir mezoporų tūris 0-10 cm, bet mažėja 10-20 cm sluoksnyje.
Vandentalpa	Didesnė nei RT tik 10-20 cm sluoksnyje	Didesnė nei RT tik 10-20 cm sluoksnyje	Didesnė nei CT tik 0-10 cm sluoksnyje	Didesnė nei CT tik 0-10 cm sluoksnyje
Dirvos vandens taupymas (0-10 cm)	Esminių dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmės skirtumų RT ir CT sistemose nėra	Esminių dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmės skirtumų RT ir CT sistemose nėra	Esminių dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmės skirtumų RT ir CT sistemose nėra	Esminių dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmės skirtumų RT ir CT sistemose nėra
Derlius	Derlingumas nežymiai mažesnis nei RT-3	Derlingumas 6,5% mažesnis nei RT-3	Didžiausias derliaus didėjimo potencialas	Derlingumas 6,5% mažesnis nei RT-3
Anglies sekvestracija	Eikvojami C-org ištekliai, sekvestracija lėta	Eikvojami C-org ištekliai, sekvestracija lėta	C-org koncentruojasi armens viršutiniame sluoksnyje, sekvestracija panaši, kaip ir CT	C-org koncentruojasi armens viršutiniame sluoksnyje, sekvestracija spartesnė nei CT ir RT-3

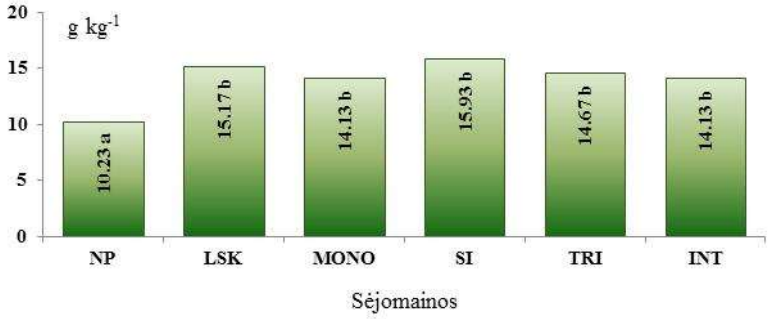
Klimatas, ŠESD emisijos	Ištirta dirvos CO_2 emisija mažesnė nei RT Apskaičiuotos ŠESD emisijos – didžiausios, palyginus su kitomis technologijomis	Ištirta dirvos CO_2 emisija mažesnė nei RT Apskaičiuotos ŠESD emisijos – iš esmės tokio pačios kaip ir CT-3 technologijoje	Ištirta dirvos CO_2 emisija didesnė nei CT Apskaičiuotos ŠESD emisijos – 28% mažesnė nei CT technologijose	Ištirta dirvos CO_2 emisija didesnė nei CT Apskaičiuotos ŠESD emisijos – 28% mažesnė nei CT technologijose
Ekonominės sąnaudos	Didžiausi kaštai technologijai, palyginus su kitomis	Kaštai tik 5% mažesnis nei CT-3	Kaštai 19-22% mažesnis nei CT-3 ir CT-2, bet 5% didesni nei RT-2	Mažiausi kaštai šiai technologijai, palyginus su kitomis

2.2. Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų rezultatai

2.2.1. Dirvožemio agrocheminės savybės

Organinės anglies kiekis dirvožemyje. Dirvožemio organinė medžiaga yra laikoma jo kokybės rodikliu, vienu svarbiausių biosferos pastovumo ir stabilumo veiksnių. Nuo dirvožemio organinės medžiagos kiekio labiausiai priklauso dirvožemio derlingumas, o tai turi įtakos augalų gyvybingumui.

Žieminių rugių pasėliai auginti intensyvioje, lauko su kaupiamaisiais, sideracinėje ir trilaukėje sėjomainose, tai pat monopasėlyje. Intensyvioje sėjomainoje žieminių rugių pasėlio priešsėlis – bulvės, lauko su kaupiamaisiais – daugiametės žolės II naudojimo metų, sideracinėje – rapsai žaliajai trąšai, trilaukėje – juodasis pūdymas (32 pav.).



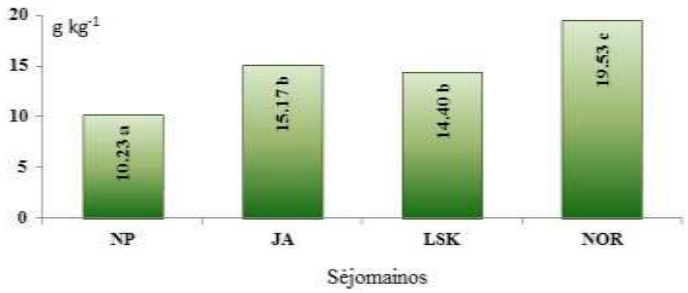
32 paveikslas. C-org kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje

Pastaba. a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

Didžiausias dirvožemio organinės anglies kiekis rastas sideracinėje (15,9 g kg^{-1}) ir lauko su kaupiamaisiais (15,2 g kg^{-1}) sėjomainose, tačiau skirtumai, palyginti su kitomis sėjomainomis, – neesminiai. Nuolatiniame pūdyme organinės anglies sumažėjo esmingai, jos čia rasta 1,56 karto mažiau nei sideracinėje sėjomainoje.

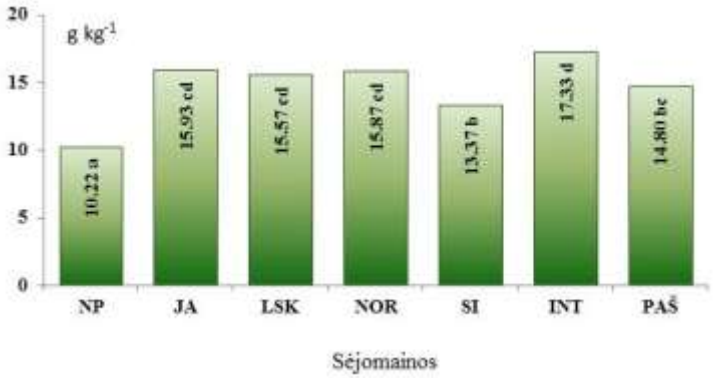
Žieminiai kviečiai auginti javų, lauko su kaupiamaisiais ir Norfolko sėjomainose (33 pav.). Javų sėjomainoje žieminių kviečių priešsėlis – vikių ir avižų mišinys žaliajam pašarui. Lauko sėjomainoje su kaupiamaisiais žieminių kviečių priešsėlis – juodasis pūdymas, o Norfolko sėjomainoje – daugiametės žolės.

Dirvožemio C-org didžiausias kiekis nustatytas Norfolko sėjomainoje (19,5 g kg^{-1}), kur kviečiai auginti po daugiamečių žolių ir kur kasmet dirvožemio derlingumą mažinantys augalai keičiami dirvožemio derlingumą didinančiais. Javų ir lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainose organinės anglies kiekis esmingai mažesnis, lyginant su Norfolko sėjomaina. Pastarosiose sėjomainose kviečiai augo atitinkamai po vikių ir avižų mišinio ir pūdymo. Nuolatiniame pūdyme organinės anglies rasta 1,91 karto mažiau nei Norfolko sėjomainoje.



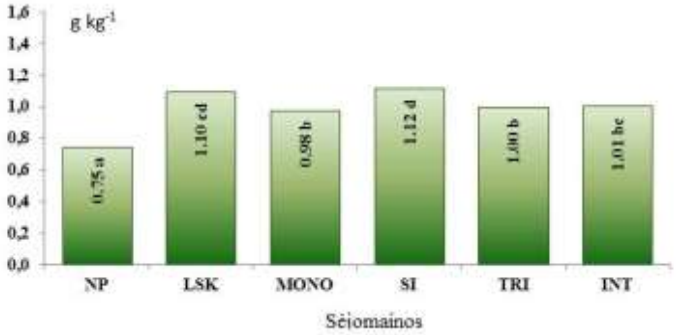
33 paveikslas. C-org kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Miežių pasėliai taip pat auginti skirtingose sėjomainose (34 pav.). Didžiausias C-org kiekis nustatytas intensyvioje (17,3 g kg^{-1}) sėjomainoje su tarpiniais pasėliais, panašus buvo ir javų, lauko su kaupiamaisiais bei Norfolko sėjomainose. Mažiausi organinės anglies kiekiai rasti sideracinėje (13,4 g kg^{-1}) ir pašarinėje (14,8 g kg^{-1}) sėjomainoje, kur miežių priešsėlis buvo bulvės ir pašariniai runkeliai. Tai atitinkamai 1,29 ir 1,17 karto mažiau nei intensyvioje sėjomainoje. Nuolatiniame pūdyme organinės anglies rasta 1,70 karto mažiau nei intensyvioje sėjomainoje.



34 paveikslas. C-org kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

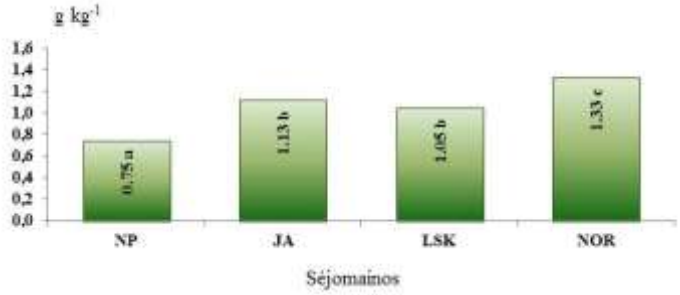
Suminio azoto kiekis dirvožemyje. Dirvožemyje azotas yra kaupiamas mikroorganizmų biomasėje, augaluose – jų šaknyse ir pačių augalų biomasėje kaip organinis azotas. Pačiame dirvožemyje azotas gali būti kaupiamas neorganine forma ar absorbuotas ant dirvožemio dalelių (Rutigliano ir kt., 2004). Žieminių rugių pasėlis augintas intensyvioje, lauko su kaupiamaisiais, sideracinėje, trilaukėje sėjomainose ir monopasėlyje (35 pav.).



35 paveikslas. Suminio azoto kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

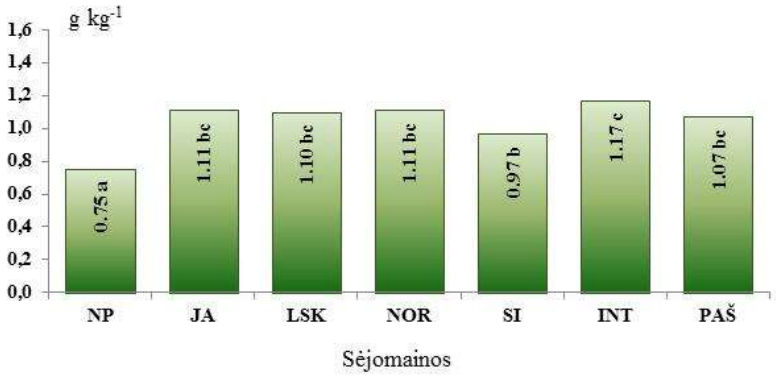
Didžiausias (0,112 proc.) suminio azoto kiekis, palyginti su kitomis sėjomainomis, nustatytas sideracinėje ir lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainose. Esmingai mažesni - iki 1,14 karto - suminio azoto kiekiai nustatyti trilaukėje sėjomainoje ir monopasėlyje.

Žieminiai kviečiai, auginti skirtingose sėjomainose, nevienodai didino suminio azoto kiekį dirvožemyje (36 pav.). Norfolko sėjomainoje nustatytas didžiausias (0,133 proc.) suminio azoto kiekis, lyginant su kitomis sėjomainomis.



36 paveikslas. Suminio azoto kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje. Pastaba: [a-d] Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Auginant miežius suminio azoto kiekis intensyvioje sėjomainoje nustatytas esmingai didesnis (1,20 karto), lyginant su sideracine sėjomaina (37 pav.). Tarp kitų sėjomainų esminio skirtumo nerasta.

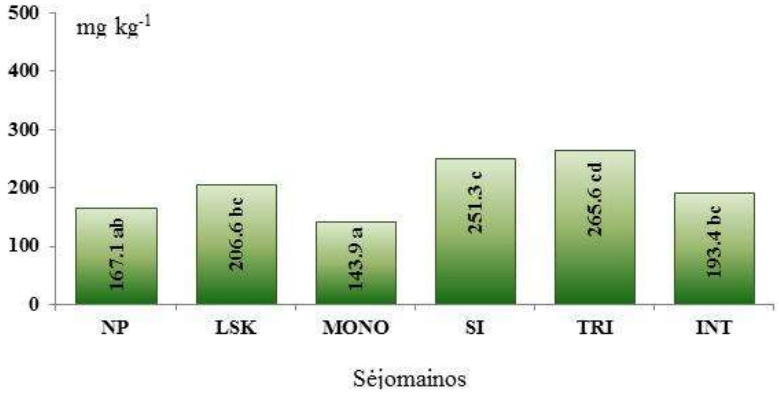


37 paveikslas. Suminio azoto kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

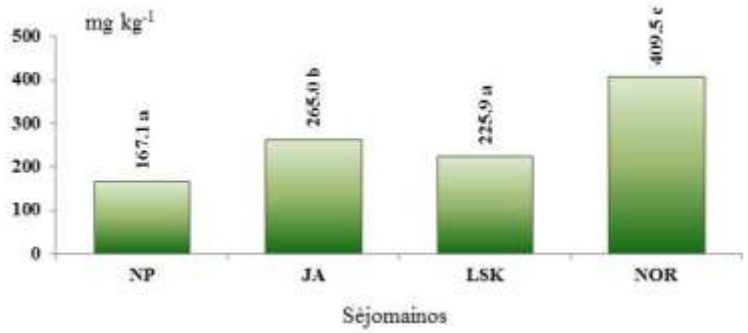
Judriojo fosforo kiekis dirvožemyje. Fosforo junginiai būtini visoms gyvoms būtybėms, organinių medžiagų sintezei ir medžiagų apykaitai (Končius, 2007). Fosforo junginiai, palyginti su azoto ir kalio, yra dešimtis kartų mažiau judrūs. Mineralinių trąšų fosforo transformacija priklauso nuo dirvožemio savybių, bet didesnė dalis pereina į mažai tirpias fosforo formas bei frakcijas ir fosforas tampa augalų menkai ar visai nepasisavinamu (Neyroud, Lischer; 2003). Apibendrinus daugelio šalių fosforo frakcijų tyrimus galima teigti, kad didžiausią įtaką fosforo judrumui turi dirvožemio pH, organinių medžiagų bei $CaCO_3$ kiekiai dirvožemyje (Liliefein ir kt., 2000; Aulakh ir kt., 2003; Pheav, 2003; Shen ir kt., 2004; Falhre ir kt., 2006). Lietuvos dirvožemiuose yra labai nedaug judriojo fosforo. Papildomai netręšiant, fosforo atsargų dirvožemyje pakaktų tik 2,0 t ha^{-1} javų derliui (Mattson, 1998; Loes, Oggard, 2001; Gužys 2013). Judriojo fosforo kiekis auginant rugius pateiktas 38 pav.

Trilaukėje sėjomainoje augintų vasarinių rugių pasėlyje judriojo fosforo buvo nustatytas esmingai didesnis (1,85 karto) kiekis, taip pat ir judriojo kalio kiekis aptiktas esmingai vidutiniškai

didesnis (3,06 karto), lyginant su kitomis sėjomainomis ir monopasėliu. Mažiausi judriojo fosforo (144 mg kg^{-1}) ir judriojo kalio (280 mg kg^{-1}) kiekiai nustatyti rugių monopasėlyje.



38 paveikslas. Judriojo fosforo (P_2O_5) kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje.
Pastaba: [a-d] Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

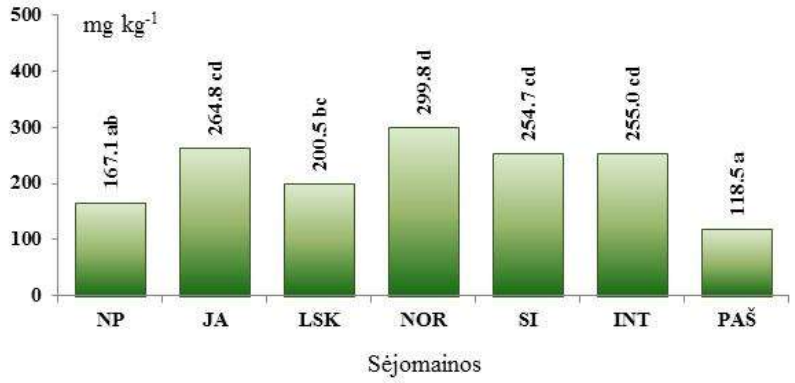


39 paveikslas. Judriojo fosforo (P_2O_5) kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Skirtingose sėjomainose auginti vasariniai kviečiai nevienodai didino judriojo fosforo ir judriojo kalio kiekį dirvožemyje. Norfolko sėjomainoje nustatytas didžiausias judriojo fosforo (410 mg kg^{-1}) ir vienas didžiausių judriojo kalio kiekis (580 mg kg^{-1}), lyginant su kitomis sėjomainomis, daugiausia judriojo kalio nustatyta lauko su kaupiamaisiais augalais (667 mg kg^{-1}) sėjomainoje (39 pav.). Kviečių pasėlius lyginant su nuolatiniu juoduoju pūdymu, judriojo fosforo kiekis nuolatiniame juodajame pūdyme nustatytas 2,45 karto esmingai mažesnis, o judriojo kalio kiekis – 2,68 karto esmingai mažesnis.

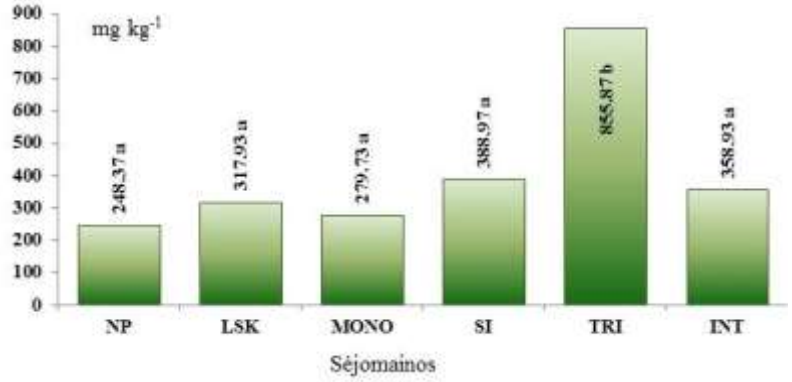
Skirtingose sėjomainose auginti miežiai nevienodai didino judriojo fosforo kiekį dirvožemyje (40 pav.). Esmingai didesnis (2,52 karto) judriojo fosforo kiekis buvo nustatytas Norfolko sėjomainoje, lyginant su kitomis sėjomainomis, kuriose auginti miežiai, o mažiausias (119 mg kg^{-1}) kiekis judriojo fosforo buvo nustatytas pašarinėje sėjomainoje.

Panaši tendencija vyravo ir nustačius judriojo kalio kiekį miežių pasėliuose, tik judriojo kalio kiekis (605 mg kg^{-1}) didžiausias nustatytas javų sėjomainoje ir jis buvo 3,31 karto esmingai didesnis, lyginant su kitomis sėjomainomis. Judriojo kalio, taip kaip ir judriojo fosforo, mažiausiai (183 mg kg^{-1}) nustatyta pašarinėje sėjomainoje.



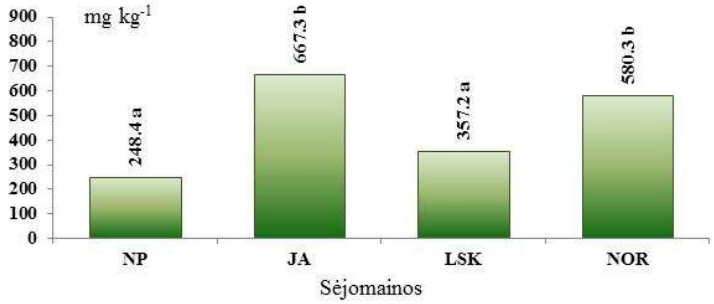
40 paveikslas. Judriojo fosforo (P_2O_5) kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

Judriojo kalio kiekis dirvožemyje. Kalio trūkumas gali neigiamai paveikti augalų derliaus kokybę, sumažinti atsparumą kenkėjams ir ligoms, susilpninti daugelio fermentų veiklą, pažeisti angliavandenių ir baltymų apykaitą. Kalis dalyvauja fotosintezėje, padeda kauptis vitaminams, aktyvina įvairių fermentų veiklą. Nustačius judriojo kalio kiekį vasariniuose rugiuose, gauti tyrimai rodo, kad trilaukėje sėjomainoje judriojo kalio kiekis esmingai didesnis (nuo 2,20 iki 3,44 karto), lyginant su kitomis sėjomainomis, nuolatiniu juoduoju pūdymu ir rugių monopasėliu (41 pav.).



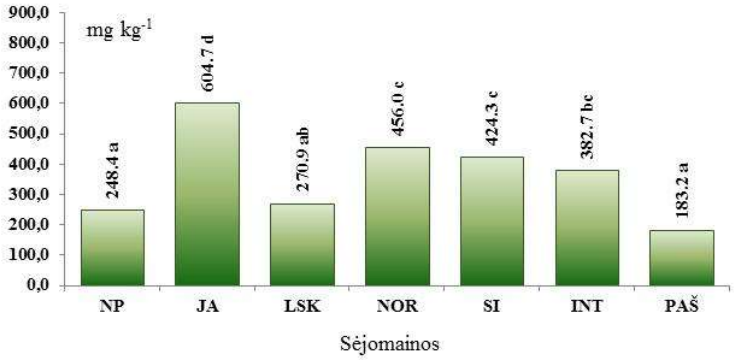
41 paveikslas. Judriojo kalio (K_2O) kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

Įvertinus judriojo kalio kiekį vasarinių kviečių pasėliuose didžiausias kiekis nustatytas javų sėjomainoje (667,30 mg kg^{-1}) ir jis buvo esmingai didesnis 1,87 karto, lyginant su lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomaina (42 pav.).



42 paveikslas. Judriojo kalio (K_2O) kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Kviečių priešsėlis javų sėjomainoje – vikių ir avižų mišinys. Įvertinus judriojo kalio kiekį dirvožemyje nustatyta, kad didžiausias (604,73 mg kg^{-1}) kiekis vyravo javų sėjomainoje, kur vasarinių miežių priešsėlis – avižos (43 pav.).

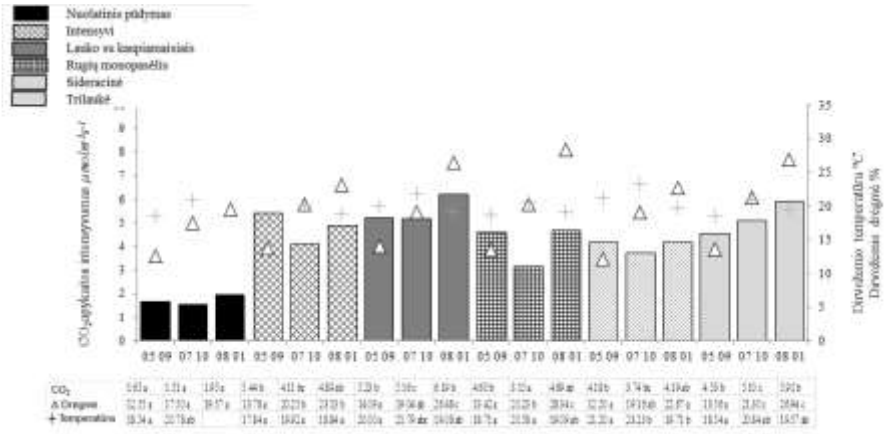


43 paveikslas. Judriojo kalio (K_2O) kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

Javų sėjomainoje judriojo kalio kiekis nustatytas esmingai didesnis (nuo 1,33 iki 3,30 karto), lyginant su visomis sėjomainomis, kuriose buvo auginami vasariniai miežiai, ir su nuolatiniu pūdymu. Vienas iš svarbiausių agrocheminių savybių pasikeitimo ypatumų – tai skirtingas P ir K pasiskirstymas viršutiniame dirvožemio sluoksnyje. Abu šie augalų mitybos elementai kaupiasi 0–5 cm, rečiau 0–10 cm dirvožemio sluoksnyje dėl sumažėjusio dirvožemio sumaišymo su augalų liekanomis ir išbertomis trąšomis, o tai apriboja tų elementų judėjimą žemyn dirvožemio profiliu bei apsunkina tų pačių elementų patekimą į augalų maisto medžiagų apykaitos ciklą iš gilesnių profilio sluoksnių.

2.2.2. CO_2 emisijos

Rugių pasėliuose augalų vegetacijos pradžioje CO_2 emisijos iš dirvožemio esminių skirtumų nenustatyta, tačiau didžiausias skirtumas buvo intensyvioje sėjomainoje. Nuolatiniame juodajame pūdyme CO_2 emisija buvo nustatyta esmingai mažesnė (nuo 2,7 iki 3,3 karto), lyginant su visomis sėjomainomis. Augalų vegetacijos viduryje atlikus matavimus nustatyta, kad esmingai didesnė (1,63 karto) CO_2 emisija buvo lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje, lyginant su rugių monopasėliu, kuris buvo tręštas ir purkštas herbicidais (44 pav.). Atlikus paskutinį matavimą augalų vegetacijos pabaigoje lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje CO_2 emisija buvo taip pat esmingai didesnė (1,3 karto), lyginant su rugių monopasėliu.



44 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija rugių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

Atlikus matavimus rugių pasėliuose gegužės pradžioje gauti duomenys labai panašūs kaip ir kviečių bei miežių pasėliuose gegužės pradžioje, lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą, esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta. Liepos pradžioje esmingai mažesnė (1,1 karto) dirvožemio temperatūra nustatyta nuolatiniame juodajame pūdyme ir trilaukėje sėjomainoje, lyginant su sideracine sėjomaina, kurioje buvo auginti rugiai. Rugpjūčio pirmą dieną, lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą, esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta.

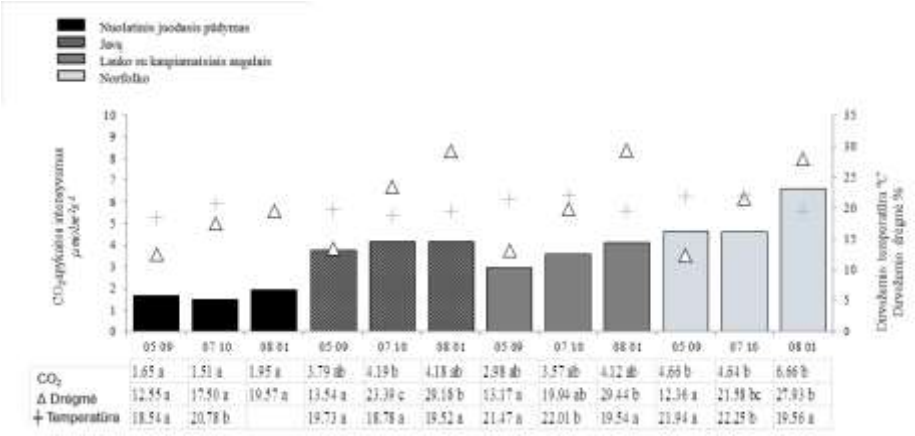
Atlikus dirvožemio drėgnio matavimus rugių pasėliuose gegužės pradžioje gauti duomenys labai panašūs kaip ir kviečių bei miežių pasėliuose gegužės pradžioje, lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą, esminės įtakos dirvožemio drėgmei nenustatyta. Rugpjūčio pirmą dieną esmingai mažesnis nuo 1,2 iki 1,4 karto dirvožemio drėgmės kiekis nustatytas nuolatiniame juodajame pūdyme, lyginant su sėjomainomis, kuriose buvo auginti rugiai. Esmingai didesnis 1,4 karto dirvožemio drėgnumas nustatytas rugių, kurie buvo tręšti ir nupurkšti herbicidais, monopasėlyje, lyginant su nuolatiniu juoduoju pūdymu.

Meteorologinės sąlygos, taikytos technologijos lėmė dirvožemio gyvybinius procesus. Juos geriausiai iliustruoja dirvožemio CO_2 srautų apykaitos intensyvumas (NCER – Net Carbon Exchange Rate).

Kviečių pasėlyje tarp skirtingų sėjomainų esminių CO_2 emisijos skirtumų nenustatyta. Vegetacijos pradžioje intensyviausia (4,66 μmol m^{-2} s^{-1}) CO_2 emisija iš dirvožemio išsiskyrė Norfolko sėjomainoje ir ji esmingai buvo didesnė (2,82 karto), lyginant ją su nuolatiniu juoduoju pūdymu (45 pav.). Vegetacijos viduryje ir pabaigoje javų ir Norfolko sėjomainose CO_2 emisijos dirvožemio intensyvumas buvo didesnis (nuo 1,2 iki 1,3 karto) nei lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje.

Atlikus matavimus kviečių pasėliuose gegužės ir rugpjūčio pradžioje nustatyta, kad lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą (gegužę) esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta. Liepos pradžioje nustatyta esmingai žemesnė (nuo 1,1 iki 1,2 karto) dirvožemio temperatūra vyravo javų sėjomainoje, lyginant su kitomis sėjomainomis ir nuolatiniu juoduoju pūdymu.

Dirvos drėgmė – svarbi atmosferos vandens apykaitos dalis. Tai viena iš svarbiausių dirvos savybių, turinčių didžiausią reikšmę kultūrinių žemės ūkio augalų augimui. Dauguma augalijos labiau priklauso nuo drėgmės kiekio šaknų lygyje nei nuo kritulių kiekio. Vandens trūkumas sutrikdo augalų vystymosi ir augimo greitį (www.systemexplorations.wordpress.com).



45 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija vasarinių kviečių pasėlyje.

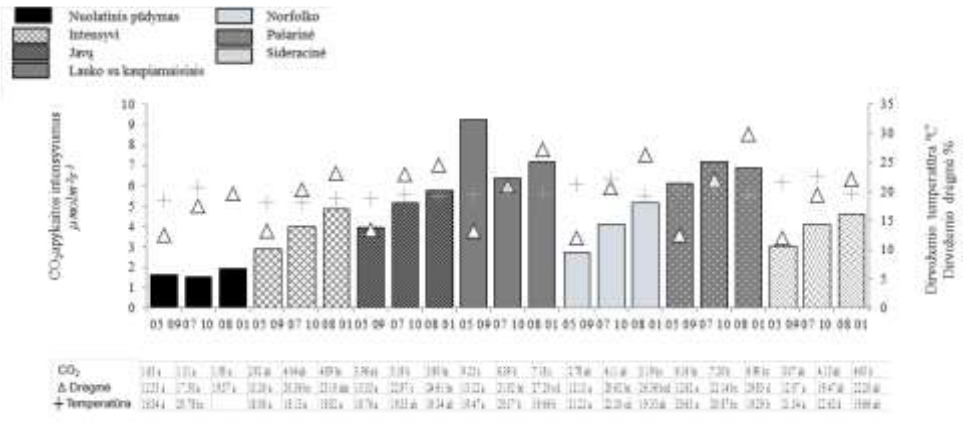
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Dirvos drėgnis reguliuojamas agrotechninėmis priemonėmis, kurių svarbiausios yra sėjomainos parinkimas ir tinkamas žemės dirbimas. Drėgmė žemės ūkio augalams reikalinga per visą augalų vegetacijos periodą. Atlikus matavimus kviečių pasėliuose gegužės pradžioje nustatyta, kad lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą esminės įtakos dirvožemio drėgmei nenustatyta. Meteorologinės klimato sąlygos lemia nevienodą drėgmės kiekį skirtingais metais (Hsiao ir kt., 2007). Liepos pradžioje nustatytas mažiausias (17,50 proc.) drėgmės kiekis juodajame nuolatiniame pūdyme. Esmingai didesnis 1,3 karto drėgmės kiekis nustatytas lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje auginant vasarinius kviečius, lyginant su juoduoju nuolatiniu pūdymu. Atlikus matavimus rugpjūčio pradžioje kviečių pasėliuose nustatyta, kad juodajame nuolatiniame pūdyme esmingai mažesnė (nuo 1,4 iki 1,5 karto) dirvožemio drėgmė, lyginant su skirtingomis sėjomainomis.

Miežių pasėlyje vegetacijos pradžioje nustatyta esmingai didesnė (nuo 2,33 iki 3,32 karto) CO_2 emisija lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje, lyginant su kitomis sėjomainomis, kur vyrauja miežiai, išskyrus pašarinę sėjomainą, su kuria esminių skirtumų nenustatyta (46 pav.). Vegetacijos viduryje CO_2 emisijos intensyvumu (1,39 karto) išsiskyrė pašarinė sėjomaina, lyginant su javų sėjomaina. Esmingai didesnis skirtumas buvo ir pašarinėje sėjomainoje.

Javų vegetacijos pabaigoje esmingai didesne CO_2 emisija (1,5–1,6 karto) išsiskyrė lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomaina, lyginant su intensyvia ir sideracine sėjomainomis.

Dirvožemio paviršinio sluoksnio temperatūra dažniausiai priklauso nuo aplinkos temperatūros, tačiau pavasarį labiau augalinėmis liekanomis padengta žemė įšyla lėčiau. Dirvos temperatūrai didžiausią įtaką daro aplinkos oro temperatūra. Atlikus matavimus miežių pasėliuose gegužės pradžioje nustatyta, kad lyginant tarpusavyje sėjomainas ir nuolatinį juodąjį pūdymą esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta. Liepos pradžioje esmingai aukštesnė nuo 1,1 iki 1,2 karto dirvožemio temperatūra nustatyta Norfolko ir sideracinėje sėjomainose auginant miežius, lyginant su lauko su kaupiamaisiais augalais, intensyvia ir javų sėjomainomis. Atlikus matavimus rugpjūčio pradžioje miežių pasėliuose nustatyta, kad intensyvioje sėjomainoje esmingai žemesnė (nuo 2,4 iki 4,3 proc.) dirvožemio temperatūra, lyginant su lauko su kaupiamaisiais augalais ir pašarine sėjomaina.



46 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija vasarinių miežių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta ($P < 0,05$). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, PAŠ – pašarinė, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

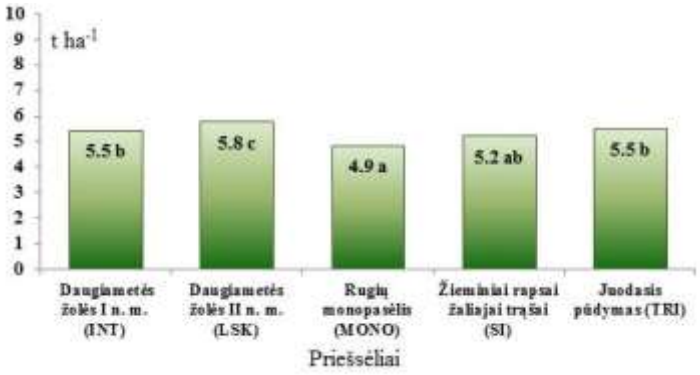
Miežių pasėliuose gegužės pradžioje gauti duomenys labai panašūs kaip ir kviečių pasėlyje gegužės pradžioje, lyginant tarpusavyje sėjomainas ir nuolatinį juodąjį pūdymą. Čia esminės įtakos dirvožemio drėgmei nenustatyta. Didžiausias dirvožemio drėgmės kiekis nustatytas javų sėjomainoje miežių pasėlyje (22,97 proc.). Esmingai mažesnis dirvožemio drėgmės kiekis nustatytas nuolatiniame juodajame pūdyme, intensyvioje ir sideracinėje sėjomainose (nuo 1,1 iki 1,3 karto), lyginant su pašarine sėjomaina. Rugpjūčio pirmąją dekadą kritulių iškrito tik 5,4 mm, tačiau liepą (ypač antrąją

dekadą) kritulių iškrito pakankamai daug (137,5 mm), lyginant su daugiamečiu kritulių vidurkiu (96,6 mm). Tai turėjo įtakos dirvožemio drėgnumui. Esmingai didesnis nuo 1,3 iki 1,5 karto dirvožemio drėgnumas nustatytas pašarinėje sėjomainoje, lyginant su nuolatiniu juoduoju pūdymu, javų, intensyvia ir sideracine sėjomainomis.

2.2.3. Sėjomainos augalų poveikis ir nauda sėjomainos augalų derliui

Sėjomainos augalų poveikis ir nauda žieminių rugių derliaus potencialui. Žieminiai rugiai buvo auginami keturiose skirtingose sėjomainose ir monopasėlyje (47 pav.). Didžiausias žieminių rugių derlius gautas auginant po daugiamečių žolių patręšus galvijų mėšlu. Žieminių rapsų, augintų žaliajai trąšai, kaip priešsėlio poveikis prilygo I naudojimo metų daugiamečių žolių poveikiui. Žieminių rugių derlingumas, auginant juos daugiau kaip 50 m. monopasėlyje ir taikant įprastinę agrotechniką, nustatytas esmingai mažesnis lyginant su augintais po I naudojimo metų daugiamečių žolių ir po juodojo pūdymo (1,12 karto) bei po II naudojimo metų daugiamečių žolių (1,18 karto).

Mokslininkų nuomone, auginant žemės ūkio augalus monopasėliuose ar trumpalaikėse rotacijose jų derlingumas sumažėja (Nix ir kt., 2006). Šių tyrimų rezultatai tik iš dalies patvirtino šį teiginį, nes žieminiai rugiai yra vieni iš tų augalų, kurie priešsėliams nereiklūs. Gamtinės sąlygos (temperatūra, krituliai ir kt.) paprastai yra laikomi pagrindiniais veiksniais, darančiais įtaką augalų augimui, vystymuisi ir produktyvumui (Yamaguchi-Shinozaki ir kt., 2002; Duchovskis ir kt., 2003; Nakayama ir kt., 2007). Esant palankioms sąlygoms, rugių derlingumas monopasėlyje nemažėja, netgi prilygsta augintų sėjomainose. Būtina pažymėti, kad iš Lietuvoje auginamų žemės ūkio augalų atsėliavimą ar net monopasėlį labiausiai pakenčia kukurūzai ir žieminiai rugiai, o kiti augalai tam yra ypač jautrūs.

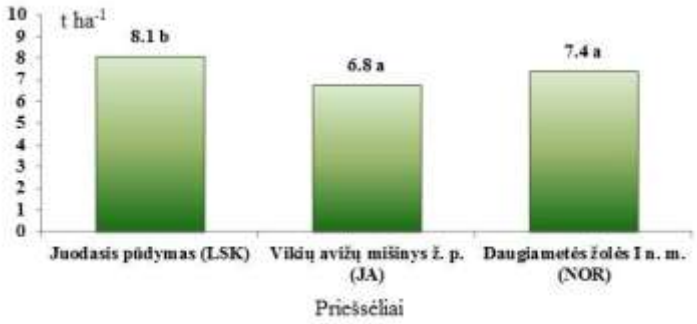


47 paveikslas. Žieminių rugių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta ($P < 0,05$). INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso žaliajai trąšai).

Sėjomainos augalų poveikis ir nauda žieminių kviečių derliaus potencialui. Sėjomainų kolekcijoje žieminiai kviečiai auginti ankštinėje (po vikių ir avižų mišinio), pūdyminėje (po juodojo pūdymo) ir žolinėje (po pirmų naudojimo metų daugiamečių žolių) grandyse. Didžiausias žieminių kviečių derlingumas gautas po juodojo pūdymo (48 pav.). Po šio priešsėlio kviečių derlingumas buvo vidutiniškai 1,19 karto didesnis nei juos auginant po vikių ir avižų mišinio žaliajam pašarui ar po daugiamečių žolių. Vikių ir avižų mišinio bei pirmų naudojimo metų daugiamečių žolių poveikis tarpusavyje iš esmės nesiskyrė.

K. Sieling ir O. Christen (2015), tirdami ilgalaikes (1988–2001) sėjomainas, nustatė, kad nepalankūs priešsėliai reikšmingai sumažino kviečių ir miežių derlių vidutiniškai 10 proc., tačiau kiekvienų metų duomenys labai skyrėsi. Jų eksperimentai atlikti lengvame smėlingame dirvožemyje. Tai rodo, kad sėjomainos poveikis produktyvumui gali priklausyti ne tik nuo priešsėlių, bet ir nuo dirvožemio tipo.

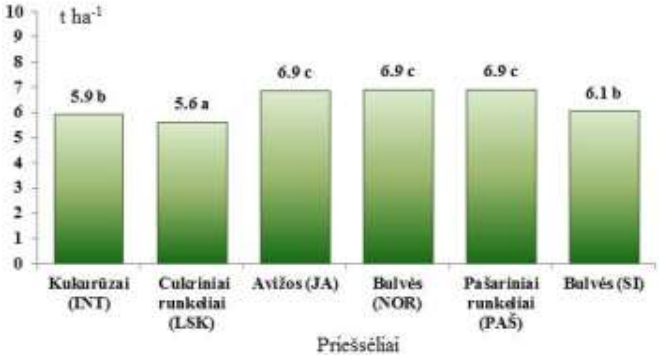


48 paveikslas. Žieminių kviečių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, NOR – Norfolko.

Sėjomainos augalų poveikis ir nauda vasarinių miežių derliaus potencialui. Siauros specializacijos augalininkystės ūkiuose dažniausiai auginami derlingiausi, didžiausią pelną duodantys augalai – migliniai javai. Vienos rūšies dominavimas mažina ekosistemų įvairovę, didina piktžolėtumą bei patogenų plitimą (Balnytė, 2010; Bučienė, 2003). Vasariniai miežiai auginti po 6 skirtingų priešsėlių: kaupiamųjų grandyse po kukurūzų, cukrinių ir pašarinių runkelių, bulvių, taip pat atsėliuojami po kitų miglinių javų. Remiantis vidutiniškais tiriamų sėjomainų 1967–2012 m. duomenimis nustatyta, kad geriausiai derėjo javų sėjomainoje po avižų auginti vasariniai miežiai (Jodaugienė ir kt., 2015), tačiau šis rezultatas pasitvirtina ne kasmet.

Geriausias priešsėlis vasariniams miežiams buvo kaupiamieji augalai Norfolko ir pašarinėje sėjomainose (49 pav.). Panašus miežių derlingumas gautas ir po avižų javų sėjomainoje. Lyginant su šiomis 3 sėjomainomis, esmingai mažesnis miežių derlingumas gautas sideracinėje po bulvių (1,13 karto), intensyvioje pokukurūzų (1,17 karto) ir lauko su kaupiamaisiais augalis po cukrinių runkelių (1,23 karto) sėjomainose. Kaip nurodo S. Balnytė (2010), kaupiamųjų grandis turi teigiamos įtakos javų derliaus stabilumui.



49 paveikslas. Miežių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių

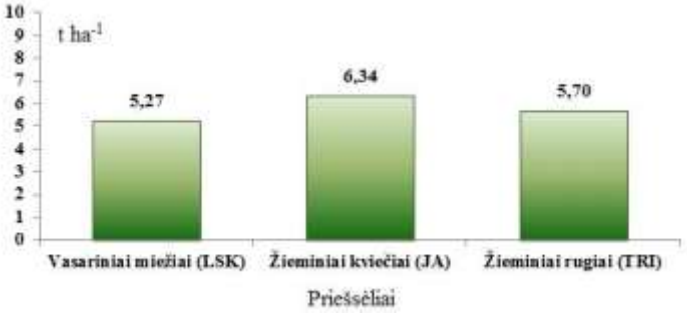
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, NOR – Norfolko, PAŠ – pašarinė, SI – sideracinė sėjomaina.

Mokslininkai savo eksperimentais įrodė, kad pupiniai, ypač daugiamečiai, yra svarbiausi sėjomainos augalai ne tik tausojančiojoje ar ekologinėje žemdirbystėje (Arlauskienė, Maikštėnienė, 2006b; Younie, 2000; Wilkins, Vidrih, 2000). Mokslininkai taip pat nurodo, kad daugiametės žolės sėjomainos grandyje teigiamai veikia ir miežių produktyvumą. Dėl netinkamų priešsėlių miežių grūdų derlingumas gali sumažėti 20–30 proc. Pašarinėje sėjomainoje dirvos derlingumas palaikomas daugiametes žoles laikant ketverius metus, tačiau jos įsėjamos į miežių pasėlį ir drėgnais metais konkuruoja su javais.

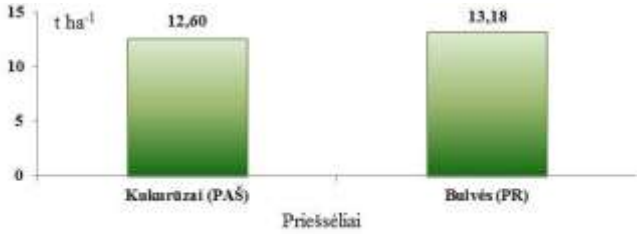
Sėjomainos augalų poveikis ir nauda kitų augalų derliaus potencialui. Avižų priešsėliai beveik visada yra kiti varpiniai javai. Mūsų eksperimente avižoms geriausias priešsėlis nustatytas

žieminiai kviečiai (50 pav.). Palyginus su šiuo priešsėliu, avižų derlingumas po vasarinių miežių mažesnis 1,20 karto, o po žieminių rugių – 1,11 karto.

Sėjomainų kolekcijoje pašariniai runkeliai auginami po kaupiamųjų: kukurūzų ir bulvių (51 pav.). Pašarinių runkelių derlingumas po bulvių buvo 4,6 proc. didesnis nei po kukurūzų.

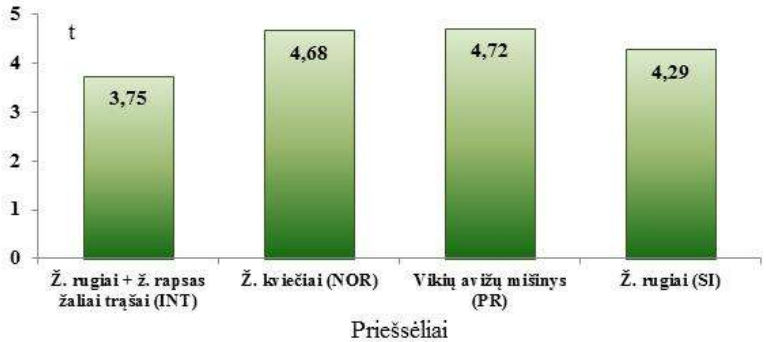


50 paveikslas. Avižų derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, TRI – trilaukė sėjomaina.



51 paveikslas. Priešsėlių įtaka pašarinių runkelių šakniavaisių sausųjų medžiagų derlingumui
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
PAŠ – pašarinė, PR – priefermio sėjomaina.

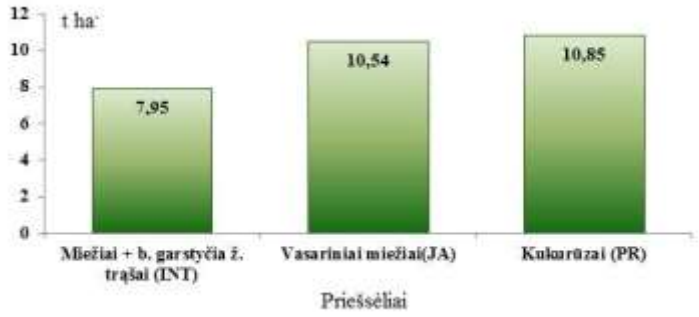
Bulvės augintos po žieminių rugių bei po trijų mėšlu tręštų priešsėlių: žieminių rugių su žieminių rapsų tarpiniu pasėliu žaliajai trąšai, žieminių kviečių ir po vikių-avižų mišinio (52 pav.). Bulvių gumbų sausųjų medžiagų masė po rugių be mėšlo buvo 9-10 proc. mažesnė nei po mėšlu tręštų priešsėlių - žieminių kviečių ir vikių-avižų mišinio. Palyginus su šiais priešsėliais, po žieminių rugių su žieminių rapsų tarpiniu pasėliu žaliajai trąšai bulvių gumbų derlius mažesnis 24,8-25,9 proc. To priežastis – siekiant gauti didesnę tarpinio pasėlio biomasę rapsai žaliajai trąšai laikomi iki žydėjimo pradžios, todėl vėluoja bulvių sodinimas ir dėl to mažėja jų derlingumas.



52 paveikslas. Priešsėlių įtaka bulvių gumbų sausųjų medžiagų derlingumui
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, NOR – Norfolko, PR – priefermio, SI – sideracinė sėjomaina.

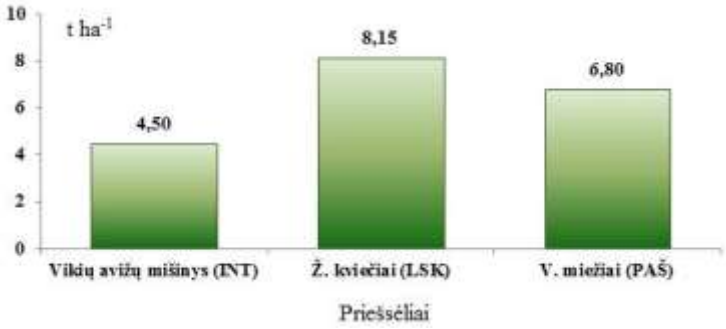
Vikių-avižų mišinys laikomas nereikliu priešsėliams augalu, tačiau tyrimų metais mūsų lauko eksperimente gauti skirtumai akivaizdūs. Didžiausias sausųjų medžiagų derlius gautas po vasarinių miežių bei po kukurūzų, abiejose sėjomainose tręšiama mėšlu (53 pav.). Po šių priešsėlių vikių-avižų

mišinio sausųjų medžiagų masės gauta 32,6-36,5 proc. daugiau, nei po miežių su tarpiniu pasėliu žaliajai trąšai. Šiuo atveju vikių avižų mišinio derlingumą galėjo mažinti įsėtas dobilų-motiejukų įsėlis.



53 paveikslas. Priešsėlių įtaka vikių-avižų mišinio sausųjų medžiagų derlingumui
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, JA – javų , PR – priefermio sėjomaina.

Sėjomainų kolekcijoje daugiametės žolės įsėjamos į žieminius kviečius, vasarinius miežius ir vikių-avižų mišinį (54 pav.).



54 paveikslas. Priešsėlių įtaka I naudojimo metų daugiamečių žolių sausosios masės derlingumui
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, PAŠ – pašarinė sėjomaina.

Geriausias I pjūties žolės produktyvumas gautas daugiametes žoles įsėjus į žieminius kviečius. Panašus derlingumas buvo ir įsėjus į vasarinius miežius. Į vikių avižų mišinį įsėtų daugiamečių žolių produktyvumas pirmaisiais naudojimo metais buvo 51,1-81,1 proc. mažesnis nei įsėjus į vasarinius miežius ir žieminius kviečius.

Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų rezultatų apibendrinimas.

1. Po daugiau kaip pusšimčio metų skirtingos augalų kaitos ypač išryškėjo daugiamečių žolių ir tręšimo mėšlu teigiamas poveikis dirvožemio derlingumui. Didžiausi organinės anglies ir suminio azoto kiekiai nustatyti sėjomainose, kuriose auginamos daugiametės žolės ar/ir tręšiama mėšlu: Norfolko, pašarinėje, lauko su kaupiamaisiais ir intensyvioje. Sideracinėje sėjomainoje, kurioje dirvožemio derlingumui palaikyti auginti įvairūs augalai žaliajai trąšai, dirvožemio organinės anglies ir suminio azoto kiekiai didžiausi pirmais metais po žaliosios trąšos įterpimo, o vėliau - esmingai mažėja. Sideratų žaliosios trąšos teigiamas poveikis trunka tik 1-2 metus, jie veikia kaip trumpalaikė trąša. Javų ir trilaukėje sėjomainose bei rugių monopasėlyje dirvožemio derlingumas mažesnis. Nuolatiniame juodajame pūdyme organinės anglies ir suminio azoto buvo iki 2 kartų mažiau nei Norfolko sėjomainoje. Mėšlu netręšiamas juodasis pūdymas dirvožemio derlingumą mažina labiausiai. Didžiausią organinės anglies kaupimo potencialą turi: a) Norfolko tipo sėjomainos, kur kasmet dirvožemio derlingumą mažinantys augalai yra pakeičiami dirvožemio

derlingumą didinančiais, b) intensyvios tarpiniais pasėliais prisotintos sėjomainos, c) lauko ir pašarinės sėjomainos su daugiametėmis žolėmis ir plačia augalų kaita.

2. Visi žemės ūkio augalai didino CO_2 išsiskyrimą iš dirvožemio. Didžiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas nustatytas pašarinėje ir Norfolko sėjomainose, kuriose augintos daugiametės žolės arba tręšta mėšlu. Nuolatiniame pūdyme ir trilaukėje sėjomainoje (kurioje taip pat yra juodas pūdymas) ir rugių monopasėlyje nustatytas mažiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas. Priešsėliai su didesniu organinių liekanų įnašu skatina CO_2 emisijas.
3. Sėjomainos augalų poveikis po jų einančių žemės ūkio augalų derliaus potencialui daugeliu atvejų išlieka esminis. Dabartinėmis intensyvaus ūkininkavimo ir klimato kaitos sąlygomis ilgalaikės augalų kaitos reikšmė nemažėja. Nors rugiai iš visų žemės ūkio augalų yra mažiausiai jautrūs priešsėliui, tačiau ir jų derlingumas monopasėlyje (nekaitant daugiau kaip 50 metų) esmingai sumažėja. Tik optimalus tręšimas mineralinėmis trąšomis ir šiuolaikinių augalų apsaugos priemonių naudojimas palaiko nors ir esmingai mažesnį negu sėjomainose, bet stabilų monopasėlio derlingumą. Žieminių rugių derlingumas gautas net 12,2-18,4 proc. didesnis patręšus galvijų mėšlu žolinėje ir pūdyminėje grandyse. Iš visų javų žieminiai kviečiai jautriausi priešsėliui, tinkamiausi - daugiausia organikos dirvožemyje paliekantys. Vasariniai miežiai produktyvesni būna pasėti po kaupiamųjų augalų ir sėjomainose, kuriose bent vienas narys per rotaciją tręšiamas organinėmis trąšomis.

2.3. Organinių trąšų potencialo vertinimas

Organinių trąšų naudojimas plačiai žinomas ir taikomas daugelyje ūkininkavimo sistemų. Su organinėmis trąšomis patenka ne tik augalams būtini elementai, tokie kaip azotas, fosforas, kalis, tačiau svarbiausia – dirvožemis praturtinamas organine medžiaga, kuri gerina dirvožemio cheminę sudėtį bei struktūrą. Kita vertus, pastebima, kad organinių trąšų naudojimas gali tik dalinai patenkinti augalų poreikius, todėl siekiant užtikrinti augalų, ypač miglinių kokybę, būtina organines trąšas praturtinti papildomais mineraliniais ar organiniais elementais arba augalų tręšimo technologijoje naudoti papildomą tręšimą mineralinėmis ar efektyvesnėmis organinėmis trąšomis.

Siekiant mažinti žemės ūkio poveikį aplinkai, taip pat būtina rinktis tokias ūkininkavimo sistemas, kurios gerintų dirvožemį ir mažintų šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisiją.

2.3.1. Organinių trąšų naudojimas augalų produktyvumui ir kokybei užtikrinti

Organinės trąšos yra neatsiejama dirvožemio gerinimo priemonė žemės ūkyje. Tyrimais nustatyta, kad organinių trąšų naudojimas skatina organinės medžiagos kaupimąsi dirvožemyje (Garcia-Sanchez et al. 2015; Wang ir kt., 2019; Toleikiene ir kt., 2019), mineralinio azoto naudojimo efektyvumą (Arlauskienė ir kt., 2019). Pastaruoju metu, kaip organinės trąšos naudojamas mėšlas, įvairių rūšių kompostai, biodujų gamybos metu gaunama biomasė ir kt. Tačiau didėjantis susidomėjimas ir valdžios institucijų bei visuomenės spaudimas didžiąją dalį organinių atliekų (tame tarpe ir mėšlo) perdirbti į biodujas, didina šiame procese perdirbtos biomasės kaupimąsi. Įvertinus cheminę tokių žaliavų sudėtį yra tikėtina, kad biodujų substratas gali būti geras organinių trąšų šaltinis (Tilvikienė ir kt., 2018).

Organinių trąšų cheminė sudėtis priklauso nuo žaliavų iš kurių jos yra pagamintos, tačiau nemažai įtakos gali turėti ir tokių trąšų paruošimo naudojimui būdas – granuliavimas, džiovinimas ir kt. (Valentinuzzi ir kt., 2020). Granuliuotos trąšos yra lengviau transportuojamos, tačiau sudėtingiau yra atpalaiduojami pagrindiniai cheminiai junginiai, reikalingi augalų auginimui. Todėl svarbu įvertinti ne tik pačias trąšas, bet ir jų pagaminimo technologijas. Taip pat šiame tyrime planuojama atlikti skirtingų organinių trąšų mišinių su pelenais bei kitomis medžiagomis mišiniai. Augalų kokybės gerinimui papildomai planuojama naudoti ir mineralines trąšas ir jų kombinacijas su organinėmis.

Tyrimais nustatyta, kad tręšiant augalus mineralinėmis trąšomis ŠESD emisijos didėja, lyginant su tręšimu organinėmis (Sánchez-Navarro ir kt., 2020). Kita vertus, ne vienodą efektą turi ir skirtingos organinės trąšos. Įvertinus trąšų gamybos procesą ir jo poveikį dirvožemiui, skiriasi ir ŠESD emisijos (Šarauskis ir kt., 2019). Todėl analizuojant skirtingas organines trąšas yra būtina įvertinti visą ŠESD emisijų procesą.

2.3.2. Organinių tręšiamųjų produktų pasiūla Lietuvoje

Organinių tręšiamųjų produktų pasiūla Lietuvoje yra gana plati. Skirtingi gamintojai siūlo organinių tręšiamuosius produktus skirtus tiek sodininkams, tiek gėlininkams, tiek ūkininkams. Šioje ataskaitoje didžiausias dėmesys bus skiriamas didmeninei trąšų prekybai bei orientuotas į ūkininkų poreikius.

Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas (Biomasė po anaerobinio pūdymo). Siekiant užtikrinti biodujų gamybos efektyvumą, labai svarbu įvertinti ir tinkamai pasirinkti biosubstrato panaudojim (55 pav.)ą. Viena iš galimybių optimaliai utilizuoti tokias atliekas yra jas naudoti daugiametėms žolėms tręšti. Vertinga skysta organinė trąša, turinti nuo 2 iki 4 proc. sausos medžiagos, kurią į dirvą, pievas, žieminius pasėlius galima įterpti srutovežiais su specialia laistymo-įterpimo įranga.

55 paveikslas. Skirtingos kilmės skystas ir separuotas biodujų gamybos procese perdirbtos biomasės biosubstratas

Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas teigiamai veikia dirvožemį ir augalų produktyvumą (Tilvikiene ir kt., 2018; Slepetiene ir kt., 2020), tačiau pastebima, kad jame esančių maistmedžiagių nepakanka tinkamai augalų kokybei, ypač miglinių javų baltymų kiekiui užtikrinti. Todėl būtina ieškoti tokių auginimo technologijų arba organinių ar net organinių – mineralinių trąšų mišinių, kurie ne tik gerintų dirvožemį, bet ir užtikrintų pakankamą produkcijos kokybę, o tuo pačiu ir gerintų aplinkosauginius žemės ūkio aspektus – mažintų ŠESD emisiją.

Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas yra vertinga trąša, kuri didina humusinių medžiagų kiekį, gerina dirvožemio struktūrą ir turi didesnį NPK (azoto, fosforo, kalio) kiekį, negu galvijų srutos.[2] Šios organinės trąšos gaunamos anaerobinio skaidymo metu perdirbant organinę biomasę. Trąšų kokybė labai priklauso nuo žaliavų, kurios naudojamos biodujų gamybai. Šiuo metu plačiausiai naudojama yra įvairių rūšių mėšlas, kuris dažniausiai maišomas su kitomis organinėmis atliekomis – pieno pramonės atliekomis, žaliosiomis miestų atliekomis ar pan. Ne mažiau svarbi žaliava yra nuotekų dumblas, tačiau būtina pažymėti, kad anaerobinio proceso metu yra efektyviai skaidoma anglis, o visi kiti elementai ir junginiai lieka biosubstrate, kad nuotekų dumblo perdirbimu atveju gali įtakoti didelius sunkiųjų metalų kiekius biomasėje, o tuo pačiu ir laukų užterštumą.

[2] http://www.kurana.lt/lt/trasos-ir-pasarai-zlaugtai-biomases-koncentratas-kompostas/

Šių organinių trąšų gamintojai Lietuvoje yra visos veikiančios biodujų jėgainės, tačiau tik dalis jų trąšas komercializuoja ir parduoda ūkininkams. Kita dalis – naudoja savo ūkiuose arba tręšia aplinkui esančių ūkininkų laukus. Pagrindinės šiuo metu Lietuvoje veikiančios biodujų jėgainės:

- UAB „Kurana“ (iš augalininkystės atliekų) (Pasvalys);
- UAB „Vilniaus degtinė“ (iš žlaugtų) (Obeliai);
- UAB „Psenergija“ („Idavang“ - kaiulių mėšlo, biomasės, maisto atliekų (Panevėžio r. sav.);
- UAB „Lenergija“ („Idavang“ iš kaiulių mėšlo, biomasės, maisto atliekų (Šakių r. sav.);
- UAB „Venergija“ („Idavang“ iš kaiulių mėšlo, biomasės, maisto atliekų (Akmenės r. sav.);
- UAB „Menergija“ („Idavang“ iš kaiulių mėšlo, biomasės, maisto atliekų (Pakruojo r. sav.);
- UAB „Jenergija“ („Idavang“ kiaulių ferma (Joniškio r. sav.);
- UAB „Nenergija“ („Idavang“ iš kaiulių mėšlo, biomasės, maisto atliekų (Pasvalio r. sav.);
- UAB „Agaras“ biomasė, skerdienos atliekos (Biržų r. sav.);
- UAB „Senergija“ („Idavang“ iš kaiulių mėšlo, biomasės, maisto atliekų (Kelmės r. sav.);
- AB „Rokiškio sūris“ (iš pieno atliekų);
- Alantos ŽŪ mokykla (iš mėšlo, augal. atliekų) (Molėtų r. sav.).[3]

Kaip jau buvo minėta, biosubstrato cheminė sudėtis labai priklauso nuo žaliavų, kurios yra naudojamos biodujų gamyboje. 2016 – 2019 m. buvo vykdomas LR žemės ūkio ministerijos projektas „Degazuoto biosubstrato naudojimas žemės ūkio augalų tręšimui“, kurio metu nustatyta skirtingose biodujų jėgainėse gaunamo biosubstrato cheminė sudėtis (23 ir 24 lentelės).

23 lentelė. Skysto biodujų gamybos procese perdirbto biosubstrato cheminė sudėtis.

Tyrimo rezultatai		pH	Sausos medžiagos %	Organinė medžiaga %	Bendras azotas mg/kg	Azotas tirpus H_2O mg/kg	Fosforas (P_2O_5) mg/kg	Kalis (K_2O) mg/kg	Savitasis elektros laidis mS/m
Skystas kiaulių mėšlo biosubstratas	2017	9,0	0,80	0,37	1968	1904	263	1205	284
	2018	8,2	2,42	1,59	1600	1400	1500	1300	296
	2019	9,0	4,95	3,42	3210	2110	1200	1800	454
Skystas paukščių mėšlo biosubstratas	2017	9,0	6,40	4,20	7795	3590	1938	3480	552
	2018	7,6	6,21	3,65	6200	3000	2100	2400	570
	2019	8,9	5,14	3,13	5280	2270	1500	2300	428
Skystas galvijų mėšlo biosubstratas	2018	8,1	1,89	1,14	2600	1600	1400	1300	346
	2019	8,3	2,90	1,62	3090	1100	1100	3300	287

24 lentelė. Separuotų biosubstratų cheminė sudėtis

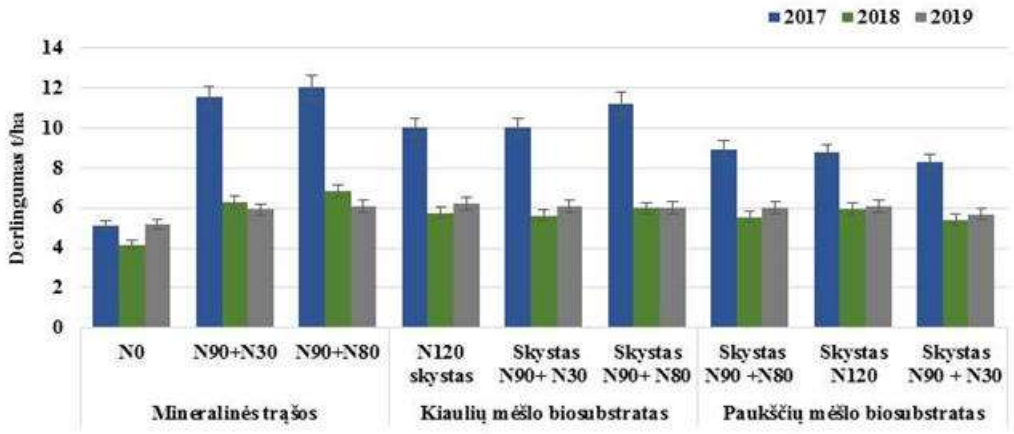
Tyrimo rezultatai		pH	Sausa medžiaga %	Organinė medžiaga %	Bendras azotas mg/kg	Fosforas (P_2O_5) mg/kg	Kalis (K_2O) mg/kg
Separuotas kiaulių mėšlo biosubstratas	2017	8,7	27,19	24,30	5900	6100	1200
	2018		25,62	27,45	7500		
	2019	7,3	35,27	27,28	6320	1,13	0,36
Separuotas paukščių mėšlo biosubstratas	2017	7,6	58,20	47,25	7330	21600	4100
	2018	7,9	29,08	23,12	6300		
	2019	8,0	31,82	24,54	8670	0,95	0,60

Tame pačiame darbe atlikti tyrimai rodo, kad žieminių kviečių tręšimui naudojant įvairių rūšių skystą biosubstratą (120 ir 170 kg ha^{-1} azoto norma), augalų derlingumas yra didesnis nei netręštuose pasėliuose, tačiau tik tręšiant 170 kg ha^{-1} azoto norma prilygsta mineralinėmis trąšomis tręštų kviečių

[3] https://zum.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/zemes-ir-maisto-ukis/bioenergetika

derlingumui (56 pav.).

Vertinant šio tipo organinėmis trąšomis tręštų žieminių kviečių kokybę taip pat matoma tendencija, kad didesniąja 170 kg ha^{-1} trąšų norma grūdų kokybė prilygsta ar net yra geresnė nei tręšiant mineralinėmis trąšomis tręštiems augalams. Tačiau būtina pastebėti, kad norint gauti geresnę kokybę, būtina tręšti didesne norma ir 170 kg N ha^{-1} organinėse trąšose kokybė prilygsta kviečiams, tręštiems 120 kg N ha^{-1} mineralinių trąšų norma (25 lentelė). Todėl galime daryti prielaidą, kad vien organinių trąšų naudojimas gali būti gana rizikingas, tačiau galbūt gali būti naudojami organinių – mineralinių trąšų deriniai, kurie užtikrintų ne tik maksimalų grūdų produktyvumą, bet ir aukštą kokybę.



56 paveikslas. Skirtingos kilmės biosubstratu ir mineralinėmis trąšomis tręštų žieminių kviečių derlingumas

25 lentelė. Mineralinėmis trąšomis ir biodujų gamybos procese perdirbtu biosubstratu tręštų žieminių kviečių baltymų ir glitimo kiekis

N norma		Baltymai			Glitimas		
		2017	2018	2019	2017	2018	2019
N_0	0	8,9g	8,40 a	9,3 a	16,1f	15,07a	17,9 a
Mineralinės azoto trąšos	90+30	11,5 b	12,37 d	12,9 d	22,9b	24,57 c	27,7 e
	90+80	13,3a	12,80 d	13,4 d	27,6a	25,97 c	29,0 e
Skystas kiaulių mėšlo biosubstratas	120	9,7edf	9,10 b	11,0 b	17,7ed	15,80 a	22,3 b
	90+30	9,9ed	9,30 b	12,2 c	18,5d	16,40 a	25,4 c
	90+80	11,1c	10,27 c	11,9 c	21,6c	18,80 b	24,7 c
Skystas paukščių mėšlo biosubstratas	90+80	9,4f	10,07 c	11,9 c	17,0ef	18,37 b	24,9 c
	120	9,6ef	8,90 a	10,8 b	17,2e	15,97 a	21,7 b
	90+30	10,1d	9,17 b	11,8 c	18,8d	16,07 a	24,4 c

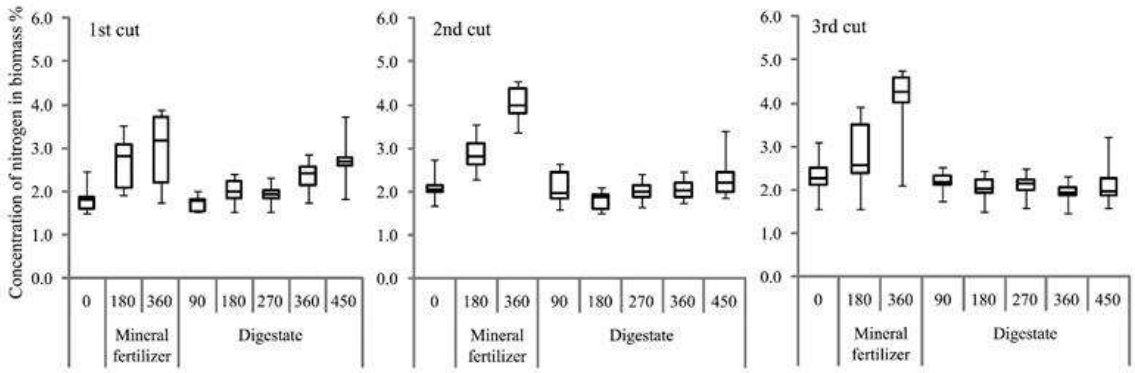
Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas gali būti naudojamas ir žolinių augalų tręšimui. 2010 – 2014 m. LAMMC Žemdirbystės institute atliktų tyrimų duomenimis nustatyta, kad paprastųjų šunažolių derlingumas, tręšiant jas tiek mineralinėmis, tiek organinėmis trąšomis yra labai panašus pirmaisiais metais, tačiau vertinant vėlesniaisiais metais buvo nustatyta, kad biodujų biosubstratas yra net pranašesnis – žolynai buvo vešlesni, juose buvo rasta mažiau piktžolių, o derlingumas buvo didesnis net iki dviejų kartų (26 lentelė)[4]. Kita vertus, nors žolynai, tręšti biodujų gamybos procese perdirbtu biosubstratu derėjo panašiai, kaip ir tręšti mineralinėmis trąšomis, azoto kiekis juose, o tuo tarpu ir baltymų koncentracija buvo gerokai mažesnė nei mineralinėmis trąšomis

[4] https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12306

tręštuose žolynuose (57 pav.)[5], kas verčia manyti, kad būtina rasti papildomų technologinių priemonių žolynų kokybei gerinti. Vienas iš variantų galėtų būti papildomų mineralinių trąšų naudojimas intensyviame žolynų augime.

26 lentelė. Mineralinėmis trąšomis ir biosubstratu tręštų paprastųjų šunažolių derlingumas (Tilvikiene ir kt., 2017)

Metai	Pjūtis	Mineralinės trąšos			Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas				
		0	180	360	90	180	270	360	450
		Sausų medžiagų derlingumas, t ha^{-1}							
2010	1	2.1 a	3.9 cd	3.9 cd	2.8 ab	3.4 bcd	3.5 bcd	3.9 cd	4.1 d
	2	1.5 a	2.9 cde	2.5 bc	2.2 b	2.8 cd	3.3 defg	3.5 efg	3.9 g
	2	1.5 ab	2.4 cd	3.0 f	1.4 a	1.8 ab	1.9 bc	2.4 cd	2.5 def
	Metinis	5.2 a	9.2 bcde	9.3 bcde	6.3 a	8.1 b	8.7 bc	9.8 cde	10.4 e
2011	1	0.9 a	2.5 cd	2.2 bc	1.8 b	2.6 cd	2.8 def	3.3 ef	3.3 f
	2	0.5 a	2.2 bcd	1.4 ab	1.8 ab	3.6 cd	3.9 d	3.7 cd	3.0 bcd
	2	0.3 a	1.2 bc	1.0 abc	0.7 ab	1.0 abc	1.9 cde	2.6 e	1.6 bc
	Metinis	1.7 a	5.9 bc	4.6 b	4.3 b	7.1 cd	8.4 def	9.5 f	7.8 cdef
2012	1	0.9 a	2.5 cd	2.2 bc	1.8 b	2.6 cd	2.8 def	3.3 ef	3.3 f
	2	0.5 a	2.2 bcd	1.4 ab	1.8 ab	3.6 cd	3.9 d	3.7 cd	3.0 bcd
	2	0.3 a	1.2 bc	1.0 abc	0.7 ab	1.0 abc	1.9 cde	2.6 e	1.6 bc
	Metinis	1.7 a	5.9 bc	4.6 b	4.3 b	7.1 cd	8.4 def	9.5 f	7.8 cdef
2013	1	1.2 a	2.5 cd	2.2 bc	1.9 b	2.5 cd	2.8 de	3.2 efg	3.4 g
	2	0.2 a	0.3 b	0.3 ab	0.3 b	0.5 c	0.6 d	0.7 e	0.8 f
	2	0.2 a	0.3 ab	0.2 a	0.5 b	0.4 b	0.4 c	0.9 c	1.1 d
	Metinis	1.6 a	3.1 bc	2.6 b	2.7 bc	3.3 c	4.1 d	4.8 def	5.3 f
2014	1	1.1 a	1.9 b	1.5 ab	1.7 b	2.5 c	2.9 cd	3.0 d	3.7 e
	2	0.5 a	0.6 a	0.3 a	0.7 a	1.4 b	1.7 b	1.9 bcd	2.3 d
	2	0.1 a	0.3 ab	0.2 a	0.2 a	0.4 ab	0.6 bc	0.8 cde	1.1 e
	Metinis	1.8 a	2.8 b	2.1 ab	2.6 ab	4.2 c	5.2 cd	5.7 d	7.2 e



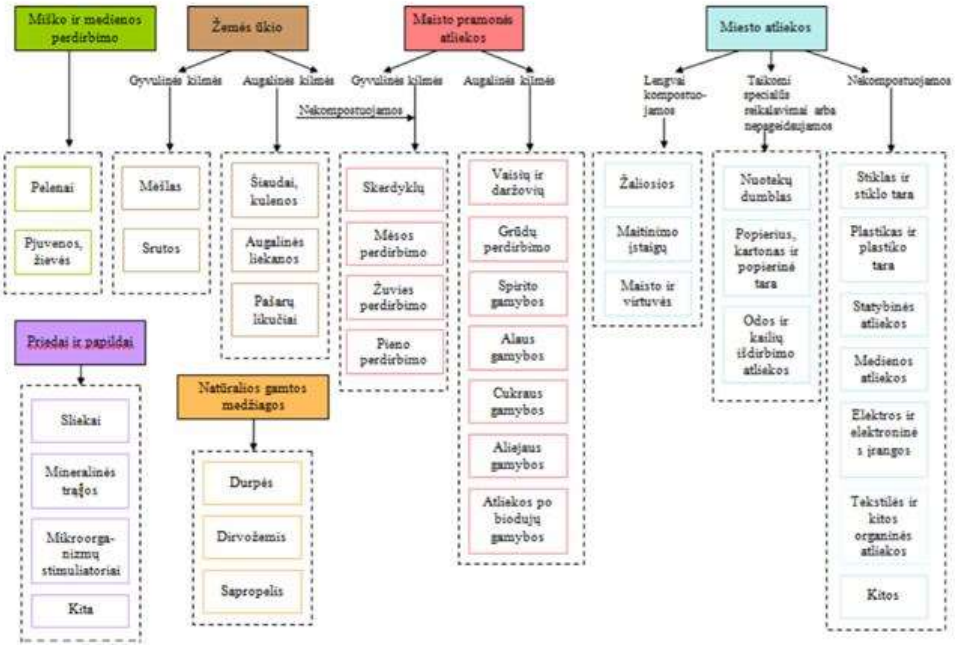
57 paveikslas. Azoto koncentracija paprastųjų šunažolių biomasėje.

2.3.3. Kompostai

Kompostavimas – mikrobiologinis biocheminis fizikinis procesas, kurio metu dėl kompleksinio biologinių, biocheminių ir fizinių procesų, t. y. mikroorganizmų, dirvožemio organizmų ir jų išskiriamų fermentų poveikio kontroliuojamose aerobinėse sąlygose yra biologiškai skaidžios atliekos ir, išsiskiriant anglies dvideginiui, vandeniui ir šilumai, susidaro humusu praturtintas organinis produktas – kompostas[6]. Techninis kompostas – kompostas, gautas iš komunalinių biologiškai skaidžių atliekų, likusių po mišrių komunalinių atliekų mechaninio-biologinio apdorojimo[7].

[5] https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/gfs.12306
[6] https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.4EDB57C49DC0/asr
[7] https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.4EDB57C49DC0/asr

Kompostų rūšys (58 pav.).



58 paveikslas. Kompostų rūšys (Staugaitis ir kt., 2015)

Lietuvoje gaminamų kompostų kokybė yra labai įvairi, ji priklauso tiek nuo žaliavų, tiek nuo kompostavimo sąlygų. Detaliai pagrindinių kompostų kokybė buvo išanalizuota Karolinos Barčauskaitės disertaciniame darbe „Polichlorbifenilų ir policiklinių aromatinių Angliavandenilių kiekiai Lietuvoje gaminamuose kompostuose jų įtaka dirvožemiui bei augalams“ (mokslinis vadovas dr. Romas Mažeika). Disertaciniame darbe įvardinama, kad vieni pagrindinių kompostų yra:

- Žaliųjų atliekų;
- Nuotekų dumblo;
- Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas po mechaninio biologinio apdorojimo;
- Mišriųjų komunalinių atliekų.

Tiek kompostų, tiek biodujų gamybos procese perdirbtos biomasės kokybiniai reikalavimai apibrėžiami LR aplinkos ministro įsakymu „Dėl reikalavimų techninio komposto, techninio raugo ir stabilato kokybei ir naudojimui patvirtinimo“.

Išanalizavę disertacijoje pateiktus duomenis, matome, kad visi tirti kompostai labai skiriasi savo chemine sudėtimi. Organinės medžiagos, bendrojo azoto, fosforo ir kalio kiekis didžiausias yra nuotekų dumblo komposte (27 lentelė), tačiau svarbu paminėti, kad šios rūšies kompostas taip pat yra labiausiai užterštas sunkiaisiais metalais, kas sudaro riziką neigiamam aplinkosauginiam poveikiui.[8]

27 lentelė. Organinės medžiagos kiekis įvairios kilmės kompostuose, %[9]

Kompostai / Composts	Metai / *Year*		
	2015	2016	2017
Žaliųjų atliekų kompostas / *green waste compost*	19,2±0,37	20,2±5,41	24,1±0,09
Nuotekų dumblo kompostas / *sewage sludge compost*	43,4±0,92	47,6±11,0	43,8±0,35
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas po mechaninio biologinio apdorojimo / *mixed municipal waste compost after mechanical-biological treatment*	22,3±1,85	28,4±8,22	62,2±2,49
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas / *mixed municipal waste compost*	12,7±0,71	23,0±8,98	-

- netirta / *not investigated*

[8] https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-08605-7
[9] https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2018/11/barcauskaite_phd-thesis.pdf

Azotas (N), fosforas (P) ir kalis (K) yra pagrindiniai augalų maisto elementai, lemiantys kompostų kokybę (28-30 lentelės). Suminis elementų kiekis parodo, kiek šio elemento yra komposte, įvertina komposto potencialą, o tirpaus vandenyje elemento kiekis parodo, kiek šio elemento yra prieinamo augalams. Suminiai minėtų medžiagų kiekiai dažniausiai būna daug didesni nei tirpių vandenyje (Staugaitis ir kt., 2011).

28 lentelė. Bendras azoto kiekis įvairios kilmės kompostuose, %[10]

Kompostai / Composts	Metai / *Year*		
	2015	2016	2017
Žaliųjų atliekų kompostas / *green waste compost*	0,65±0,010	0,67±0,279	0,95±0,059
Nuotekų dumblo kompostas / *sewage sludge compost*	2,87±0,140	2,31±0,580	2,98±0,064
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas po mechaninio biologinio apdorojimo / *mixed municipal waste compost after mechanical-biological treatment*	0,83±0,035	0,95±0,210	2,33±0,170
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas / *mixed municipal waste compost*	0,58±0,021	0,88±0,238	-

- netirta / *not investigated*

29 lentelė. Bendras P_2O_5 kiekis įvairios kilmės kompostuose, %[6]

Kompostai / Composts	Metai / *Year*		
	2015	2016	2017
Žaliųjų atliekų kompostas / *green waste compost*	0,97±0,012	0,37±0,250	0,44±0,078
Nuotekų dumblo kompostas / *sewage sludge compost*	4,44±0,226	3,09±0,607	4,52±0,262
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas po mechaninio biologinio apdorojimo / *mixed municipal waste compost after mechanical-biological treatment*	1,06±0,028	0,88±0,157	0,94±0,071
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas / *mixed municipal waste compost*	0,43±0,028	1,09±0,47	-

- netirta / *not investigated*

30 lentelė. Bendras K_2O kiekis įvairios kilmės kompostuose, %[11]

Kompostai / Composts	Metai / *Year*		
	2015	2016	2017
Žaliųjų atliekų kompostas / *green waste compost*	1,28±0,092	0,57±0,296	0,39±0,049
Nuotekų dumblo kompostas / *sewage sludge compost*	0,59±0,035	1,18±0,954	0,50±0,042
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas po mechaninio biologinio apdorojimo / *mixed municipal waste compost* after *mechanical-biological treatment*	0,76±0,028	1,20±0,430	0,62±0,106
Mišriųjų komunalinių atliekų kompostas / *mixed municipal waste compost*	0,08±0,028	0,95±0,186	-

- netirta / *not investigated*

Dr. Indrės Višniauskės atlikti tyrimų rezultatai taip pat patvirtina, kad komposto cheminė sudėtis labai priklauso nuo žaliavų, kurios naudojamos kompostavimui[12] (31, 32 lentelės). Vertingiausias dėl organinės medžiagos, organinės ir suminės anglies, suminio azoto, suminio fosforo buvo digestato kompostas, tačiau fulvinių ir huminių rūgščių kiekis šiame komposte buvo mažiausias. Iš visų tirtų kompostų mažiausi organinės medžiagos ir agrocheminiai rodikliai buvo žaliųjų atliekų komposte.

[10] https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2018/11/barcauskaite_phd-thesis.pdf
[11] https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2018/11/barcauskaite_phd-thesis.pdf
[12] http://www.zemdirbyste-agriculture.lt/wp-content/uploads/2018/08/105_3_str27.pdf

31 lentelė. Skirtingų kompostų cheminė sudėtis

Composts	Year	Nutrients							C:N
		total nitrogen (N) %	water soluble nitrogen ($N\text{-}NH_4$) mg kg^{-1}	total phosphorus (P) %	water soluble phosphorus (P) mg kg^{-1}	total potassium (K) %	water soluble potassium (K) mg kg^{-1}	total sulphur (S) %	
Green waste	2015	0.65 a	38.0 a	0.42 ab	43.7 a	1.0 b	509 a	0.23 c	15.6 cde
	2016	0.69 a	<0.05	0.17 a	39.8 a	0.46 ab	988 b	0.14 b	16.4 e
Food waste	2015	2.6 bc	867 f	0.66 bc	89.4 a	1.1 b	2898 c	0.25 c	10.6 f
	2016	2.4 bc	420 e	0.52 bc	35.2 a	0.64 ab	4594 f	0.35 d	9.7 b
Sewage sludge	2015	2.9 cde	1217 g	2.0 g	81.2 a	0.47 ab	671 a	0.63 f	7.9 a
	2016	2.2 b	311 b	1.4 ef	67.5 a	0.22 a	1042 b	0.95 g	9.4 b
Cattle manure	2015	2.8 cde	316 b	0.83 cd	203 b	4.7 d	5949 g	0.34 d	11.6 g
	2016	2.4 bc	<0.05	1.5 ef	288 c	2.2 c	3475 d	0.38 e	9.5 b
Digestate (biogas production residue)	2015	3.3 e	1409 d	1.6 f	1047 e	0.79 ab	1122 b	0.09 a	13.8 h
	2016	2.4 bc	1420 d	1.2 de	370 d	0.34 ab	3887 e	0.13 b	15.4 c

32 lentelė. Sunkiųjų metalų kiekis skirtingos rūšies kompostuose

Composts	Year	Heavy metals						
		Cd	Pb	Ni	Cu	Zn	Cr	Hg
Green waste	2015	0.32 ± 0.01	40.7 ± 10.2	7.7 ± 1.2	74 ± 3.2	492 ± 66	12.7 ± 1.7	0.64 ± 0.05
	2016	0.18 ± 0.01	12.7 ± 0.78	5.1 ± 0.11	15.7 ± 1.1	145 ± 16	15.7 ± 4.0	0.01 ± 0.00
Food waste	2015	0.11 ± 0.02	8.3 ± 1.8	4.2 ± 1.2	15.6 ± 2.5	85 ± 3.5	7.3 ± 1.1	0.00 ± 0.00
	2016	0.12 ± 0.00	7.1 ± 0.71	3.5 ± 0.71	19.0 ± 1.1	108 ± 19	4.97 ± 0.9	0.019 ± 0.00
Sewage sludge	2015	2.0 ± 0.27	61.0 ± 8.5	42.2 ±3 .1	198 ± 18	1059 ± 86	78.7 ± 2.0	0.60 ± 0.00
	2016	2.1 ± 0.07	41.2 ± 0.21	36.8 ± 0.49	200 ± 7.8	1191 ± 30	45.8 ± 0.99	0.04 ± 0.01
Cattle manure	2015	0.17 ± 0.00	<2.5*	2.6 ± 0.37	29.8 ± 2.1	158 ± 10	3.1 ± 0.10	0.00 ± 0.00
	2016	0.22 ± 0.01	3.2 ± 0.40	3.7 ± 0.66	29.4 ± 1.6	126 ± 6.4	6.1 ± 1.1	0.01 ± 0.00
Digestate (biogas production residue)	2015	0.20 ± 0.07	<2.5*	6.7 ± 0.66	26.1 ± 1.4	333 ± 32	5.6 ± 0.57	0.00 ± 0.00
	2016	0.21 ± 0.01	<2.5*	4.3 ± 0.02	12.6 ± 0.07	226 ± 4.9	1.9 ± 0.19	0.07 ± 0.01

* – detection limit

2020 m. TARPINĖS ATASKAITOSIŠVADOS

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas ekonominiu požiūriu atskleidė, kad:

1. Mažiausi bendri kaštai auginant žieminius kviečius sėjomainoje 2000, 2005, 2010, 2015 ir 2020 metais, nustatyti taikant įprastinę neariminę žemdirbystės technologiją, vidutiniais duomenimis jie siekė 111,5 €/t. Didžiausi bendri kaštai nustatyti taikant intensyvią ariminę žemdirbystės technologiją (152,1 €/t).
2. Didžiausias derlingumas auginant žieminius kviečius sėjomainoje 2000, 2005, 2010, 2015 ir 2020 metais, pasiektas taikant intensyvią neariminę žemdirbystės technologiją, vidutiniais duomenimis jis siekė 8,05 t/ha. Taikant intensyvią ariminę technologiją, kviečių derlingumas buvo panašus, kaip ir intensyviojoje neariminėje technologijoje. Tuo tarpu taikant įprastines ariminę bei neariminę technologijas jis buvo 6,5-6,8% mažesnis nei intensyvioje neariminėje technologijoje.
3. Žieminių kviečių tręšimui naudojant įvairių rūšių skystą biosubstratą (120 ir 170 kg/ha azoto norma), augalų derlingumas yra didesnis nei netręštuose pasėliuose, tačiau tik tręšiant 170 kg/ha azoto norma prilygsta mineralinėmis trąšomis tręštų kviečių derlingumui.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas energetiniu požiūriu atskleidė, kad:

1. Mažiausios kuro sąnaudos vienai tonai derliaus išauginti nustatytos taikant intensyvią neariminę technologiją (12,1 l/t), o didžiausios – taikant įprastinę ariminę technologiją (15,9 l/t)
2. Įprastinės žemės ūkio technologijos leidžia sumažinti kaštus vidutiniškai 25%, palyginus su intensyviomis žemės ūkio technologijomis.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas aplinkosauginiu požiūriu nustatyta, kad:

1. Mažiausios bendros technologijų ŠESD emisijos apskaičiuotos taikant įprastines žemės ūkio technologijas, tiek ariminę (1109,2 CO_2 ekv. kg/t grūdų), tiek neariminę (1106,7 CO_2 ekv. kg/t grūdų). ŠESD emisijos šiose technologijose buvo vidutiniškai 28% mažesnė nei intensyviose ariminėje ir neariminėje technologijose. Nors intensyvi neariminė technologija lemia didžiausią derlių, tačiau ji taip pat yra viena iš taršiausių žemės dirbimo technologijų.
2. Vienai tonai derliaus išauginti įprastinėse ariminėje ir neariminėje technologijose sunaudojama 159-160 kg/t (trąšų fiziniu svoriu), t.y. apie 42% mažiau nei įntensyviose technologijose.
3. Taikant arimines žemės dirbimo technologijas, didžiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas nustatytas pašarinėje ir Norfolko sėjomainose, kuriose augintos daugiametės žolės arba tręšta mėšlu.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas dirvosauginiu požiūriu nustatyta, kad:

1. Ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas lemia augalų mitybos elementų ir organinės anglies stratifikaciją – jie koncentruojasi armens viršutiniame 0-10 cm sluoksnyje.
2. Taikant įprastinę neariminę technologiją, organinės anglies sekvestracija buvo spartesnė nei abiejose ariminėse technologijose ir intensyvioje neariminėje technologijoje.
3. Ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas didina dirvožemio agregatų patvarumą, bendrąjį poringumą, mezoporų tūrį ir vandentalpą 0-10 cm dirvos sluoksnyje, bet mažina 10-20 cm sluoksnyje.
4. Taikant arimines žemės dirbimo technologijas, didžiausią organinės anglies kaupimo potencialą turi: a) Norfolko tipo sėjomainos, kur kasmet dirvožemio derlingumą mažinantys augalai yra pakeičiami dirvožemio derlingumą didinančiais, b) intensyvios tarpiniais pasėliais prisotintos sėjomainos, c) lauko ir pašarinės sėjomainos su daugiametėmis žolėmis ir plačia augalų kaita.
5. Iš visų javų žieminiai kviečiai jautriausi priešsėliui. Tinkamiausi priešsėliai - daugiausia organikos dirvožemyje paliekantys.

2. REZULTATAI

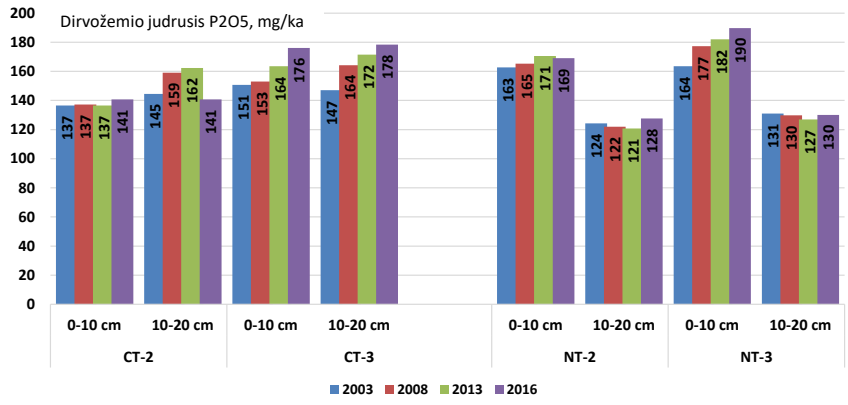
2.1. Ilgamečių žemės dirbimo-tręšimo eksperimentų rezultatai - ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka smėlingo lengvo priemolio savybėms

Pastaba: projekto uždaviniuose buvo numatyta analizuoti tik smėlingo lengvo priemolio duomenis. Tačiau atlikus ilgalaikių eksperimentų kameralinius darbus, nusprendėme tecnologijų aplinkosauginio, ekonominio vertinimo analizę praplėsti, įtraukiant daugiau sėjomainos rotacijos augalų ir rezultatus ne tik iš smėlingo lengvo priemolio, bet ir iš vidutinio sunkumo priemolio. Dėl didelės duomenų apimties 2021 metų ataskaitoje pateikiame tik smėlingo lengvo priemolio dirvožemio savybių analizę. Vidutinio sunkumo priemolio kokybinė analizė bus pateikta baigiamojoje ataskaitoje 2022 metais.

2021 metų tarpinėje ataskaitoje pateikiame dirvožemio savybes tik vasarinių miežių auginimo metais ir tik smėlingame lengvame priemolyje. Baigiamojoje ataskaitoje apžvelgsime ir vidutinio sunkumo priemolio savybes. Vasariniai miežiai Dotnuvoje, ilgalaikiame lauko eksperimente (1999-2021) buvo auginami 2003, 2008, 2013 ir 2016 m. Skyrėsi ir technologijos, ir meteorologinės auginimo sąlygos, ir derliai. Skirtingų technologijų ilgalaikis taikymas lėmė nevienodus šių savybių pokyčius. Taikant gana intensyvią komercinę sėjomainą (žieminiai kviečiai, vasariniai rapsai, vasariniai kviečiai, vasariniai miežiai, žirniai) ryškiausi pokyčiai vasarinių miežių pasėlyje nustatyti 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje. Ilgametis NT žemės dirbimo taikymas lėmė ariamojo sluoksnio diferenciaciją į labiau derlingą, augalų maisto medžiagomis turtingą viršutinį (0-10 cm) ir mažiau derlingą – apatinį (10-20 cm) sluoksnį.

2.1.1. Smėlingo lengvo priemolio agrocheminės savybės

Dirvožemio judrusis P_2O_5. Tikslusis lauko eksperimentas buvo įrengtas 1999 metais smėlingo lengvo priemolio dirvoje. Tada dirvožemis buvo vidutinio fosforingumo (armenyje vidutiniškai 137 mg/kg P_2O_5). Kasmet sėjomainos augalai buvo tręšiami mineralinėmis NPK trąšomis. Jau 2003 m. išryškėjo stratifikacijos pasekmės - buvo nustatytas ryškus fosforo susikaupimas NT žemės dirbimo sistemos 0-10 cm sluoksnyje. NT-2 ir NT-3 sistemose judriojo P_2O_5 kiekis šiame sluoksnyje buvo atitinkamai 31% ir 25% didesnis nei 10-20 cm dirvožemio sluoksnyje. 2016 metais šie skirtumai jau siekė atitinkamai 32% ir 46%. Su mineralinėmis trąšomis įneštas fosforo kiekis NT sistemoje nebuvo pilnai augalų išnaudotas, jis kaupėsi tik dirvos viršutiniame sluoksnyje ir dėl mažo judrumo menkai migravo į gilesnius dirvos sluoksnius (59 pav., 33 ir 34 lentelės). CT-2 sistemoje per 2003-2016 m. laikotarpį armenyje fosforingumas esmingai nepakito, o CT-3 sistemoje padidėjo vidutiniškai 19%.



59 paveikslas. Dirvožemio judriojo P_2O_5 kiekiai skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose auginant vasarinius miežius.

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

33 lentelė. Dirvožemio judriojo P_2O_5 rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2003	2008	2013	2016
0-10 cm	10,3	14,7	21,1	20,3
10-20 cm	13,8	10,7	13,8	19,5

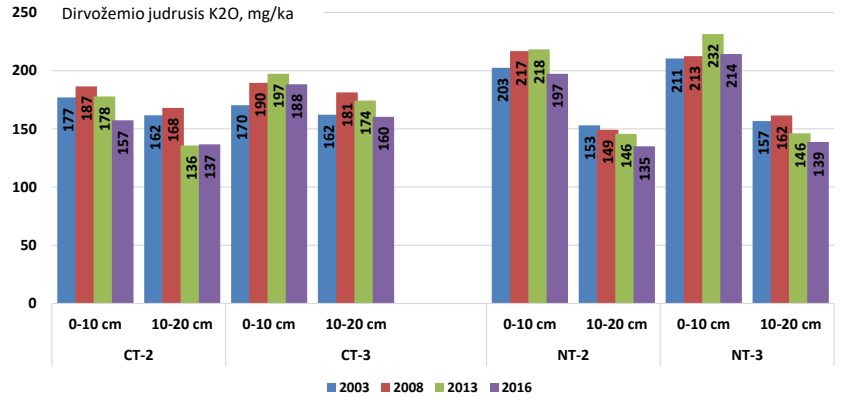
34 lentelė. Dirvožemio judriojo P_2O_5 ir K_2O stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm									
	Judrusis P_2O_5					Judrusis K_2O				
	2003	2008	2013	2016	2003-2016 pokytis %	2003	2008	2013	2016	2003-2016 pokytis %
CT-2	0,94	0,86	0,84	1,00	6	1,09	1,11	1,31	1,15	5
CT-3	1,03	0,93	0,95	0,99	-4	1,05	1,05	1,13	1,17	12
NT-2	1,31	1,35	1,41	1,32	1	1,32	1,45	1,50	1,46	10
NT-3	1,25	1,37	1,43	1,46	17	1,34	1,32	1,58	1,55	15

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Dirvožemio judrusis K_2O. Eksperimento įrengimo metais smėlingo lengvo priemolio dirvoje dirvožemis buvo kalingas (vidutiniškai 160 mg/kg K_2O). Jau 2003 m. jau išryškėjo stratifikacijos pasekmės - buvo nustatytas ryškus kalio susikaupimas NT žemės dirbimo sistemos 0-10 cm sluoksnyje. NT-2 ir NT-3 sistemose judriojo K_2O kiekis šiame sluoksnyje buvo atitinkamai 33% ir 34% didesnis nei 10-20 cm dirvožemio sluoksnyje. 2016 metais šie skirtumai jau siekė atitinkamai 46% ir 54%. Su mineralinėmis trąšomis įneštas kalis NT sistemoje nebuvo pilnai augalų išnaudotas, jis kaupėsi tik dirvos viršutiniame sluoksnyje ir dėl mažo judrumo menkai migravo į gilesnius dirvos sluoksnius (60 pav., 34 ir 35 lentelės). CT-2 sistemoje per 2003-2016 m. laikotarpį armenyje kalingumas sumažėjo vidutiniškai 13%, o CT-3 sistemoje padidėjo vidutiniškai 5%.

Taigi rezultatai parodė, jog taikydami neariminį žemės dirbimą ir tręšdami dirvas tiek vidutinėmis, tiek padidintomis mineralinių NPK trąšų normomis, mes turėsime maisto medžiagomis turtingą, bet tik gana ploną viršutinį 0-10 cm dirvožemio sluoksnį.



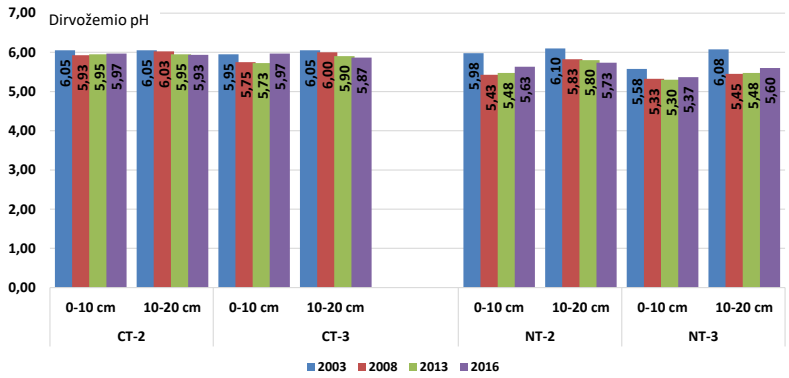
60 paveikslas. Dirvožemio judriojo K_2O kiekiai skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose auginant vasarinius miežius. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

35 lentelė. Dirvožemio judriojo K_2O rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2003	2008	2013	2016
0-10 cm	17,5	20,7	23,3	24,7
10-20 cm	18,2	19,4	20,6	19,9

Kuo gausesnis tręšimas mineralinėmis trąšomis, tuo didesnis šių mitybos elementų kiekis, nesunaudotas augalų, lieka dirvos viršutiniame sluoksnyje. Kaip įvardinti šį reiškinį? Judrusis dirvožemio fosforas – mažai mobilus elementas, kalis – mobilus elementas. Vadinasi, minimalizuojant žemės dirbimą ir šiems mitybos elementams kaupiantis dirvos paviršiuje, yra mažesnis pavojus teršti gruntinius vandenis. Kita vertus, fosforui ir kaliui labiau koncentruojantis viršutiniame dirvožemio sluoksnyje iškyla pavojus, jog jis su paviršiniais (lietaus, sniego tirpsmo ir pan.) vandenimis gali greičiau patekti į atvirus vandens telkinius. Tai labai aktualu kalvotuose, vandens erozijai jautriuose regionuose. Visgi, manytume, kad ryški P ir K stratifikacija – tai neigiamas reiškinys, iš esmės keičiantis dirvožemio cheminę kokybę. Dėl pakitusios P ir K koncentracijos atskiruose dirvožemio sluoksniuose kinta augalų mitybos pobūdis, keičiasi mikroorganizmų terpė ir t.t.

Dirvožemio pH. Dirvožemio pH lauko eksperimento įrengimo metais svyravo 5,97-6,33 ribose (61 pav. ir 36 lentelė). Per 2003-2016 m. laikotarpį CT sistemoje pH nepakito, o NT sistemoje 0-10 ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose registravome pH sumažėjimą atitinkamai 5% ir 7%. Tikėtina, jog pH lėmė ilgalaikis N trąšų naudojimas.



61 paveikslas. Dirvožemio pH kitimas skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose auginant vasarinius miežius. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

36 lentelė. Dirvožemio pH rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2003	2008	2013	2016
0-10 cm	0,133	0,109	0,195	0,123
10-20 cm	0,192	0,214	0,217	0,176

Dirvožemio pH kitimui taip pat būdinga stratifikacija, tačiau atvirkštinė. 0-10 cm dirvos sluoksniui labiau rūgštėjant, reikšmių santykis *0-10 cm / 10-20 cm* mažėjo. Per 2003-2016 m. tyrimų laikotarpį šis santykis tiek CT, tiek ir NT sistemoje sumažėjo vidutiniškai 2% (37 lentelė).

37 lentelė. Dirvožemio judriojo pH ir N-sum stratifikacija

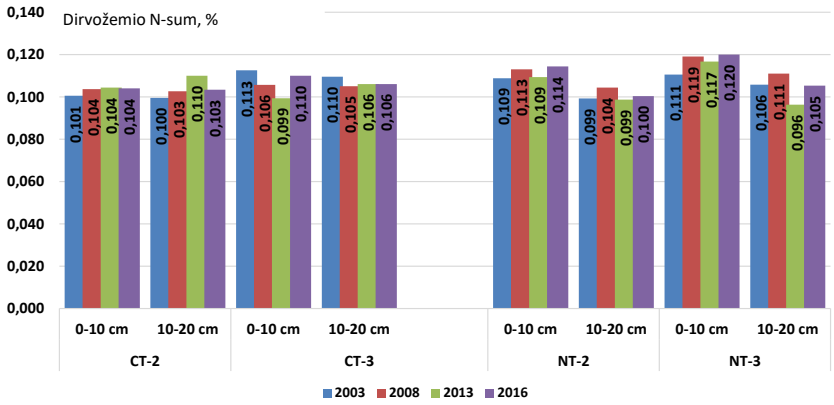
	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm									
	pH					N-sum				
	2003	2008	2013	2016	2003-2016 pokytis %	2003	2008	2013	2016	2003-2016 pokytis %
CT-2	1,00	0,98	1,00	1,01	1	1,01	1,01	0,95	1,01	0
CT-3	0,98	0,96	0,97	1,02	3	1,03	1,01	0,94	1,04	1
NT-2	0,98	0,93	0,94	0,98	0	1,10	1,08	1,11	1,14	4
NT-3	0,92	0,98	0,97	0,96	4	1,04	1,07	1,21	1,14	9

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Dirvožemio suminis azotas (N-sum). Dirvožemio N-sum per 2003-2016 m. tyrimų laikotarpį CT-2 sistemoje visame armenyje padidėjo 3%, o CT-3 sistemoje 3-4% sumažėjo. NT-2 sistemoje 0-10 cm sluoksnyje N-sum kiekis padidėjo vidutiniškai 5%, o 10-20 cm sluoksnyje iš esmės nepakito. NT-3 sistemoje 0-10 cm sluoksnyje N-sum kiekis padidėjo vidutiniškai 8%, o 10-20 cm sluoksnyje nežymiai sumažėjo (62 pav. ir 38 lentelė).

N-sum stratifikacija neariminio žemės dirbimo sistemoje (NT) taipogi buvo ryški. Per 2003-2016 m. tyrimų laikotarpį šioje sistemoje reikšmių santykis *0-10 cm / 10-20 cm* dirvos sluoksniuose padidėjo 4-9%.

N-sum kiekis dirvožemyje – mažai kintantis dydis /Halvorson, 2001; Kaye et al., 2002; Kaye et al., 2003/. Tačiau yra nuorodų ir į tai, kad N-sum kiekį dirvožemyje gali įtakoti drėgmė, metų laikas, taikomos agrotechnologijos. Dar kiti tyrėjai nurodo, kad N-sum nėra absoliučiai nekintantis dydis, o jo pokyčiai galimi dėl dirvožemio kvėpavimo (biocheminių – biofizikinių procesų komplekso) intensyvumo /Bowden et al, 2004/.



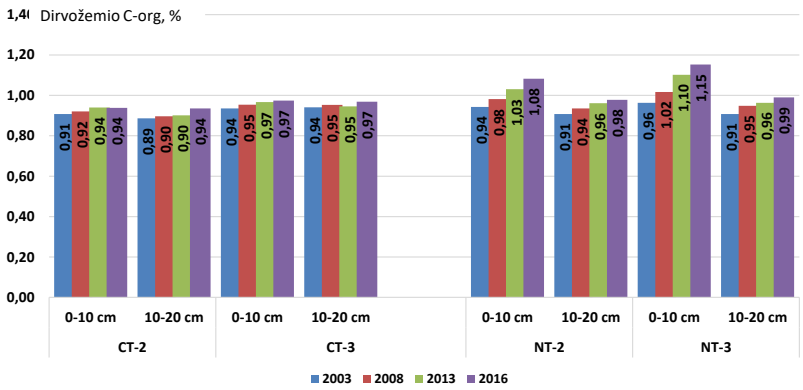
62 paveikslas. Dirvožemio N-sum kitimas skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose auginant vasarinius miežius. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

38 lentelė. Dirvožemio N-sum rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	2003	2008	2013	2016
0-10 cm	0,0022	0,0100	0,0020	0,0035
10-20 cm	0,0024	0,0049	0,0040	0,0039

Dirvožemio organinė anglis (C-org). Dirvožemio organinė anglis (C-org) lauko eksperimento įrengimo metais svyravo 0,90-0,97 proc.vnt. ribose (63 pav. ir 39 lentelė). Humuso tai būtų 1,55-1,67 proc.vnt. Per 2003-2016 m. laikotarpį, CT sistemoje C-org pokyčiai buvo nežymūs. Tuo tarpu, NT-2 ir NT-3 sistemose, dirvos 0-10 cm sluoksnyje C-org kiekis padidėjo atitinkamai 15% ir 20%, o 10-20 cm dirvos sluoksnyje - 8% ir 9%. Taigi, smėlingame lengvame priemolyje ilgalaikis neariminio žemės dirbimo (NT) taikymas lėmė ryškų organinės anglies kaupimąsi armenyje.

Organinės anglies (humuso) stratifikacija buvo ryški. Taikant ilgametį neariminį žemės dirbimą (NT), C-org kiekis viršutiniame 0-10 cm dirvos sluoksnyje 2016 metais buvo vidutiniškai 17% didesnis nei taikant ilgalaikį tradicinį žemės dirbimą (CT). Tačiau 10-20 cm dirvos sluoksnyje šis skirtumas tesudarė 3%. C-org stratifikacijos *santykis 0-10 cm/10-20 cm* dirvos sluoksniuose, nustatytas 2016-aisiais metais, CT sistemoje praktiškai nesiskyrė nuo tokio santykio 2003 metais, o NT sistemoje buvo 7-10% didesnis nei 2003 metais (40 lentelė).



63 paveikslas. Dirvožemio C-org kitimas skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose auginant vasarinius miežius. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

39 lentelė. Dirvožemio C-org rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

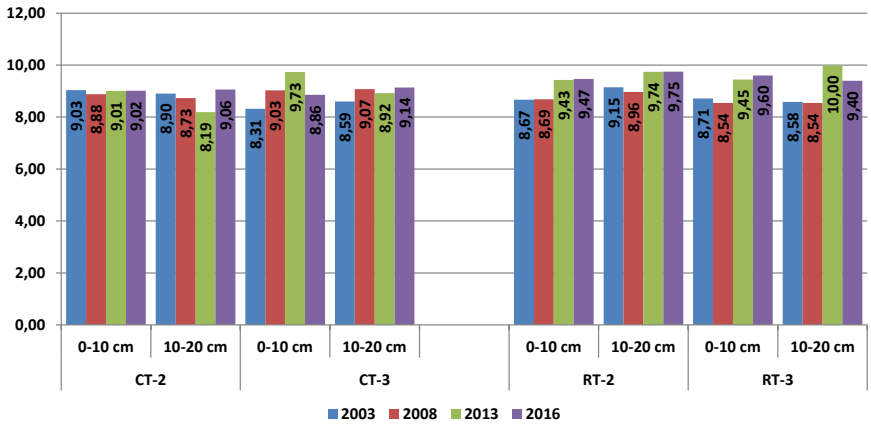
Dirvos gylis	2003	2008	2013	2016
0-10 cm	0,072	0,103	0,075	0,144
10-20 cm	0,066	0,122	0,133	0,098

40 lentelė. Dirvožemio C-org bei C/N santykio stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm									
	C-org					C/N santykis				
	2003	2008	2013	2016	2003-2016 pokytis %	2003	2008	2013	2016	2003-2016 pokytis %
CT-2	1,02	1,03	1,04	1,00	-2	1,01	1,02	1,10	1,00	-2
CT-3	0,99	1,00	1,02	1,01	1	0,97	1,00	1,09	0,97	0
NT-2	1,04	1,05	1,07	1,11	7	0,95	0,97	0,97	0,97	2
NT-3	1,06	1,07	1,14	1,16	10	1,02	1,00	0,95	1,02	1

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

OM skaidymo intensyvumą ir pobūdį parodo C/N santykis. Didelis C/N santykis lemia ilgą OM virsmo dirvožemyje trukmę, ir tokia OM pagerina dirvožemio agregaciją. Žemas C/N santykis rodo, kad OM sparčiai skaidosi. Optimalus C/N santykis yra apie 10 (64 pav.).



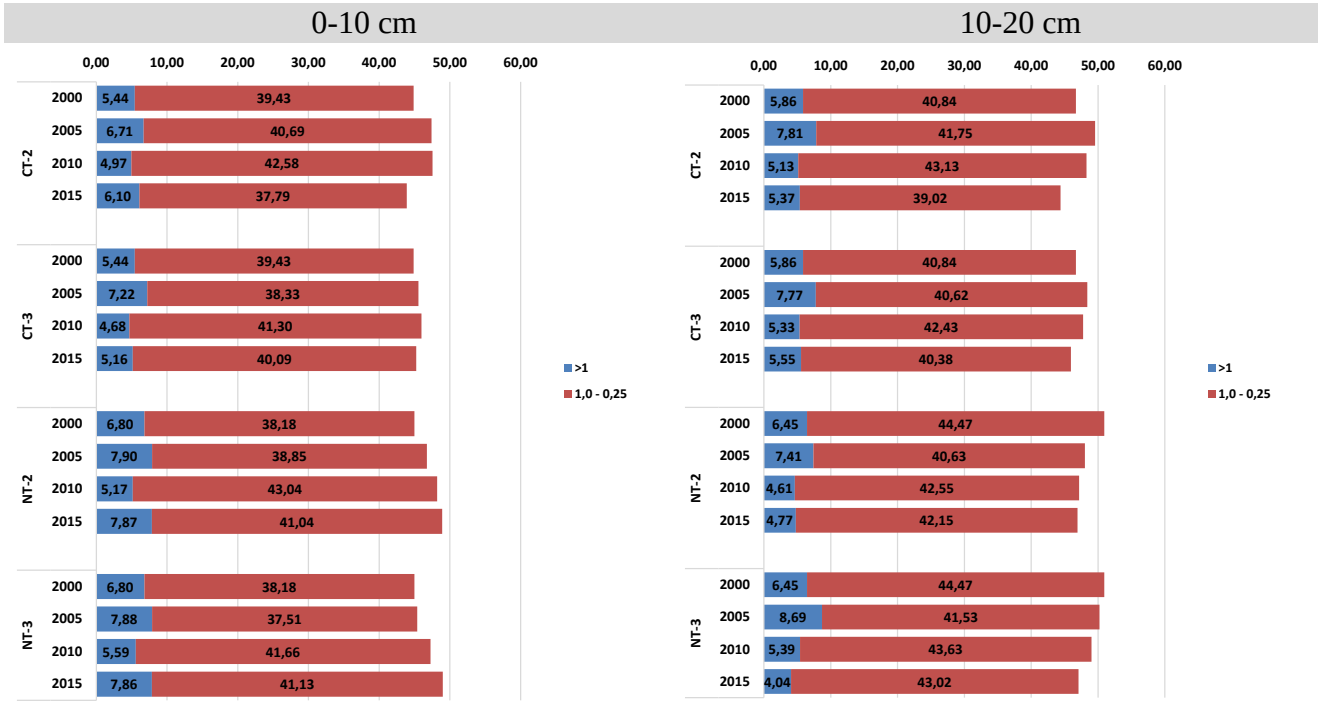
64 paveikslas. Dirvožemio C/N santykis skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose auginant vasarinius miežius. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Ariminio žemės dirbimo (CT) sistemoje C/N santykis 2016-aisiais metais svyravo nuo 8,86 iki 9,02 viršutiniame 0–10 cm armens sluoksnyje, ir nuo 9,06 iki 9,14 – apatiniame 10-20 cm sluoksnyje. Neariminio žemės dirbimo (NT) sistemoje C/N santykis 2016-aisiais metais svyravo nuo 9,47 iki 9,60 viršutiniame 0–10 cm armens sluoksnyje, ir nuo 9,40 iki 9,75 – apatiniame 10-20 cm sluoksnyje. Vidutiniškai viso armens C/N santykis NT sistemoje 2016 m. buvo 6% didesnis nei CT sistemoje. Svarbu ir tai, kad nors NT sistemoje dirvožemio armens C/N santykis per 2003-2016 metų tyrimų laikotarpį padidėjo vidutiniškai 10%, tačiau tai įvyko tik didesnių teigiamų pokyčių 0-10 cm sluoksnyje dėka. Tai įrodo teigiamas stratifikacijos koeficientas NT sistemoje, bet ne CT sistemoje.

2.1.2. Smėlingo lengvo priemolio fizikinės savybės

Dirvožemio agregatų patvarumas. Dirvožemio agregatų sudėtis ir patvarumas, kaip lėtai laike kintantys parametrai, ilgalaikiame eksperimente buvo nustatomi tik pirmojo rotacijos augalo – žieminių kviečių – pasėlyje.

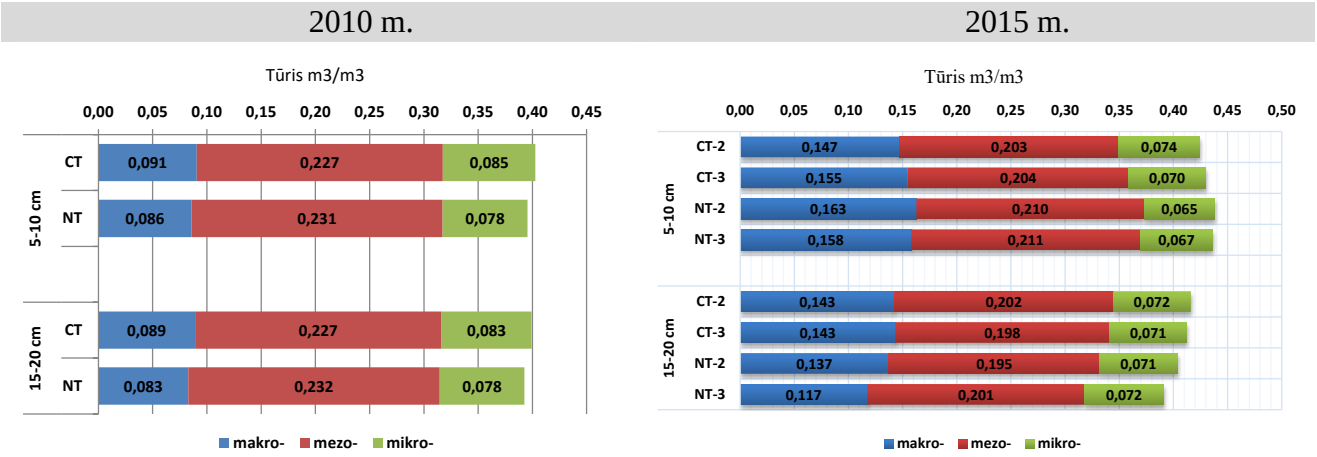
Smėlingame lengvame priemolyje dirvožemio agregatų (>0,25 mm) patvarumas eksperimento įrengimo metais 0-10 cm dirvos sluoksnyje svyravo 44,86-44,98 proc.vnt., o 10-20 cm sluoksnyje 46,70-50,92 proc.vnt. ribose. Patvarūs agregatai, >1 mm, sudarė 5,44-6,80 proc.vnt. Ilgalaikis skirtingo žemės dirbimo taikymas lėmė agregatų patvarumo pokyčius. CT sistemoje penkioliktaisiais eksperimento metais (vieneri metai prieš vasarinių miežių sėją) visų agregatų patvarumas beveik nepakito 0-10 cm dirvos sluoksnyje, o gilesniame 10-20 cm sluoksnyje jis nežymiai sumažėjo (vidutiniškai 3%). Tuo tarpu NT sistemoje, 0-10 cm dirvos sluoksnyje agregatų patvarumas per šį laikotarpį padidėjo vidutiniškai 9% , o gilesniame 10-20 cm sluoksnyje sumažėjo vidutiniškai 8%. Tad galima teikti, jog taikant neariminį žemės dirbimą (NT), dirvožemio agregatų patvarumas pagerėjo labiau nei CT žemės dirbimo sistemoje, tačiau tik viršutiniame 0-10 cm dirvos sluoksnyje (65 pav.).



65 paveikslas. Dirvožemio agregatų patvarumo kitimas ilgalaikėse skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Beje, NT sistemos taikymas labiausiai pagausino >1 mm vandenyje patvarių dirvožemio agregatų kiekį 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje (vidutiniškai 16%). Agronominiu požiūriu, tai yra gerai, kadangi kuo daugiau yra vandenyje patvarių agregatų, tuo stabilesnė dirvožemio struktūra. Tokiuose dirvožemiuose po intensyvaus liūtinio lietaus dirvos nėra suplakamos, nesusidaro pluta. Visgi, gilesniame 10-20 cm dirvos sluoksnyje, NT sistemoje vandenyje patvarių >1 mm agregatų kiekis kritiškai sumažėjo (vidutiniškai 32%). Tręšimo įtaka agregatų patvarumui buvo neesminė. Lengvesnės granuliometrinės sudėties dirvų viršutiniame sluoksnyje, padidėjus organinės medžiagos kiekybiniam įnešimui, tikėtina reliatyviai padidėjo fiziškai apsaugota organinės medžiagos proporcija agregatuose, o tai galėjo lemti ir patvarumo padidėjimą. Taigi, ilgalaikis žemės dirbimo intensyvumo minimalizavimas gali lemti teigiamus agregatų patvarumo rezultatus dirvos viršutiniame (0-10 cm), bet nebūtinai gilesniame (10-20 cm) sluoksnyje ir poarmenyje (20-40 cm).

Dirvožemio bendrasis poringumas ir porų pasiskirstymas. Dirvožemio poringumo bei vandentalpos savybių tyrimai LAMMC ŽI pradėti tik 2010 m., įsigijus reikalingą laboratorinę įrangą. Dirvožemio poringumo ir vandentalpos savybės, kaip lėtai laike kintantys parametrai, ilgalaikiame eksperimente buvo nustatoma tik pirmojo rotacijos augalo – žieminių kviečių – pasėlyje. Ataskaitoje pateikiame rezultatus tik iš trečiosios ir ketvirtosios sėjomainos rotacijų pirmojo augalo – žieminių kviečių - pasėlių (2010 ir 2015 m.) (66 pav.). Šie rezultatai atspindi ir sekančių rotacijos augalų auginimo sąlygas.



66 paveikslas. Dirvožemio porų pasiskirstymas skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

2010 m. supaprastintas žemės dirbimas (seklus neariminis) Vidurio Lietuvos smėlingo lengvo priemolio dirvožemiuose nenulėmė esmingai didesnio bendrojo poringumo visame armenyje nei tradicinis žemės dirbimas (skutimas+arimas).

Ketvirtosios rotacijos pradžioje (2015 m.) neariminis žemės dirbimas (NT) smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje nulėmė esmingai didesnį bendrąjį poringumą (BP) nei tradicinis žemės dirbimas (CT), tačiau tik viršutiniame 0-10 cm dirvos sluoksnyje. Gilesniame 10-20 cm armens sluoksnyje, NT žemės dirbimo sistemose BP buvo mažesnis nei taikant CT žemės dirbimą.

Pagal porų tūrio klasifikavimą yra išskiriama: a) makro- poros, t.y. dirvožemio įtrūkimai arba kitaip – plyšiai (jų skersmuo >750 µm) bei tranzitinės poros (50–750 µm); b) mezo- poros, t.y. vandenį išlaikančios poros (0.2–50 µm) ir c) smulkiosios poros, t.y. mikroporos (<0.2 µm). Porų struktūros analizė atskleidžia detalų dirvožemio sluoksnių fizikinį vaizdą. Plyšiai leidžia migruoti į gilesnius dirvožemio sluoksnius vandens pertekliui, taip apsaugodami jį nuo užmirkimo. Tranzitinės poros užtikrina tinkamą oro ir vandens judėjimą dirvožemyje bei leidžia augti ir vystytis augalų

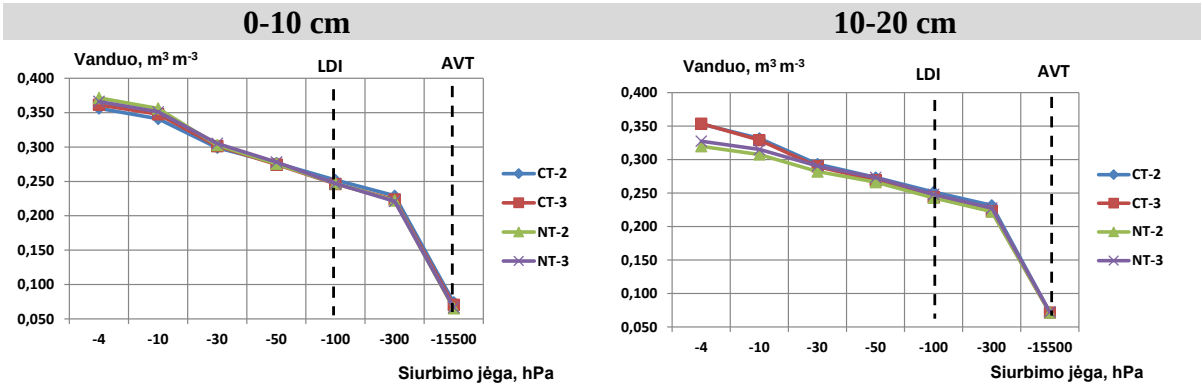
šaknims. Poros, išlaikančios savyje vandenį, sudaro palankias sąlygas augalams pasisavinti mitybos elementus iš dirvožemio. Jų proporcija porų struktūroje reguliuoja augalų pasiekiamo vandens tūrį. Mikroporos savyje vandenį laiko taip sandariai, kad jo augalai pasisavinti tiesiogiai negali. Taigi, porų struktūroje svarbiausios yra poros, išlaikančios vandenį.

Mūsų eksperimente, 2010 m. (praėjus 10 metų nuo eksperimento pradžios) dirvožemio porų pasiskirstymas buvo panašus abiejose CT ir NT žemės dirbimo sistemose. Per penkerius metus jis šiek tiek pakito. 2015 metais NT sistemoje, 0-10 cm dirvos sluoksnyje nustatėme didesnį makro- ir mezo- porų tūrį (atitinkamai 6% ir 4%) bei 9% mažesnį mikro- porų tūrį nei CT sistemoje. 10-20 cm dirvos sluoksnyje, NT sistemoje mezo- ir mikro- porų tūris išliko panašus, kaip ir CT sistemoje, o makro- porų tūris tapo 11% mažesnis.

Kaip ilgai bus galima taikyti neariminį žemės dirbimą gamybiniuose laukuose, labai priklausys ne tik nuo konkretaus lauko armens, bet ir nuo podirvio savybių. Jei dirvos lėtai ims pavasarį džiūti, o jų paviršiuje ilgai stovės paviršinio vandens telkiniai – tai bus požymis, jog dirvožemis tapo užmirkstančiu dėl jame vyraujančių smulkiųjų mikro- porų. Tam, kad pasirinkti tinkamą būdą dirvožemio poringumui padidinti, reikėtų nustatyti, kuriame dirvožemio gylyje randasi sutankėjęs sluoksnis. Gali būti, kad bus nustatyti susiformavę ir keli tokie sluoksniai. Vienu atveju dirvą galėtų padėti supurenti įsėti giliašakniai pupiniai augalai (raudonasis dobilas, mėlynžiedė liucerna, rytinis ožiarūtis), kitu – mechaninis purenimo būdas – beverstuvinis giluminis purenimas, arba dirvų suarimas su specialiu purenamuoju peiliu, pritvirtintu prie galinio plūgo korpuso.

Žemės dirbimo įtaka dirvos vandentalpai. Kintant klimatui, dirvožemio drėgmės efektyvus panaudojimas tampa vienas iš svarbiausių agroekosistemos produktyvumo ir stabilumo tyrimų klausimų.

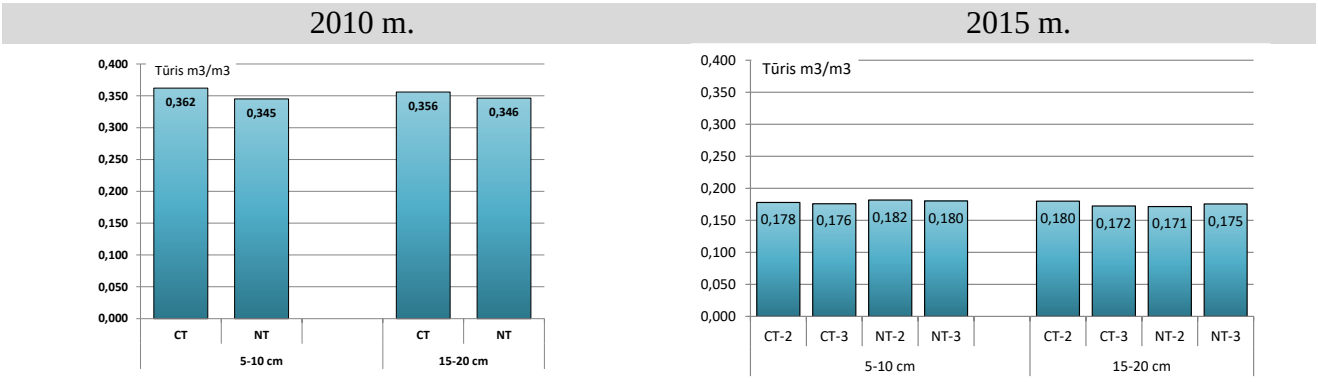
Smėlingame lengvame priemolyje, fone be šiaudų, 0-10 cm sluoksnyje, tik > 100 µm porose nežymiai didesnis vandens kiekis buvo NT sistemoje (67 pav.). Tačiau ir mezoporose, ir mikroporose vandentalpa buvo panaši abiejose (CT ir NT) žemės dirbimo sistemose. 10-20 cm sluoksnyje, > 100 µm porų vandentalpa CT sistemoje buvo didesnė nei NT, tačiau ir mezoporose, ir mikroporose vandentalpa buvo panaši abiejose (CT ir NT) žemės dirbimo sistemose. Vadinasi, NT žemės dirbimo taikymo efektyvumas, vandentalpos palaikymo požiūriu, iš esmės prilygo CT efektyvumui.



67 paveikslas. Vandentalpa skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: LDI – lauko drėgmė, AVT – augalų vytimo taškas, CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Augalams pasiekiamo vandens kiekis. Dirvožemio vandentalpos savybių tyrimai LAMMC ŽI pradėti tik 2010 m., įsigijus reikalingą laboratorinę įrangą. Todėl ataskaitoje pateikiame rezultatus tik iš trečiosios ir ketvirtosios sėjomainos rotacijų (2010 ir 2015 m.) (68 pav.).

Augalams prieinamo vandens (APV) kiekį dirvožemyje nulemia dirvožemio porų skersmuo. APV, esantis dirvožemio porose – tai skirtumas tarp lauko drėgmės ir ilgalaikio vytimo taško. Būtent vandeniu užpildytos poros nulemia tai, kaip šaknims pavyksta išgauti vandenį iš dirvožemio.



68 paveikslas. Augalams pasiekiamo vandens kiekis skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Augalams prieinamos drėgmės kiekis dirvožemyje apima slėgio zoną dirvožemyje, siekiančią tarp 100 ir 15500 hPa. 2010 m. smėlingame lengvame priemolyje, ir 0-10 cm, ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose augalams pasiekiamos drėgmės tūris buvo atitinkamai 5% ir 3% didesnis taikant CT žemės dirbimo sistemą bet ne NT sistemą.

2015 m. 0-10 cm dirvos sluoksnyje, NT sistemoje augalams pasiekiamos drėgmės tūris buvo 2% didesnis, o 10-20 cm sluoksnyje 2% mažesnis nei CT sistemoje. Vadinasi, ilgametis RT taikymas lėmė nežymiai pagerėjusias drėgmės taupymo sąlygas tik 0-10 cm sluoksnyje.

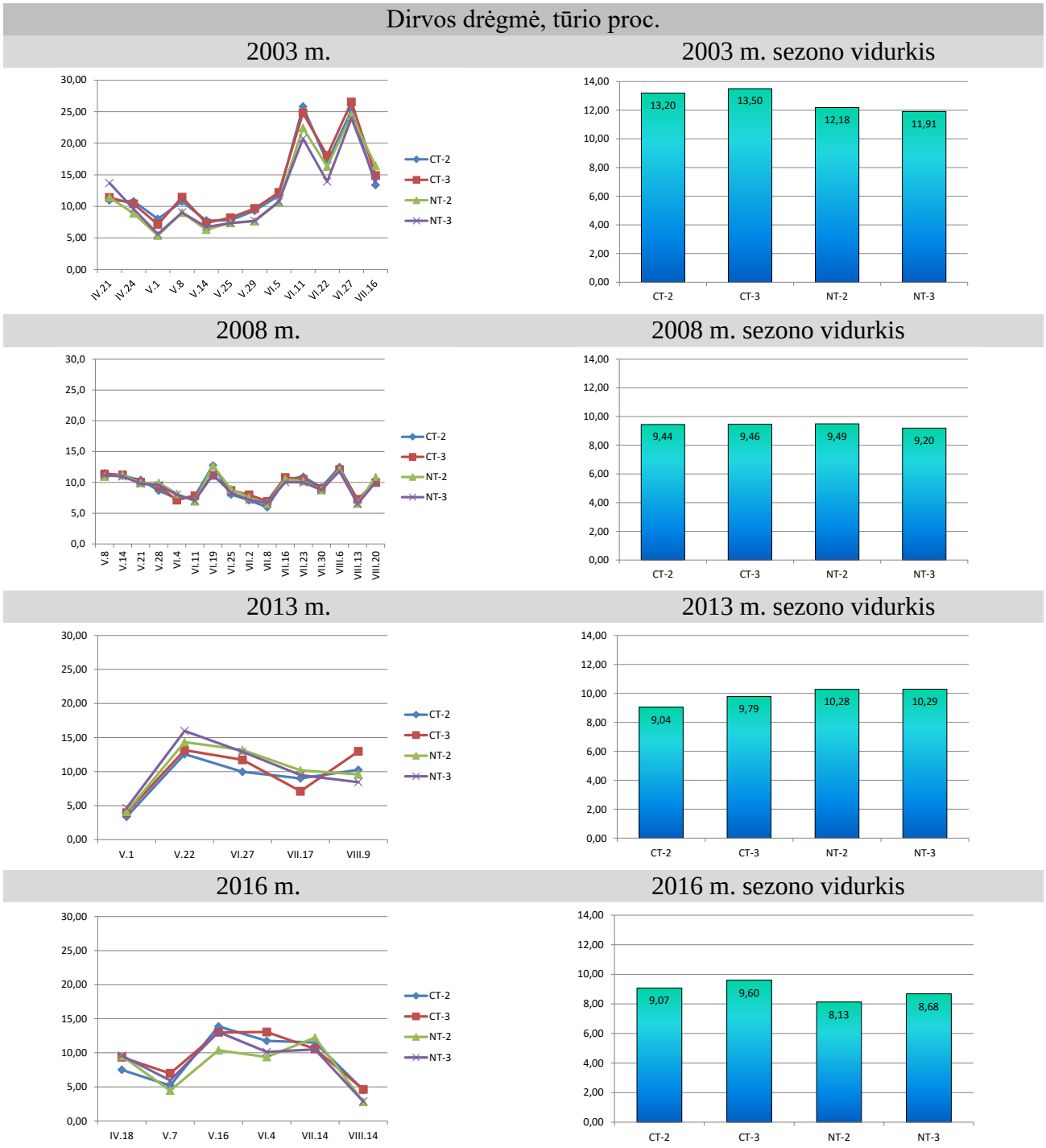
Drėgmė 0-10 cm dirvos sluoksnyje. Auginant vasarinius miežius, drėgmė priklausė nuo meteorologinių sąlygų, dirvožemio granuliometrinės sudėties, o žemės dirbimo sistemų įtaka dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmei ne visada buvo ryški (69 pav.).

2003 m. smėlingame lengvame priemolyje, vasarinių miežių pasėlyje buvo stebima dirvožemio 0-10 cm sluoksnio drėgmė beveik per visą aktyvią augalų vegetaciją. Iki birželio pradžios drėgmė vidutiniškai kito 5,38-13,70 tūrio % ribose. Tradicinio žemės dirbimo (CT) sistemoje 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje šio laikotarpio drėgmė kito 7,13-12,20, o supaprastinto dirbimo (NT) sistemoje 5,38-13,70 tūrio % ribose. Birželio mėnesį drėgmės kiekis buvo perteklinis. Dėl gausaus lietaus drėgmė CT sistemose padidėjo iki 24,80-26,54 tūrio %, o NT sistemose iki 20,73-24,44 tūrio %.

2008 m. vasarinių miežių pasėlyje, dirvos 0-10 cm sluoksnyje miežių vegetacijos laikotarpiu drėgmė kito 6,00-12,15 tūrio % ribose. Vidutinė šio vegetacijos sezono drėgmė tradicinio žemės dirbimo (CT) sistemoje 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje buvo 9,45, o supaprastinto dirbimo (NT) sistemoje 9,34 tūrio % ribose. Reikia pastebėti, kad šiais metais, svarbiausiu miežių dygimo ir pirminio vystymosi metu (V.8-VI.11) dirvos drėgmė 0-10 cm sluoksnyje buvo žemiau už vytimo tašką. NT technologijos taikymas neprisidėjo prie drėgmės taupymo. Ir pavasarį, ir viso vegetacinio sezono dirvos drėgmė abiejose CT ir NT sistemose faktiškai nesiskyrė.

2013 m., po vasarinių miežių sėjos (V.1) dirvos buvo itin sausos – 0-10 cm sluoksnyje dirvos drėgmė tesiekė 3,38-4,65 tūrio proc. Antroje gegužės pusėje iškritus krituliams dirvos drėgmė pasiekė optimalias reikšmes (12,56-15,98 tūrio proc.), tačiau dėl šiltų orų ir kritulių trūkumo ji vėl pradėjo mažėti. Vertinant skirtingų technologijų įtaką viso vegetacijos sezono dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmei, buvo nustatyta, kad NT žemės dirbimo taikymas šiais metai nulėmė 9% didesnę drėgmę nei CT.

2016 metų visas vasarinių miežių vegetacijos sezonas buvo sausringas. Vidutinė sezono dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmė CT sistemoje buvo 9,07-9,60 tūrio proc., o NT sistemoje 8,13-8,68 tūrio proc. (arba 10% mažesnė nei CT sistemoje). Taigi abiejose žemės dirbimo sistemose dirvos drėgmė buvo žemiau už vytimo tašką.



69 paveikslas. Dirvos drėgmė vasarinių miežių pasėlyje skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

2.1.3. Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka dirvožemio CO_2 emisijai.

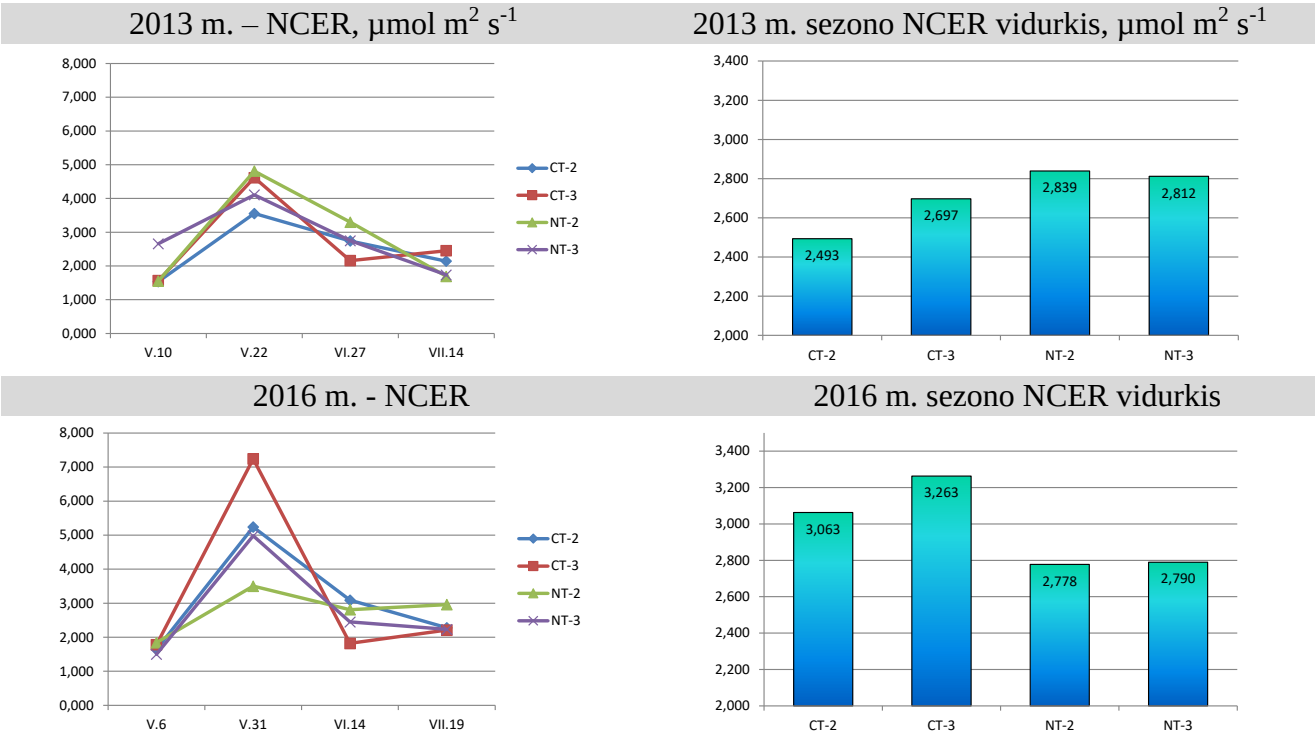
Dirvožemio CO_2 dujų apykaitos tyrimai LAMMC ŽI pradėti 2010 m., įsigijus reikalingą nešiojamąją įrangą, todėl ataskaitoje pateikiame rezultatus tik iš 2013 ir 2016 m. vasarinių miežių pasėlių matavimų.

2013-ieji metai buvo sausringi. Ypač sausringas buvo periodas po sėjos. Augalams dygti buvo nepalankus perdžiūvęs viršutinis dirvožemio sluoksnis ir vėsūs orai. Dirvos pradėjo įšilti tik nuo gegužės antrojo dešimtadienio pradžios. 2013 metais lauko eksperimente, įrengtame smėlingo lengvo priemolio dirvoje, CO_2 dujų apykaitos intensyvumas (NCER) iki gegužės I dešimtadienio pabaigos

nebuvo aukštas ir svyravo 1,535-2,657 µmol m^2 s^{-1} ribose (70 pav.). Antrą gegužės dešimtadienį iškritus krituliams pakito dirvožemio gyvybiniai procesai. Po pirmojo stipresnio lietaus NCER staiga šoktelėjo iki 3,555-4,812 µmol m^2 s^{-1}. Taip pasireiškė vadinamasis „birch“ efektas – padidėjus dirvožemio drėgmei staiga atgijo iki tol buvęs prislopintas dirvožemio mikrobiologinis aktyvumas. Vėlia – birželio ir liepos mėn. – NCER beveik dvigubai sumažėjo. Visgi, vertinant skirtingų technologijų įtaką CO_2 dujų apykaitos intensyvumui (NCER), buvo nustatyta, kad NT žemės dirbimo taikymas nulėmė beveik 9% didesnį NCER nei CT. Vadinasi, 2013-aisiais metais NT sistemoje dirvos 0-10 cm sluoksnyje terpė gyvybiniams procesams buvo palankesnė nei CT sistemoje.

2016 metais lauko eksperimente, įrengtame smėlingo lengvo priemolio dirvoje, NCER per visą javų vegetacijos laikotarpį svyravo 1,500-7,240 µmol m^2 s^{-1} ribose. Drėgmės trūkumas buvo juntamas tik iki gegužės vidurio. Vertinant skirtingų technologijų įtaką CO_2 dujų apykaitos intensyvumui (NCER), buvo nustatyta, kad NT žemės dirbimo taikymas šiais metai nulėmė 12% mažesnį NCER nei CT. Tręšiant mineralinėmis NPK trąšomis CT sistemoje NCER‘as padidėjo 7%, o NT sistemoje iš esmės nepakito.

Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka dirvožemio N_2O ir CH_4 emisijoms auginant miežius nebuvo nustatoma, kadangi dar neturėjome matavimams skirtos įrangos.

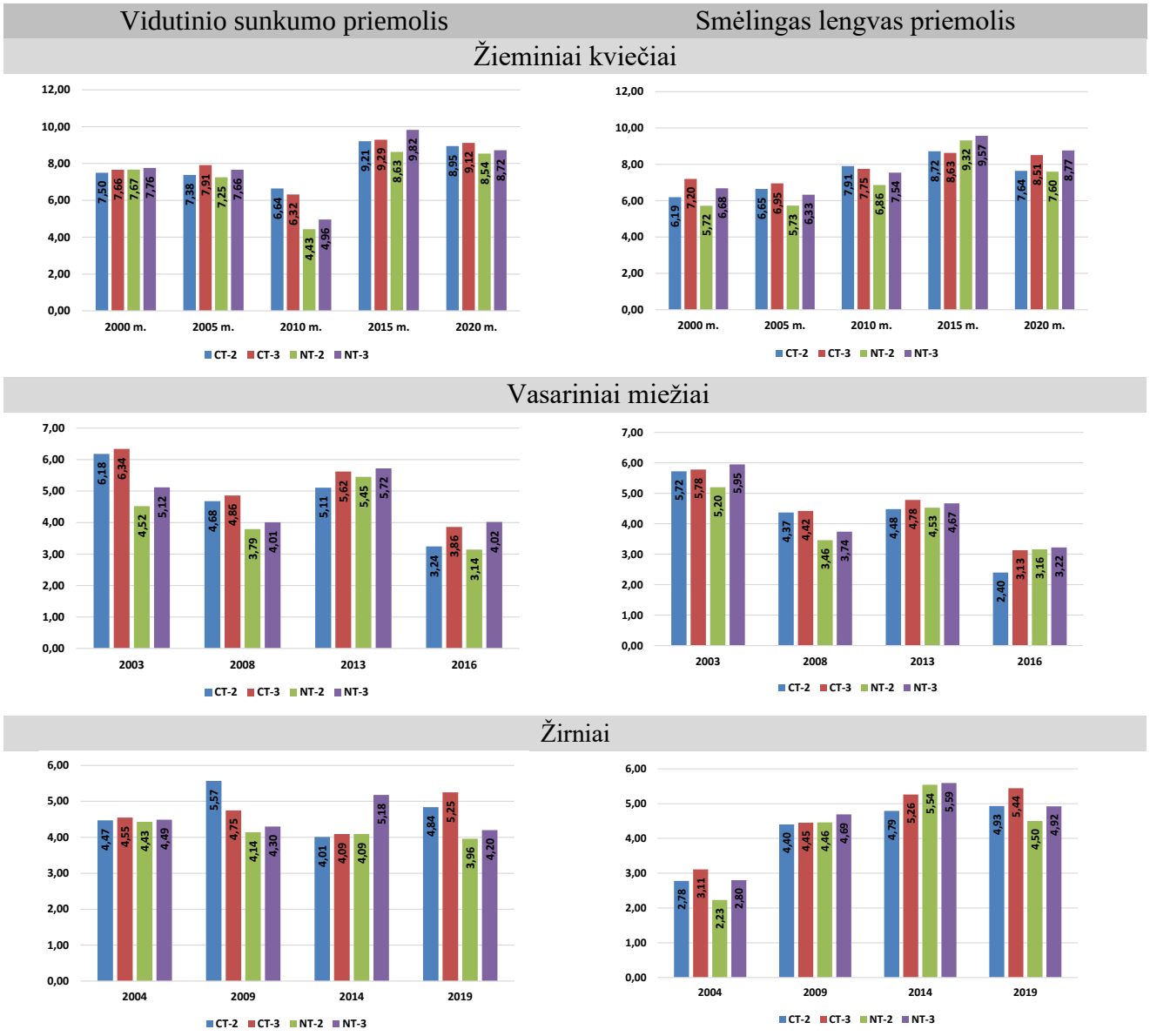


70 paveikslas. Dirvos NCER arba CO_2 emisija vasarinių miežių pasėlyje skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

2.1.4. Skirtingo intensyvumo žemdirbystės technologijų įtaka rotacijos augalų derlingumui ilgalaikiame eksperimente

Žieminiai kviečiai. 2000 m. – šiltas, sausringas pavasaris, optimalaus drėgnumo birželis ir perteklinio drėgnumo liepa. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui. Tręšimas padidintomis trąšų normomis nebuvo labai efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 2% ir 1% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo tik 1,98 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 1,11 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje.

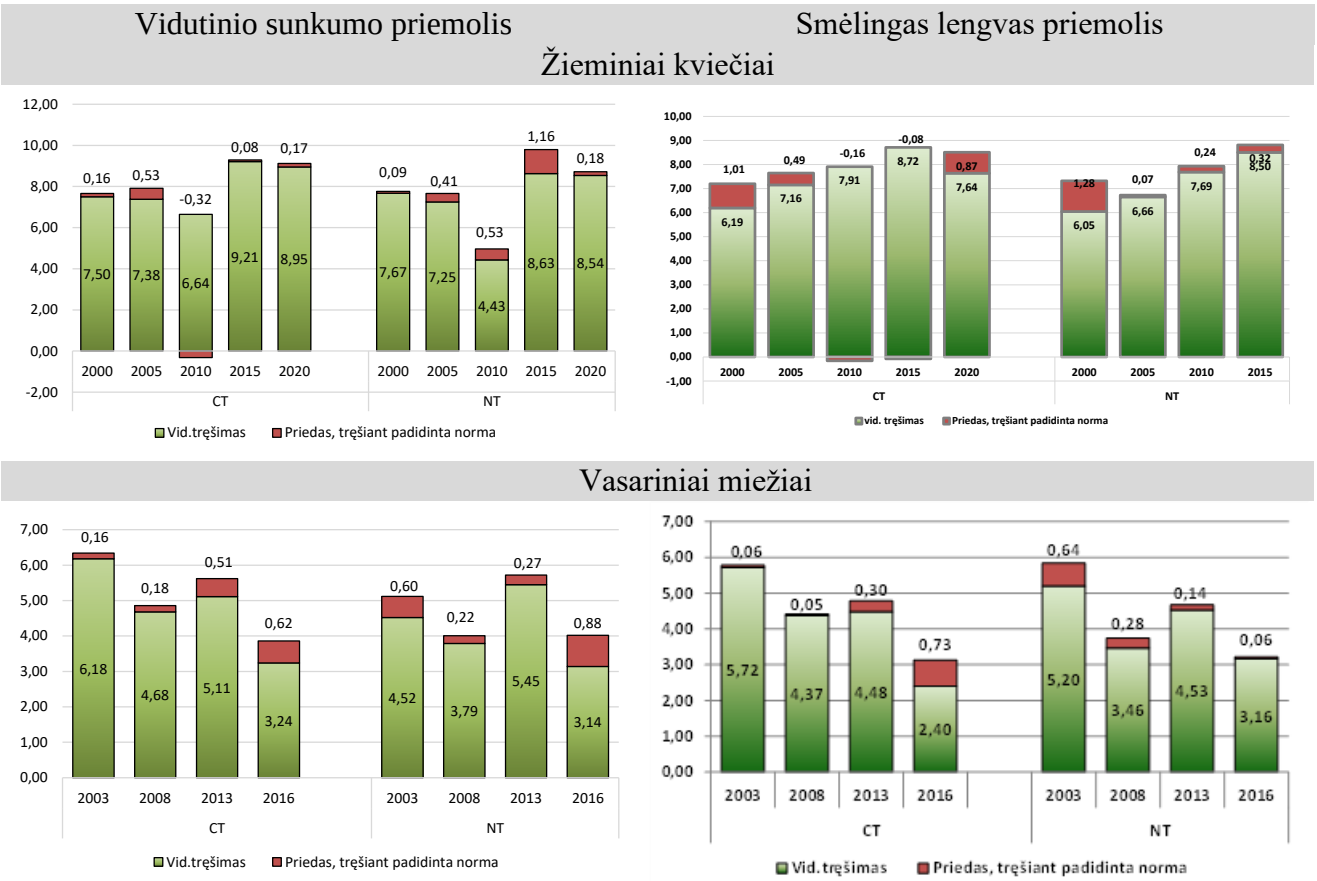
Smėlingame lengvame priemolyje įrengtame bandyme, CT ir NT žemės dirbimo sistemose prikulta vidutiniškai 6,69 t ha^{-1} žieminių kviečių grūdų. Žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui, tačiau taikant įprastinėse technologijose tręšimas mineralinių trąšų vidutinėmis normomis derlingumą padidino - 77% CT-2 sistemoje bei 66% NT-2 sistemoje, palyginus su netręštais kviečiais. Tręšiant padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas buvo atitinkamose sistemose 106% ir 101% didesnis nei netręšiant. Trąšų normų padidinimas buvo efektyvus – gautas atitinkamai 1,01 t/ha ir 1,28 t/ha derliaus priedas. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 12,44 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 15,77 kg derliaus priedą RT-3 sistemoje (71 ir 72 pav. bei 41 lentelė).



71 paveikslas. Vasarinių miežių derlingumai (t/ha) ilgalaikėse skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

2005 m. – optimalaus drėgnumo pavasaris ir pirmasis vasaros mėnuo, tačiau sausringa liepa. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui. Tręšimas padidintomis trąšų normomis buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir

NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 7% ir 6% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 5,05 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 3,90 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje supaprastinus žemės dirbimą (RT sistemoje) vidutinis žieminių kviečių derlingumas nuosekliai sumažėjo vidutiniškai 0,71 t ha^{-1}. Trąšų vidutinės normos derlingumą padidino 41% CT sistemoje bei 51% RT sistemoje, palyginus su netręštais kviečiais. Tręšiant padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas buvo atitinkamose sistemose 51% ir 53% didesnis nei netręšiant. Trąšų normų padidinimas buvo efektyvus tik CT sistemoje – gautas 0,49 t/ha derliaus priedas, palyginus su vidutinėmis normomis tręštai kviečiais. Tuo tarpu RT sistemoje derliaus priedas tesiekė 0,07 t/ha. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 10,83 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir tik 1,60 kg derliaus priedą RT-3 sistemoje (71 ir 72 pav. bei 41 lentelė).



72 paveikslas. Žieminių kviečių ir vasarinių miežių derliaus priedai (t/ha) ilgalaikėse intensyviose ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose, palyginus su įprastomis technologijomis.
Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

2010 m. – tai ypatingai žemdirbiams nepalankūs, perteklinės drėgmės metai. Šalta snieginga žiema, grėsmingas atlydys, „paskandinęs“ didelę dalį pasėlių, perteklinė drėgmė balandžio-birželio mėnesiais, augmeniją džiovinantis, bet ne nokinantis karštis liepą, nulėmė skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės technologijų efektyvumą. Vidutinio sunkumo priemolyje NT žemės dirbimo sistemos efektyvumas buvo 28% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje buvo nuostolingas, o NT sistemoje grūdų derlingumas buvo 12% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą,

lėmė 2,96 kg derliaus nuostolį CT-3 sistemoje ir 4,91 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingo lengvo priemolio dirvoje, neariminio žemės dirbimo sistemoje (NT) žieminių kviečių vidutinis derlingumas nesiskyrė nuo derlingumo ariminėje žemės dirbimo sistemoje (CT). Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 77%, palyginus su netręštais kviečiais, o NT sistemoje 103%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje buvo nuostolingas – pasiektas kviečių derlingumas buvo 0,16 t/ha mažesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. NT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,24 t/ha didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, buvo nuostolingas CT-3 sistemoje, o NT-3 sistemoje derliaus priedas tesiekė 2,26 kg grūdų/vienam kg v.m. N (71 ir 72 pav. bei 41 lentelė).

41 lentelė. Žieminių kviečių derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui

	2000 m.			2005 m.			2010 m.			2015 m.			2020 m.		
	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų
CT-2	109	6,19		160	7,16		139	7,91		145	8,72		160	7,64	
CT-3	190	7,20	12,44	205	7,64	10,83	247	7,75	-1,49	251	8,63	-0,77	250	8,51	9,67
NT-2	109	6,05		160	6,66		139	7,69		145	8,50		160	8,60	
NT-3	190	7,33	15,77	205	6,73	1,60	247	7,93	2,26	251	8,82	2,98	250	9,44	9,33

Visi prisimename nesenus 2010 metus. Tą šaltą besniegę žiemą Lietuvoje iššalo daug žiemkenčių ir didžioji dalis žieminių rapsų pasėlių. 2010-ųjų žiema buvo ne tik veislių, bet ir skirtingų žemės dirbimo sistemų išbandymas. Dotnuvoje ilgamečiame žemės dirbimo ir tręšimo sistemų tyrimų bandyme sėjome žieminius kviečius Ada į tradiciškai (CT) ir sekliai dirbtą (RT) dirvą. Rezultatai gauti vienareikšmiai: tuose laukeliuose, kurie 12 metų iš eilės buvo ariami, žieminiai kviečiai akivaizdžiai peržiemojo geriau, palyginti su tiek pat metų kitaip dirbta dirva.

Manome, kad prasto žiemojimo sąlygas taikant tiesioginę sėją lėmė žymiai prastesnės fizikinės dirvožemio savybės (padidėję tankis, kietumas, mažas poringumas) bei didesnė drėgmė dėl sumažėjusio poringumo, palyginti su arta dirva. Mūsų išvadas sustiprino ir analogiški rezultatai kai kurių žemdirbių ūkiuose, kur giliai artoje dirvoje žiemkenčiai peržiemojo geriau negu neartose.

2015 metais augintų žieminių kviečių derlingumas išties buvo puikus. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje nebuvo labai efektyvus, o NT sistemoje buvo labai efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 1% ir 14% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo tik 0,75 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 11,23 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, priklausomai nuo taikytos žemės dirbimo-tręšimo sistemos, kūlėme nuo 8,51 iki 9,44 t/ha. Šiaudus palikus lauke ir taikant neariminį žemės dirbimą (NT), vidutinis grūdų derlingumas buvo panašus kai ir taikant ariminį žemės dirbimą (CT). Šį besiformuojantį derlingumų skirtumą galima paaiškinti įvykusiais agrocheminiais bei dirvožemio struktūringumo pokyčiais per 15 metų. Mineralinių trąšų vidutinių normų efektyvumas 2015 metais buvo ženklus. Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje

derlių padidino 88%, palyginus su netręštais kviečiais, o NT sistemoje 76%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje buvo nuostolingas – pasiektas kviečių derlingumas buvo 0,09 t/ha mažesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. NT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,32 t/ha didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Padidintos mineralinių trąšų normos buvo 73% didesnės nei vidutinės normos. Deja, šiame dirvožemyje jų efektyvumas buvo menkas ar netgi akivaizdžiai nuostolingas. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, buvo nuostolingas CT-3 sistemoje, o NT-3 sistemoje derliaus priedas tesiekė 2,98 kg grūdų/vienam kg v.m. N (71 ir 72 pav. bei 41 lentelė).

2020 metais, nepaisant užsitęsusios pavasarinės sausros, augintų žieminių kviečių derlingumas buvo puikus. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo labai didelės reikšmės derlingumui, visgi NT sistemoje jis buvo 4% mažesnis nei CT sistemoje. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje nebuvo labai efektyvus, o NT sistemoje buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 2% ir 7% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo tik 1,75 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 1,86 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, priklausomai nuo taikytos žemės dirbimo-tręšimo sistemos, grūdų kūlėme nuo 7,64 iki 9,44 t/ha. Šiaudus palikus lauke ir taikant neariminį žemės dirbimą (NT), vidutinis grūdų derlingumas buvo 0,94 t/ha arba 12% didesnis nei taikant ariminį žemės dirbimą (CT). Šį besiformuojantį derlingumų skirtumą galima paaiškinti įvykusiais agrocheminiais bei dirvožemio struktūringumo pokyčiais per 20 metų. Mineralinių trąšų vidutinių normų efektyvumas 2020 metais buvo ženklus. Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 73%, palyginus su netręštais kviečiais, o NT sistemoje 79%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje kviečių derlingumą padidino 0,87 t/ha arba 11%, palyginus su derlingumu tręšiant vidutinėmis normomis. NT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,88 t/ha arba 10% didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Padidintos mineralinių trąšų normos buvo 56% didesnės nei vidutinės normos. Šiame dirvožemyje jų efektyvumas buvo geras. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, davė 9,67 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje, ir 9,33 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje (15 ir 16 pav. bei 18 lentelė).

Žvelgiant į šiuos pateiktus tyrimų rezultatus, žemdirbiams reikėtų savęs paklausti – ar verta dėl keliais procentais (keliais šimtais kilogramų) didesnio derliaus didinti išlaidas brangioms trąšoms ir kelti visos gamybos kaštus? Būtina dar kartą permąstyti augalų tręšimo strategiją bei atsakingai rinktis taikomą žemės dirbimo sistemą. Mūsų tyrimų rezultatai parodė, kad vidutinio sunkumo priemolyje ir smėlingame lengvame priemolyje auginamų žieminių kviečių derliai, gaunami NT žemės dirbimo sistemose yra vidutiniškai 3-4% mažesni nei CT sistemose. Taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, vidutinio sunkumo priemolyje davė vidutinį 1.31 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje, ir 4.60 kg arba 7% grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, o sm4lingame lengvame priemolyje – atitinkamai 4.85 ir 10.21 kg.

Vasariniai miežiai. 2003 m. vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemoje derlingumas buvo vidutiniškai 23% mažesnis nei CT sistemoje. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje nebuvo labai efektyvus, o NT sistemoje buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 3% ir 13% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 1.95 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 7.32 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė 5,72 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) 4,95 t ha^{-1}, t.y. 13% mažiau nei CT. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje beveik nepakito, o NT sistemoje išaugo 13%, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo neefektyvus – grūdų derliaus priedas

kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui tesiekė 0,86 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis siekė 9,14 kg. Vis tik, žemės dirbimo supaprastinimas nebuvo palankus miežių derliui. Vidutinėmis ir padidintomis trąšų normomis tręšiami vasariniai miežiai, auginti NT sistemoje atseikėjo atitinkamai 13% ir 3% mažesnį grūdų derlių nei žemę dirbant tradiciškai. (71 ir 72 pav. bei 42 lentelė).

2008 m. vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose derlingumas buvo vidutiniškai 18% mažesnis nei CT sistemoje. Tręšimas padidintomis trąšų normomis nebuvo labai efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 4% ir 6% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 2,14 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 2,62 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė 4,37 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) 3,46 t ha^{-1}, t.y. buvo 21% mažesnis nei CT. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje beveik nepakito, o NT sistemoje padidėjo 8%, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo neefektyvus – grūdų derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui tesiekė 0,77 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis siekė 4,31 kg. Vis tik, kaip ir 2003 metais, žemės dirbimo supaprastinimas nebuvo palankus miežių derliui. Vidutinėmis ir padidintomis trąšų normomis tręšiami vasariniai miežiai, auginti NT sistemoje atseikėjo atitinkamai 21% ir 15% mažesnį grūdų derlių nei žemę dirbant tradiciškai. (71 ir 72 pav. bei 42 lentelė).

42 lentelė. Vasarinių miežių derliaus priedas (kg) kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui

	2003 m.			2008 m.			2013 m.			2015 m.		
	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui	N norma kg/ha	Derlius t/ha	Derliaus priedas papildomai įneštam N trąšų v.m.kilogramui
CT-2	90	5,72		85	4,37		120	4,48		110	2,4	
CT-3	160	5,78	0,86	150	4,42	0,77	180	4,78	5,00	170	3,13	12,17
RT-2	90	4,95		85	3,46		120	4,53		110	3,16	
RT-3	160	5,59	9,14	150	3,74	4,31	180	4,67	2,33	170	3,22	1,00

2013 m. vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose derlingumas buvo vidutiniškai 4% didesnis nei CT sistemoje. Tręšiant padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 10% ir 5% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 6,71 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 3,55 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė 4,48 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) buvo šiek tiek didesnis ir siekė 4,53 t ha^{-1}. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje padidėjo 7%, o NT sistemoje tik 3%, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Visgi, šiais metais, azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo efektyvesnis nei 2003 ir 2008 metais – grūdų derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui tesiekė 5,00 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis buvo mažesnis nei 2003 ir 2008 metais ir siekė 2,33 kg. Priešingai nei 2003 ir 2008 metais, žemės dirbimo supaprastinimas (NT) 2013 metais lėmė iš esmės tokius pačius miežių derlius kaip ir CT (71 ir 72 pav. bei 42 lentelė).

2016 metais miežių derlius dėl sausringo pavasario neigiamos įtakos javų dygimui ir augimui buvo žemas. Vidutinio sunkumo priemolyje CT ir NT sistemose derlingumas buvo labai panašus. Tręšimas padidintomis trąšų normomis buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose

buvo atitinkamai tik 19% ir 28% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 8,73 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 12,39 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė tik 2,40 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) 3,16 t ha^{-1}, t.y. buvo 32% didesnis nei CT. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje padidėjo 30%, o NT sistemoje iš esmės nebepakito, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo labai efektyvus – grūdų derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui siekė 12,17 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis tesiekė 1,00 kg. Tačiau priešingai nei 2003 ir 2008 metais, žemės dirbimo supaprastinimas buvo palankus miežių derliui. Vidutinėmis ir padidintomis trąšų normomis tręšiami vasariniai miežiai, auginti NT sistemoje atseikėjo atitinkamai 32% ir 3% didesnį grūdų derlių nei žemę dirbant tradiciškai (71 ir 72 pav. bei 42 lentelė).

Žvelgiant į šiuos pateiktus tyrimų rezultatus, žemdirbiams reikėtų savęs paklausti – ar verta dėl keliais procentais (keliais šimtais kilogramų) didesnio derliaus didinti išlaidas brangioms trąšoms ir kelti visos gamybos kaštus? Būtina dar kartą permąstyti augalų tręšimo strategiją bei atsakingai rinktis taikomą žemės dirbimo sistemą.

Žirniai

2004 metais vidutinio sunkumo priemolyje CT ir NT sistemose derlingumas buvo labai panašus. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis nebuvo efektyvus. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 15% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis PK trąšų normomis buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 12% ir 26% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis (71 pav.).

2009 metais vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 18% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis CT sistemoje buvo nuostolingas – derlingumas sumažėjo 15%. NT sistemoje tręšiant derlingumas padidėjo 4%. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 3% didesnis nei CT. Tręšimas padidintomis PK trąšų normomis nebuvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 1% ir 5% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis.

2014 metais vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 14% didesnis nei CT. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis CT sistemoje nebuvo efektyvus – derlingumas iš esmės nepadidėjo. NT sistemoje tręšiant derlingumas padidėjo 27%. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 11% didesnis nei CT. Tręšiant padidintomis PK trąšų normomis grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 10% ir 1% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis.

2019 metais vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 16% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis buvo efektyvus – derlingumas CT ir NT sistemose padidėjo atitinkamai 8% ir 6%. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 9% mažesnis nei CT. Tręšiant padidintomis PK trąšų normomis grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 10% ir 9% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis.

2.1.5. Skirtingo intensyvumo žemdirbystės technologijų aplinkosauginis, energetinis ir ekonominis vertinimas

2.1.5.1. Derlingumo apibendrinimas

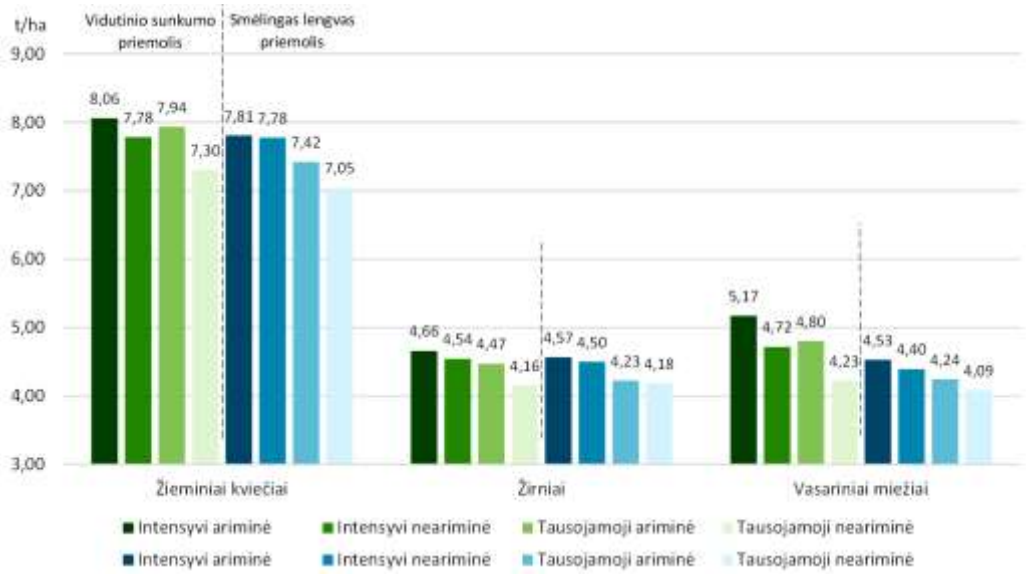
Visų bandymų metu paskutinis žemdirbystės darbas buvo derliaus nuėmimas kombainu, kuris leido įvertinti tų metų gautą derlių ir palyginti jį su kitais bandymų rezultatais. Skaičiavimuose pateikiamas visais tą pačią kultūrą augintais metais gauto derliaus vidurkis, taip siekiant sumžainti galimą atitinkamų metų klimato įtaką rezultatams. Visų kultūrų ir dirvožemių atveju didžiausias

derliaus kiekis buvo gautas naudojant intensyvią ariminę technologiją. Priklausomai nuo kultūros, vidutinio sunkumo priemolio dirvoje su intensyvia arimine technologija buvo išauginta 3-10% daugiau derliaus nei su intensyvia nearimine, 2-8% daugiau nei su tausojamąja arimine ir 10-22% daugiau nei su tausojamąja nearimine. Smėlingo lengvo priemolio dirvoje, naudojant intensyvią ariminę technologiją, buvo išauginta 0-3% daugiau derliaus nei su intensyvia nearimine, 5-8% daugiau nei su tausojamąja arimine ir 9-11% daugiau nei su tausojamąja nearimine. Antra daugiausiai derliaus leidusi gauti technologija buvo intensyvi neariminė arba tausojamoji arminė priklausomai nuo augintos kultūros ir dirvožemio. Derliaus duomenys pateikti 43 lentelėje ir 73 paveiksle.

Daugumoje atvejų intensyvi arminė technologija leido išauginti daugiausiai derliaus, antroje vietoje buvo intensyvi neariminė, trečioje – tausojamoji ariminė ir ketvirtoje – tausojamoji neariminė. Šiuo atžvilgiu išsiskyrė žieminiai kviečiai ir vasariniai miežiai vidutinio sunkumo priemolio dirvoje, kai antroje vietoje buvo tausojamoji ariminė technologija, o trečioje – intensyvi neariminė. Žieminių kviečių derliaus skirtumas tarp intensyvios ariminės ir tausojamosios neariminės technologijos vidutinio sunkumo priemolyje buvo 10%, smėlingame lengvame priemolyje – 11%. Žirnių derliaus skirtumas tarp intensyvios ariminės ir tausojamosios neariminės technologijos vidutinio sunkumo priemolyje buvo 12%, smėlingame lengvame priemolyje – 9%. Vasarinių miežių derliaus skirtumas tarp intensyvios ariminės ir tausojamosios neariminės technologijos vidutinio sunkumo priemolyje buvo 22%, smėlingame lengvame priemolyje – 11%. Gauti rezultatai rodo, kad didžiausias derlius garantuojamas naudojant intensyvią ariminę technologiją. Taip pat galima pastebėti, kad vasarinių miežių gaunamas derlius yra pastebimai didesnis vidutinio sunkumo priemolyje, kas nėra taip akivaizdu kitose kultūrose.

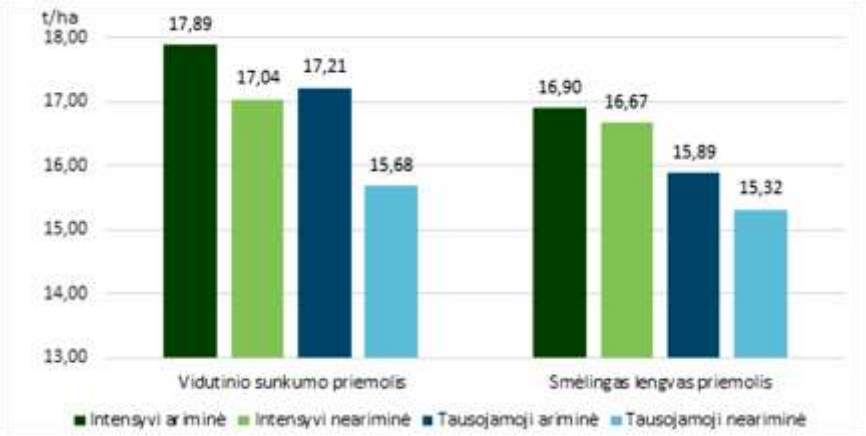
43 lentelė. Vidutinis metinis derlius pagal auginamą kultūrą, technologiją ir dirvožemį.

Vidutinio sunkumo priemolis				
t/ha	CT-3 - Intensyvi ariminė	NT-3 - Intensyvi neariminė	CT-2 - Tausojamoji ariminė	NT-2 - Tausojamoji neariminė
Žieminiai kviečiai,	8.06	7.78	7.94	7.30
Žirniai	4.66	4.54	4.47	4.16
Vasariniai miežiai	5.17	4.72	4.80	4.23
Smėlingas lengvas priemolis				
Žieminiai kviečiai,	7.81	7.78	7.42	7.05
Žirniai	4.57	4.50	4.23	4.18
Vasariniai miežiai	4.53	4.40	4.24	4.09



73 paveikslas. Vidutinis metinis derlius pagal augalą, technologiją ir dirvožemį

Darant prielaidą, kad visos trys kultūros gali būti auginamos tik vidutinio sunkumo arba smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, atliktas visų kultūrų vidutinių derlių sumavimas ir skirtingų technologijų rezultatų palyginimas. Abiejų dirvožemių atveju, visos trys kultūros didžiausią derlių davė naudojant intensyvią ariminę technologiją (74 pav.). Vidutinio sunkumo priemolio atveju, naudojant intensyvią ariminę technologiją gautas 14% didenis derlius nei tausojamąją neariminę, o smėlingo lengvo priemolio atveju gaunamas 10% didesnis derlius. Taip pat galima pastebėti, kad vidutinio sunkumo priemolio atveju, visų trijų kultūrų suminis derlius, taikant tausojamąją ariminę technologiją, yra didenis nei naudojant intensyvią neariminę.



74 paveikslas. Suminis kultūrų derlius, taikant skirtingas technologijas skirtinguose dirvožemiuose.

2.1.5.2. Emisijų vertinimo rezultatai

Siekiant sumažinti klimatinių sąlygų įtaką skirtingais kultūrų auginimo metais, ataskaitoje pateikiamos apskaičiuotos vidutinės skirtingų kultivavimo metų emisijų vertės. Atsižvelgiant į skaičiavimų rezultatus galima teigti, kad skirtingų technologijų emisijų kiekiai yra įtakojami trijų pagrindinių faktorių: 1. Užauginto derliaus kiekio, kuris didina dirvožemio mineralizaciją; 2. Neorganinių azoto trąšų kiekio; 3. Sunaudoto kuro kiekio.

Pagal anksčiau apžvelgtą derliaus statistiką, galima teigti, kad dirvožemio mineralizacijos atžvilgiu, emisijos žemėjimo tvarka pagal technologijas pasiskirstys taip: intensyvi ariminė, intensyvi neariminė, tausojamoji ariminė, tausojamoji neariminė. Neorganinių azoto trašų kiekio atžvilgiu intensyvios technologijos naudojo didesnį trąšų kiekį nei tausojamosios (44 lentelė, 75 pav.).

Auginat žieminius kviečius, intensyvios technologijos sunaudojo 69% daugiau azoto trąšų vidutinio sunkumo priemolyje ir 59% – smėlingame lengvame priemolyje. Auginant vasarinius miežius, intensyvios technologijos sunaudojo 118% daugiau azoto trąšų vidutinio sunkumo priemolyje ir 117% – smėlingame lengvame priemolyje.

Auginant žirnius, azoto trąšos nebuvo naudojamos. Sunaudoto kuro kiekio atžvilgiu ariminės technologijos naudojo didesnį kuro kiekį nei neariminės. Auginat žieminius kviečius, ariminės technologijos sunaudojo 140% daugiau kuro vidutinio sunkumo priemolyje ir 139% – smėlingame lengvame priemolyje. Auginant žirnius, ariminės technologijos sunaudojo 164% daugiau kuro vidutinio sunkumo priemolyje ir 164% – smėlingame lengvame priemolyje. Auginant vasarinius miežius, ariminės technologijos sunaudojo 137% daugiau kuro vidutinio sunkumo priemolyje ir 126% – smėlingame lengvame priemolyje.

Žieminių kviečių ir vasarinių miežių atveju bendros absoliučios vidutinės emisijos pasiskirstė mažėjimo tvarka nuo intensyvios ariminės iki tausojamosios neariminės. Žieminių kviečių emisijų skirtumas tarp intensyvios arminės ir tausojamosios neariminės technologijos, vidutinio sunkumo

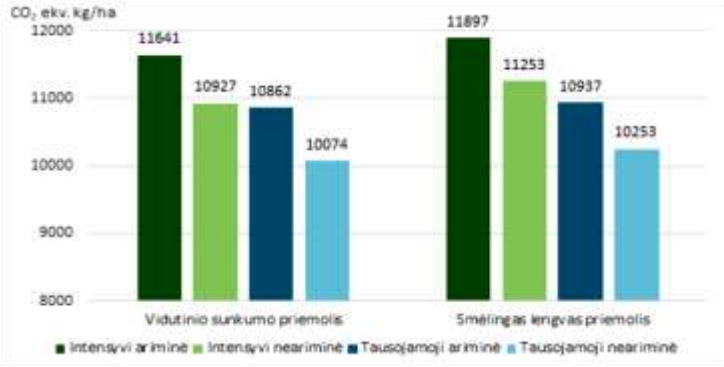
priemolyje, buvo 18%, smėlingame lengvame priemolyje – 17%. Vasarinų miežių emisijų skirtumas tarp intensyvios arminės ir tausojamosios neariminės technologijos, vidutinio sunkumo priemolyje, buvo 18%, smėlingame lengvame priemolyje – 21%. Žirnių auginimo atveju bendros absoliučios vidutinės emisijos ženkliai skyrėsi tik tarp ariminių ir neariminių technologijų, nes jų auginimui nebuvo naudojamos azoto trąšos. Žirnių emisijos naudojant arimines technologijas buvo 8% didesnės nei naudojant nearimines technologijas nepriklausomai nuo dirvožemio.

44 lentelė. Absoliučios vidutinės emisijos prie skirtingų technologijų, kultūrų ir dirvožemių.

Vidutinio sunkumo priemolis				
Žieminiai kviečiai				
	CT-3 - Intensyvi ariminė	NT-3 - Intensyvi neariminė	CT-2 - Tausojamoji ariminė	NT-2 - Tausojamoji neariminė
Kuro kiekis, l/ha	121	50	120	48
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/ha	389	162	384	155
Neorgainių azoto trąšų veikliosios medžiagos kiekis, kg/ha	238	238	140	140
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/ha	4212	4182	3814	3746
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	**4601**	**4344**	**4198**	**3901**
Žirniai				
Kuro kiekis, l/ha	113	43	112	42
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/ha	363	138	361	134
Neorgainių azoto trąšų veikliosios medžiagos kiekis, kg/ha	0	0	0	0
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/ha	2837	2827	2821	2794
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	**3200**	**2965**	**3182**	**2928**
Vasariniai miežiai				
Kuro kiekis, l/ha	93	39	91	37
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/ha	300	126	294	119
Neorgainių azoto trąšų veikliosios medžiagos kiekis, kg/ha	146	146	67	67
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/ha	3540	3491	3188	3125
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	**3840**	**3618**	**3482**	**3245**
Smėlingas lengvas priemolis				
Žieminiai kviečiai				
Kuro kiekis, l/ha	120	50	118	48
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/ha	387	162	380	153
Neorgainių azoto trąšų veikliosios medžiagos kiekis, kg/ha	255	255	160	160
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/ha	4252	4249	3837	3797
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	**4639**	**4411**	**4217**	**3949**
Žirniai				
Kuro kiekis, l/ha	113	43	112	42
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/ha	362	137	359	134
Neorgainių azoto trąšų veikliosios medžiagos kiekis, kg/ha	0	0	0	0
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/ha	2829	2824	2800	2796
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	**3191**	**2961**	**3159**	**2930**
Vasariniai miežiai				
Kuro kiekis, l/ha	95	42	93	40
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/ha	306	135	298	127
Neorgainių azoto trąšų veikliosios medžiagos kiekis, kg/ha	220	220	101	101
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/ha	3760	3746	3263	3246
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	**4067**	**3881**	**3561**	**3373**

75 paveikslas. Absoliučių vidutinių emisijų palyginimas

Darant prielaidą, kad visos trys kultūros gali būti auginamos tik vidutinio sunkumo arba smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, atliktas visų kultūrų absoliučių vidutinių emisijų sumavimas ir skirtingų technologijų rezultatų palyginimas. Palyginimo rezultatai pateikti 76 paveiksle.



76 paveikslas. Suminis visų kultūrų absoliučių vidutinių emisijų palyginimas

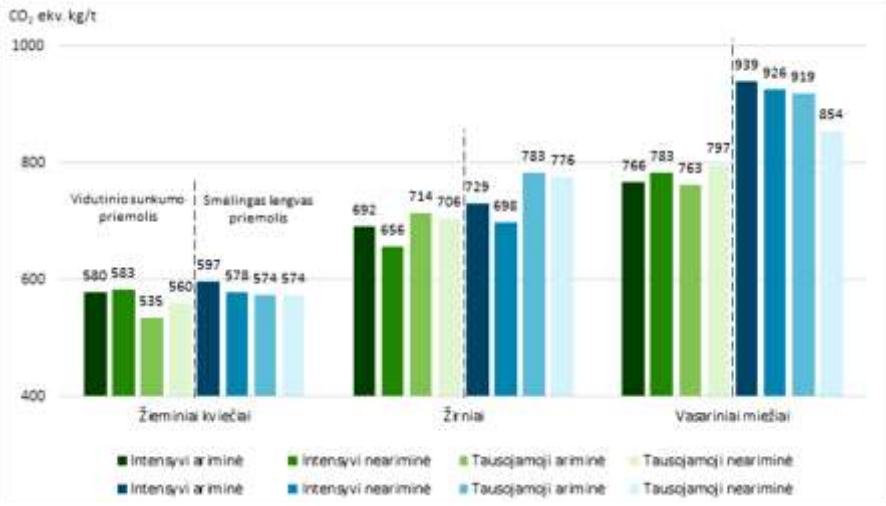
Abiejuose dirvožemiuose, visų trijų kultūrų suminės vidutinės emisijos yra didžiausios intensyvios ariminės technologijos atveju, mažiausios – tausojamosios neariminės. Vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio atveju, naudojant intensyvią arminę technologiją gautos 16% didesnės emisijos lyginant su tausojamąja nearimine. Taip pat galima pastebėti, kad kultūras auginant vidutinio sunkumo priemolyje, suminės emisijos taikant intensyvią neariminė ir tausojamąją ariminę technologiją ženkliai nesiskiria. Absoliutūs dydžiai leidžia suprasti pagridines priežastis įtakojančias emisijų pokyčius, tačiau neatspindi vienam derliaus vienetui tenkančio emisijų kiekio (45 lentelė ir 77 pav.).

Emisijų kiekius perskaičiavus į santykinius, tenkančius vienam derliaus vienetui, skirtumas tarp skirtingų technologijų emisijų ženkliai sumažėjo. Žieminių kviečių atveju, išsiskyrė vidutinio sunkumo priemolyje naudota tausojamoji ariminė technologija, kurios emisijos buvo 8% mažesnės nei intensyvių technologijų. Žirnių atveju, išsiskyrė smėlingame lengvame priemolyje naudotos intensyvios technologijos, kurių emisijos buvo 7% mažesnės nei tausojamųjų technologijų. Vasarinių miežių atveju, išsiskyrė smėlingame lengvame priemolyje naudota tausojamoji neariminė technologija, kurios emisijos buvo 10% mažesnės lyginant su intensyvia arimine. Taip pat galima pastebėti, kad žirnių ir vasarinių miežių emisijos, tenkančios vienam derliaus vienetui, yra pastebimai didesnės smėlingame lengvame priemolyje visų technologijų atveju. Darant prielaidą, kad visos trys

kultūros gali būti auginamos tik vidutinio sunkumo arba smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, atliktas visų kultūrų santykinių vidutinių emisijų sumavimas ir skirtingų technologijų rezultatų palyginimas. Palyginimo rezultatai pateikti 78 paveiksle.

45 lentelė. Santykinės - derliaus vienetui tenkančios - vidutinės emisijos

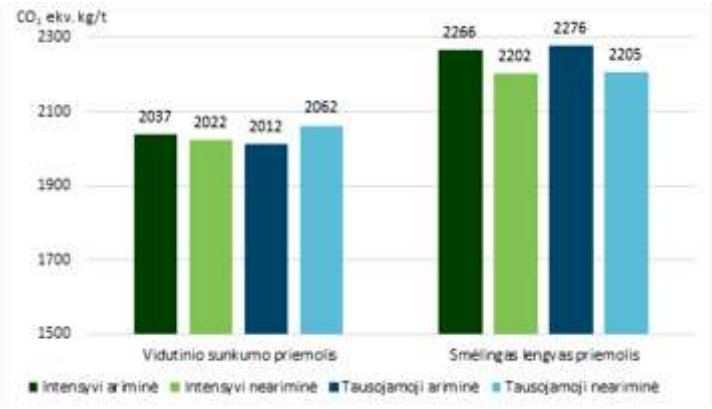
	CT-3 - Intensyvi ariminė	NT-3 - Intensyvi neariminė	CT-2 - Tausojamoji ariminė	NT-2 - Tausojamoji neariminė
Vidutinio sunkumo priemolis				
Žieminiai kviečiai				
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/t	49	22	49	22
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/t	531	561	486	538
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	**580**	**583**	**535**	**560**
Žirniai				
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/t	78	30	81	32
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/t	613	626	633	673
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	**692**	**656**	**714**	**706**
Vasariniai miežiai				
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/t	60	27	64	29
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/t	706	756	698	768
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	**766**	**783**	**763**	**797**
Smėlingas lengvas priemolis				
Žieminiai kviečiai				
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/t	50	21	52	22
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/t	547	556	522	552
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	**597**	**578**	**574**	**574**
Žirniai				
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/t	83	32	89	35
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/t	646	666	694	741
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	**729**	**698**	**783**	**776**
Vasariniai miežiai				
Emisijos dėl kuro, CO_2 ekv. kg/t	71	32	77	32
Emisijos dėl trąšų ir mineralizacijos procesų, CO_2 ekv. kg/t	868	894	842	822
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	**939**	**926**	**919**	**854**



77 paveikslas. Santykinių vidutinių emisijų palyginimas

Abiejuose dirvožemiuose, visų trijų kultūrų suminės santykinės emisijos buvo pakankamai artimos visų technologijų atveju. Vidutinio sunkumo priemolyje, emisijų skirtumas tarp technologijų

sudarė 1-2%. Smėlingame lengvame priemolyje, labiau išsiskyrė neariminės technologijos, kurių emisijos 3% mažesnės nei naudotų ariminių technologijų.

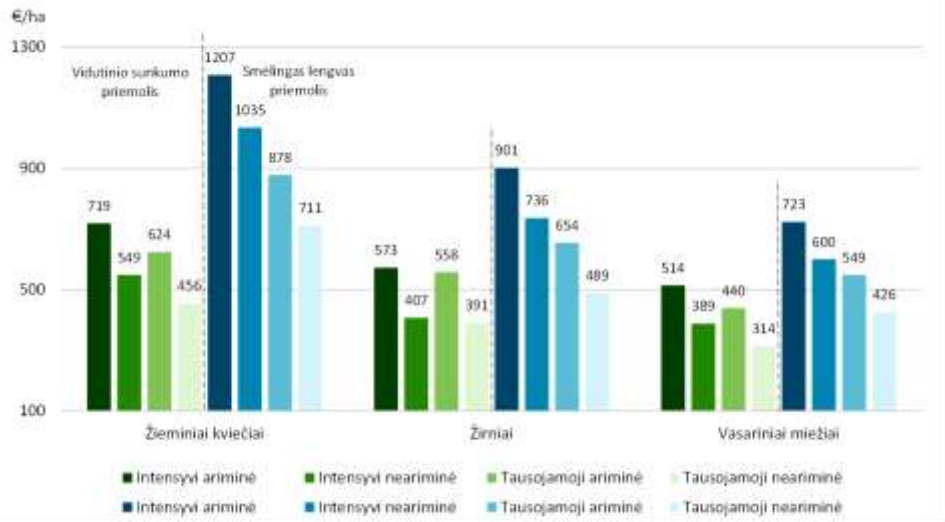


78 paveikslas. Suminis visų kultūrų santykinių vidutinių emisijų palyginimas

2.1.5.3. Kaštų vertinimo rezultatai

Skirtingų technologijų kaštai yra įtakojami dviejų pagrindinių faktorių: 1. Žemės dirbimo technologinių kaštų; 2. Naudotų NPK trašų kaštų. Į kaštų struktūrą taip pat įeina pasėlių apsaugos priemonių bei sėklų kaštai, bet jie skyrėsi neženkliai auginant tą pačią kultūrą. Žemės dirbimo technologijų kaštų atžvilgiu, ariminės technologijos reikalavo didesnių kaštų nei neariminės (79 lentelė ir 46 pav.).

Auginant ž. kviečius, ariminės technologijos reikalavo 101% daugiau technologinių kaštų vidutinio sunkumo priemolyje ir 100% – smėlingame lengvame priemolyje. Auginant žirnius, ariminės technologijos reikalavo 116% daugiau technologinių kaštų vidutinio sunkumo priemolyje ir 116% – smėlingame lengvame priemolyje. Auginant v. miežius, ariminės technologijos reikalavo 96% daugiau technologinių kaštų vidutinio sunkumo priemolyje ir 86% – smėlingame lengvame priemolyje. Sunaudotų trašų kaštų atžvilgiu intensyvios žemės dirbimo technologijos reikalavo didesnių kaštų nei tausojamosios. Auginant ž. kviečius, intensyvios technologijos reikalavo 71% daugiau trąšų kaštų vidutinio sunkumo priemolyje ir 84% – smėlingame lengvame priemolyje. Auginant žirnius - 119% daugiau trąšų kaštų vidutinio sunkumo priemolyje ir 224% – smėlingame lengvame priemolyje. Auginant v. miežius, intensyvios technologijos reikalavo 102% daugiau trąšų kaštų vidutinio sunkumo priemolyje ir 135% – smėlingame lengvame priemolyje.



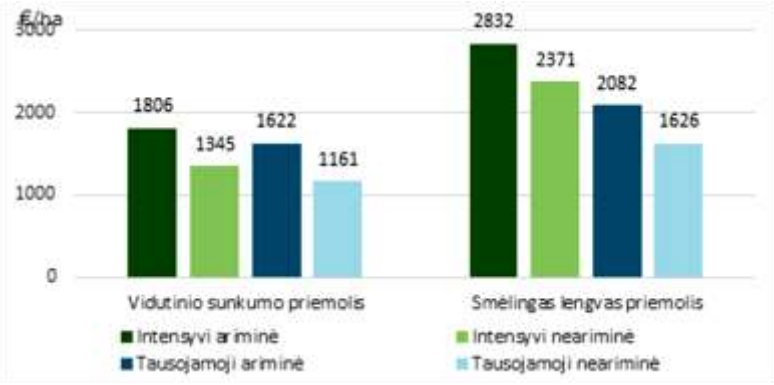
79 paveikslas. Absoliučių vidutinių kaštų palyginimas

46 lentelė. Absoliutūs vidutiniai kaštai prie skirtingų technologijų, kultūrų ir dirvožemių.

Vidutinio sunkumo priemolis				
Žieminiai kviečiai				
	CT-3 - Intensyvi ariminė	NT-3 - Intensyvi neariminė	CT-2 - Tausojamoji ariminė	NT-2 - Tausojamoji neariminė
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/ha	349	174	345	167
Trąšų kaštai, €/ha	218	218	128	128
Pasėlių apsaugos kaštai, €/ha	104	113	104	113
Sėklų kaštai, €/ha	48	48	48	48
Bendri kaštai, €/ha	**719**	**549**	**624**	**456**
Žirniai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/ha	325	151	324	148
Trąšų kaštai, €/ha	25	25	12	12
Pasėlių apsaugos kaštai, €/ha	172	182	172	182
Sėklų kaštai, €/ha	50	50	50	50
Bendri kaštai, €/ha	**573**	**407**	**558**	**391**
Vasariniai miežiai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/ha	275	140	269	134
Trąšų kaštai, €/ha	137	137	68	68
Pasėlių apsaugos kaštai, €/ha	68	78	68	78
Sėklų kaštai, €/ha	34	34	34	34
Bendri kaštai, €/ha	**514**	**389**	**440**	**314**
Smėlingas lengvas priemolis				
Žieminiai kviečiai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/ha	348	174	342	166
Trąšų kaštai, €/ha	708	708	385	385
Pasėlių apsaugos kaštai, €/ha	104	113	104	113
Sėklų kaštai, €/ha	48	48	48	48
Bendri kaštai, €/ha	**1207**	**1035**	**878**	**711**
Žirniai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/ha	325	150	323	148
Trąšų kaštai, €/ha	354	354	109	109
Pasėlių apsaugos kaštai, €/ha	172	182	172	182
Sėklų kaštai, €/ha	50	50	50	50
Bendri kaštai, €/ha	**901**	**736**	**654**	**489**
Vasariniai miežiai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/ha	287	154	280	147
Trąšų kaštai, €/ha	290	290	123	123
Pasėlių apsaugos kaštai, €/ha	108	118	108	118
Sėklų kaštai, €/ha	38	38	38	38
Bendri kaštai, €/ha	**723**	**600**	**549**	**426**

Smėlingo lengvo priemolio atveju, visų kultūrų vidutiniai kaštai pasiskirstė mažėjimo tvarka nuo intensyvios ariminės iki tausojamosios neariminės. Žieminių kviečių intensyvios ariminės technologijos kaštai buvo 70% didesni nei tausojamosios neariminės, žirnių – 84%, vasarinių miežių – 70%. Vidutinio sunkumo priemolio atveju, visos kultūros reikalavo didesnių kaštų ariminėse technologijose nei neariminėse. Žieminių kviečių ariminių technologijų kaštai buvo 31% didesni nei neariminių, žirnių – 41%, vasarinių miežių – 32%. Taip pat galima pastebėti, kad visų kultūrų atveju vidutiniai kaštai buvo didesni smėlingame lengvame priemolyje. Darant prielaidą, kad visos trys kultūros gali būti auginamos tik vidutinio sunkumo arba smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, atliktas visų kultūrų absoliučių vidutinių kaštų sumavimas ir skirtingų technologijų rezultatų palyginimas (80 pav.).

Smėlingame lengvame priemolyje, visų trijų kultūrų suminiai vidutiniai kaštai pasiskirstė mažėjimo tvarka nuo intensyvios ariminės technologijos iki tausojamosios neariminės, esant 74% skirtumui tarp jų. Vidutinio sunkumo priemolio atveju, ariminių technologijų suminiai vidutiniai kaštai buvo mažesni nei neariminių, esant 34% skirtumui tarp jų. Taip pat galima pastebėti kad visų trijų kultūrų suminiai vidutiniai kaštai buvo ženkliai didesni smėlingame lengvame priemolyje.

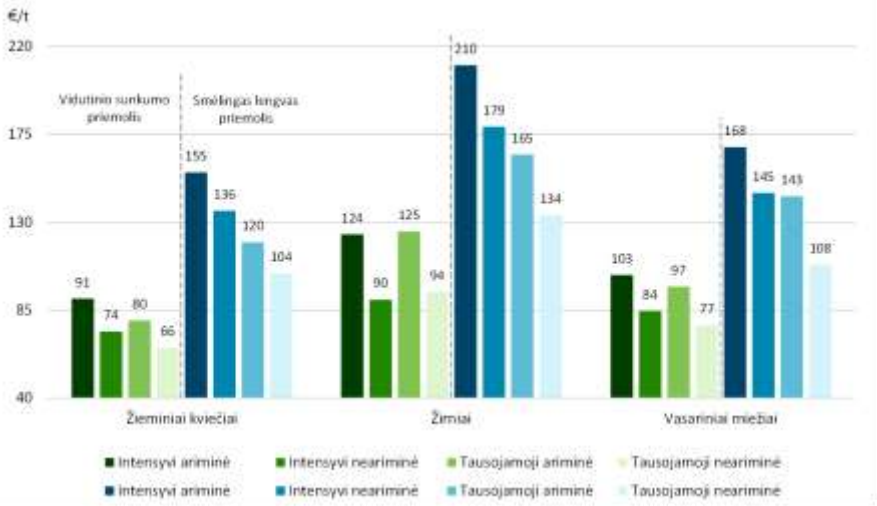


80 paveikslas. Suminis visų kultūrų absoliučių vidutinių kaštų palyginimas

Absoliutūs dydžiai leidžia suprasti pagridines priežastis įtakojančias kaštų pokyčius, tačiau neatspindi vienam derliaus vienetui tenkančio kaštų kiekio. Santykinių kaštų kiekio tenkančio vienam derliaus vienetui statistika pateikta 47 lentelėje ir 81 paveiksle.

47 lentelė. Santykiniai - derliaus vienetui tenkantys - vidutiniai kaštai

Vidutinio sunkumo priemolis				
Žieminiai kviečiai				
	CT-3 - Intensyvi ariminė	NT-3 - Intensyvi neariminė	CT-2 - Tausojamoji ariminė	NT-2 - Tausojamoji neariminė
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/t	44	23	44	24
Trąšų kaštai, €/t	28	29	16	18
Pasėlių apsaugos priemonių kaštai, €/t	13	15	13	16
Sėklų kaštai, €/t	6	6	6	7
Bendri kaštai, €/t	**91**	**74**	**80**	**66**
Žirniai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/t	70	33	73	36
Trąšų kaštai, €/t	5	6	3	3
Pasėlių apsaugos priemonių kaštai, €/t	37	40	39	44
Sėklų kaštai, €/t	11	11	11	12
Bendri kaštai, €/t	**124**	**90**	**125**	**94**
Vasariniai miežiai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/t	55	30	59	33
Trąšų kaštai, €/t	28	30	16	17
Pasėlių apsaugos priemonių kaštai, €/t	14	17	15	19
Sėklų kaštai, €/t	7	7	8	8
Bendri kaštai, €/t	**103**	**84**	**97**	**77**
Smėlingas lengvas priemolis				
Žieminiai kviečiai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/t	45	23	47	24
Trąšų kaštai, €/t	91	92	52	56
Pasėlių apsaugos priemonių kaštai, €/t	13	15	14	17
Sėklų kaštai, €/t	6	6	6	7
Bendri kaštai, €/t	**155**	**136**	**120**	**104**
Žirniai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/t	74	35	80	39
Trąšų kaštai, €/t	85	88	29	32
Pasėlių apsaugos priemonių kaštai, €/t	40	43	43	49
Sėklų kaštai, €/t	12	12	12	13
Bendri kaštai, €/t	**210**	**179**	**165**	**134**
Vasariniai miežiai				
Žemės dirbimo technologiniai kaštai, €/t	66	37	72	37
Trąšų kaštai, €/t	68	71	33	32
Pasėlių apsaugos priemonių kaštai, €/t	25	28	28	30
Sėklų kaštai, €/t	9	9	10	10
Bendri kaštai, €/t	**168**	**145**	**143**	**108**



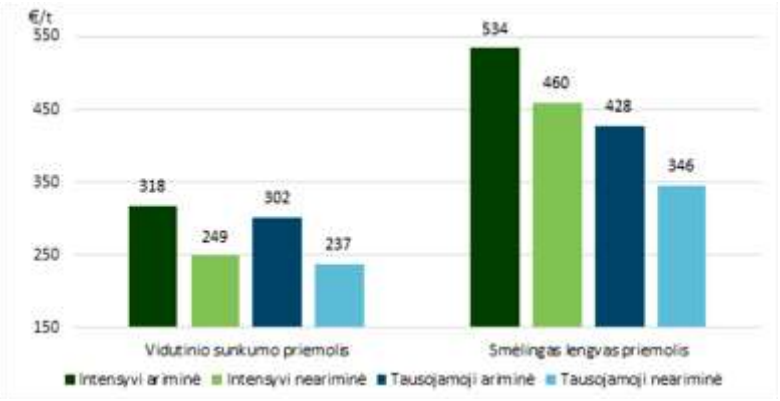
81 paveikslas. Santykinių vidutinių kaštų palyginimas.

Suskaičiavus ir palyginus santykinius kaštus tenkančius vienam derliaus vienetui, kaštų pokyčių tendencijos išliko panašios kaip lyginant absoliučius kaštų dydžius.

Smėlingo lengvo priemolio atveju, visų kultūrų vidutiniai kaštai pasiskirstė mažėjimo tvarka nuo intensyvios ariminės iki tausojamosios neariminės. Žieminių kviečių intensyvios ariminės technologijos kaštai buvo 50% didesni nei tausojamosios neariminės, žirnių – 57%, vasarinių miežių – 55%. Tačiau, vasarinių miežių atveju, intensyvios neariminės ir tausojamosios ariminės technologijų kaštai tapo artimi vienas kitam.

Vidutinio sunkumo priemolyje, visos kultūros reikalavo didesnių kaštų ariminėse technologijose nei neariminėse. Žieminių kviečių ariminių technologijų kaštai buvo 23% didesni nei neariminių, žirnių – 37%, vasarinių miežių – 22%. Taip pat galima pastebėti, kad visų kultūrų atveju vidutiniai santykiniai kaštai buvo didesni smėlingame lengvame priemolyje.

Darant prielaidą, kad visos trys kultūros gali būti auginamos tik vidutinio sunkumo arba smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, atliktas visų kultūrų santykinių vidutinių kaštų sumavimas ir skirtingų technologijų rezultatų palyginimas. Palyginimo rezultatai pateikti 82 paveiksle.



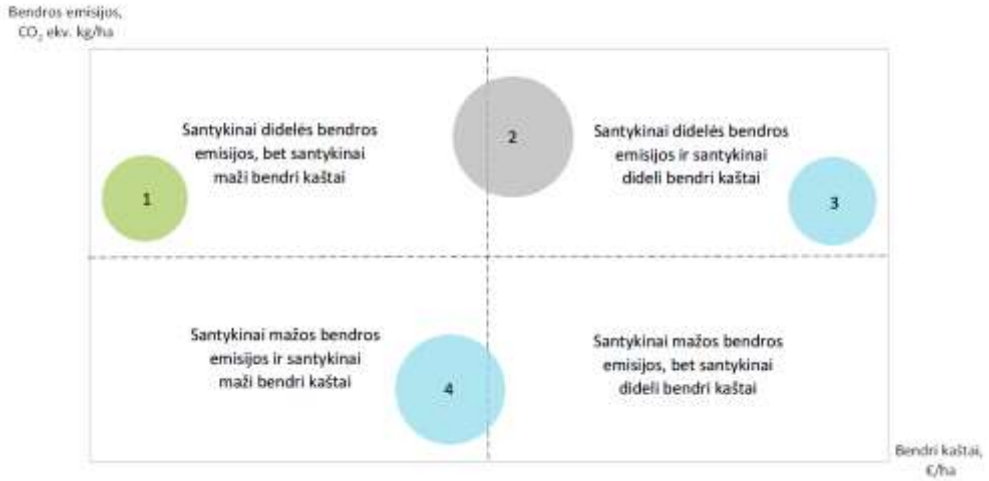
82 paveikslas. Suminis visų kultūrų santykinių vidutinių kaštų palyginimas.

Suminių santykinių kaštų palyginimas atskleidė tendencijas tapačias absoliučiu suminių kaštų palyginimui. Smėlingame lengvame priemolyje, visų trijų kultūrų suminiai santykiniai kaštai pasiskirstė mažėjimo tvarka nuo intensyvios ariminės technologijos iki tausojamosios neariminės, esant 54% skirtumui tarp jų. Vidutinio sunkumo priemolio atveju, ariminių technologijų suminiai santykiniai kaštai buvo mažesni nei neariminių, esant 28% skirtumui tarp jų. Taip pat galima pastebėti

kad visų trijų kultūrų suminiai vidutiniai kaštai buvo ženkliai didesni smėlingame lengvame priemolyje.

2.1.5.4. Bendras emisijų ir kaštų palyginimas

Bendram emisijų ir kaštų palyginimui, skirtingų žemdirbystės technologijų atveju, pritaikytas grafinis palyginimo metodas. Visų technologijų rezultatai, prie skirtingų kultūrų ir dirvožemių, pavaizduojami kaip apskritimai koordinačių plokštumoje. Apskritimų dydis nurodo technologijos pagalba gautą atitinkamos kultūros derlių tam tikrame dirvožemyje. Horizontalioje koordinačių ašyje naudojamos bendrų kaštų vertės, o vertikalioje ašyje – bendrų emisijų vertės. Technologijos apskritimo patekimas į kiekvieną iš keturių dalių nurodo santykinį kaštų ir emisijų kiekį lyginant su kitomis technologijomis. Grafinio palyginimo pavyzdys ir paaiškinimas pateiktas 83 paveiksle.



83 paveikslas. Santykinio grafinio kaštų ir emisijų palyginimo paaiškinimas.

Pagal apskritimų išsidėstymą koordinačių plokštumoje galima teigti, kad „1“ technologijos emisijos yra santykinai didelės arba panašios kitų pavaizduotų technologijų atžvilgiu, o kaštai yra santykinai maži. Tuo tarpu „4“ technologijos kaštai yra santykinai vidutiniai, o emisijos santykinai mažos kitų pavaizduotų technologijų atžvilgiu. Remiantis apibūdinta metodika norima identifikuoti technologijas, kurios pakliūna į apatinį kairį kampą (maži santykiniai kaštai ir mažos santykinės emisijos) ir yra pakankamai didelio apskritimo dydžio.

2.1.5.5. Apibendrinti emisijų ir kaštų palyginimo rezultatai

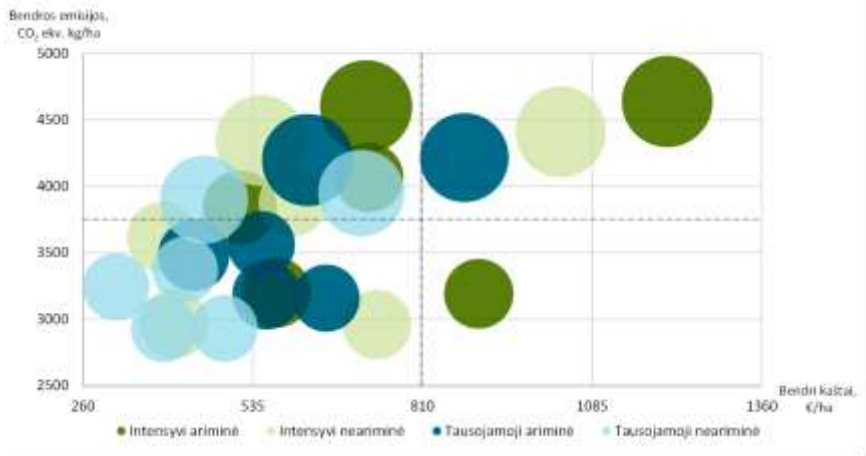
Absoliučių bendrų emisijų ir kaštų statistika pateikta 48 lentelėje, o grafinis technologijų palyginimas pavaizduotas 84 paveiksle. Remiantis grafinio palyginimo metodu galima teigti, kad santykinai mažiausios absoliutinės emisijos ir kaštai dažniausiai buvo pasiekti taikant tausojamąsias žemdirbystes technologijas. Tuo tarpu intensyvios žemdirbystės technologijos pasižymėjo santykinai didesniais absoliučiais kaštais ir emisijomis. Tačiau, intensyvių technologijų derlius buvo didesnis nei tausojamųjų.

Darant prielaidą, kad visos trys kultūros gali būti auginamos tik vidutinio sunkumo arba smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, atliktas visų kultūrų absoliučių bendrų emisijų ir kaštų sumavimas ir skirtingų technologijų rezultatų grafinis palyginimas. Palyginimo rezultatai pateikti 85 paveiksle.

Mažiausios suminės bendros emisijos ir kaštai pasiekiami taikant tausojamąją neariminę technologiją. Grafike išsiskiria trijų kultūrų suminė intensyvi neariminė technologija vidutinio sunkumo priemolyje, kurios bendri kaštai yra mažesni nei tausojamųjų ariminių technologijų, o emisijos panašaus dydžio. Taip pat galima pastebėti, kad atlikus kultūrų sumavimą, derlių skirtumas tarp technologijų sumažėjo.

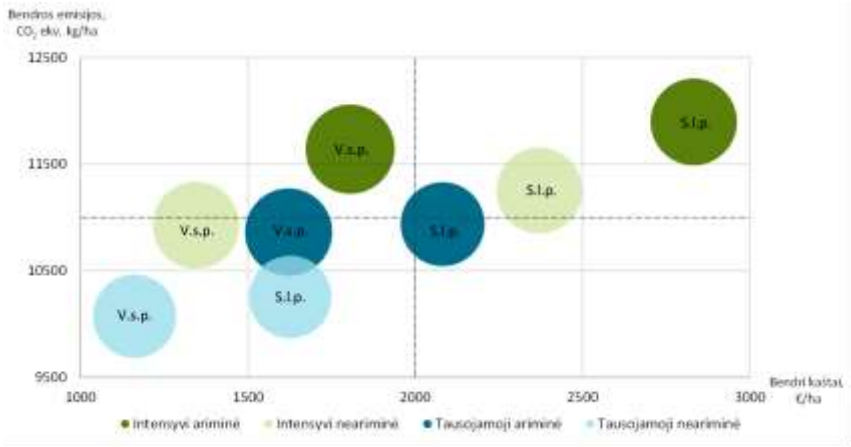
48 lentelė. Apibendrintos absoliučios vidutinės emisijos ir kaštai, taikant skirtingas technologijas.

Vidutinio sunkumo priemolis				
Žieminiai kviečiai				
	CT-3	NT-3	CT-2	NT-2
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	4601	4344	4198	3901
Bendri kaštai, €/ha	719	549	624	456
Žirniai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	3200	2965	3182	2928
Bendri kaštai, €/ha	573	407	558	391
Vasariniai miežiai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	3840	3618	3482	3245
Bendri kaštai, €/ha	514	389	440	314
Smėlingas lengvas priemolis				
Žieminiai kviečiai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	4639	4411	4217	3949
Bendri kaštai, €/ha	1207	1035	878	711
Žirniai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	3191	2961	3159	2930
Bendri kaštai, €/ha	901	736	654	489
Vasariniai miežiai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/ha	4067	3881	3561	3373
Bendri kaštai, €/ha	723	600	549	426



○ Aspkritimo dydis nurodo derliaus kiekio dydį gautą taikant atitinkamą technologiją.

84 paveikslas. Absoliučių vidutinių emisijų ir kaštų palyginimas skirtingoms technologijoms.



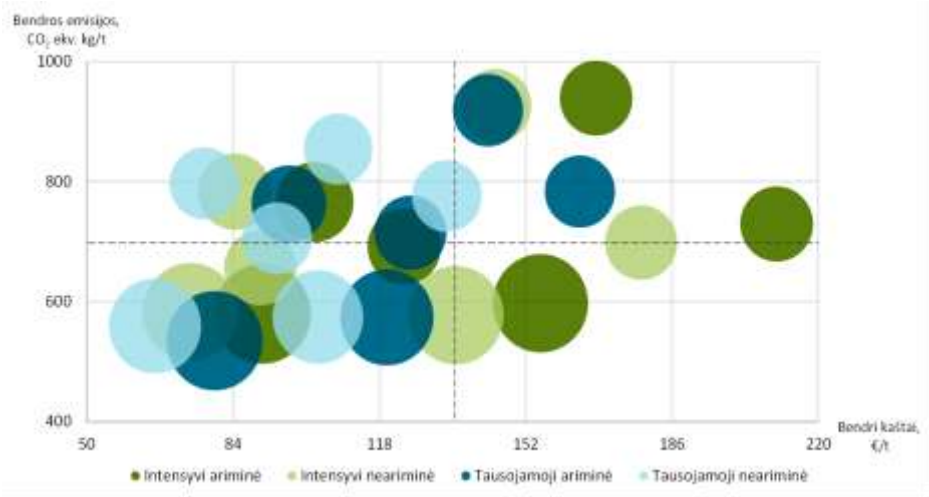
○ Aspkritimo dydis nurodo derliaus kiekio dydį gautą taikant atitinkamą technologiją. V.s.p. – vidutinio sunkumo priemolis. S.l.p. – smėlingas lengvas priemolis.

85 paveikslas. Suminis visų kultūrų absoliučių vidutinių emisijų ir kaštų palyginimas taikant skirtingas technologijas.

Siekiant suprasti bendrų emisijų ir kašų įtaką vienam derliaus vienetui, atliktas santykinių dydžių grafinis palyginimas. Santykinių bendrų emisijų ir kaštų statistika pateikta 49 lentelėje, o grafinis technologijų palyginimas pavaizduotas 86 paveiksle.

49 lentelė. Apibendrintos santykinės (derliaus vienetui tenkančios) vidutinės emisijos ir kaštai taikant skirtingas technologijas.

Vidutinio sunkumo priemolis				
Žieminiai kviečiai				
	CT-3 - Intensyvi ariminė	NT-3 - Intensyvi neariminė	CT-2 - Tausojamoji ariminė	NT-2 - Tausojamoji neariminė
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	580	583	535	560
Bendri kaštai, €/t	91	74	80	66
Žirniai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	692	656	714	706
Bendri kaštai, €/t	124	90	125	94
Vasariniai miežiai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	766	783	763	797
Bendri kaštai, €/t	103	84	97	77
Smėlingas lengvas priemolis				
Žieminiai kviečiai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	597	578	574	574
Bendri kaštai, €/t	155	136	120	104
Žirniai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	729	698	783	776
Bendri kaštai, €/t	210	179	165	134
Vasariniai miežiai				
Bendros emisijos, CO_2 ekv. kg/t	939	926	919	854
Bendri kaštai, €/t	168	145	143	108

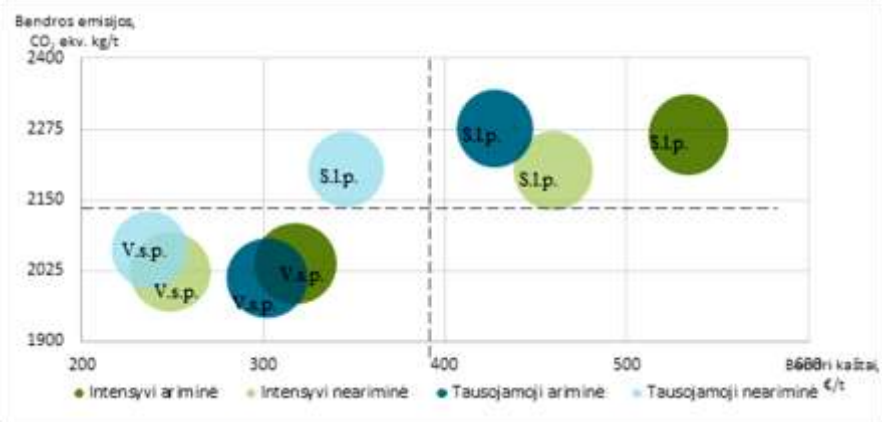


○ Aspkritimo dydis nurodo derliaus kiekio dydį gautą taikant atitinkamą technologiją.

86 paveikslas. Santykinių vidutinių emisijų ir kaštų palyginimas tarp skirtingų technologijų.

Priešingai nei absoliučių dydžių palyginimo metu, į apatinę kairę grafiko zoną pakliuvo didesnis skaičius įvairių žemdirbystės technologijų. Šie rezultatai parodo, kad santykinių dydžių atžvilgiu siekiant optimizuoti emisijas ir kaštus, reiktų pasitelkti skirtingas technologijas skirtingoms kultūroms auginti. Taip pat galima pastebėti, kad kairiame apatiniame kampe esančių apskritimų dydis yra didenis nei kitose grafiko vietose. Pagal tai galima spręsti, kad santykiniai kaštai ir emisijos yra mažesnės derlingesnių technologijų atžvilgiu. Grafinis palyginimo metodas gali padėti parinkti technologijų, kultūrų ir dirvožemių kombinacijas užtikrinant norimą derlių ir optimizuojant emisijas bei kaštus.

Darant prielaidą, kad visos trys kultūros gali būti auginamos tik vidutinio sunkumo arba smėlingo lengvo priemolio dirvožemyje, atliktas visų kultūrų santykinių bendrų emisijų ir kaštų sumavimas ir skirtingų technologijų rezultatų grafinis palyginimas (87 pav.).



○ Aspkritimo dydis nurodo derliaus kiekio dydį gautą taikant atitinkamą technologiją. V.s.p. – vidutinio sunkumo priemolis. S.l.p. – smėlingas lengvas priemolis.

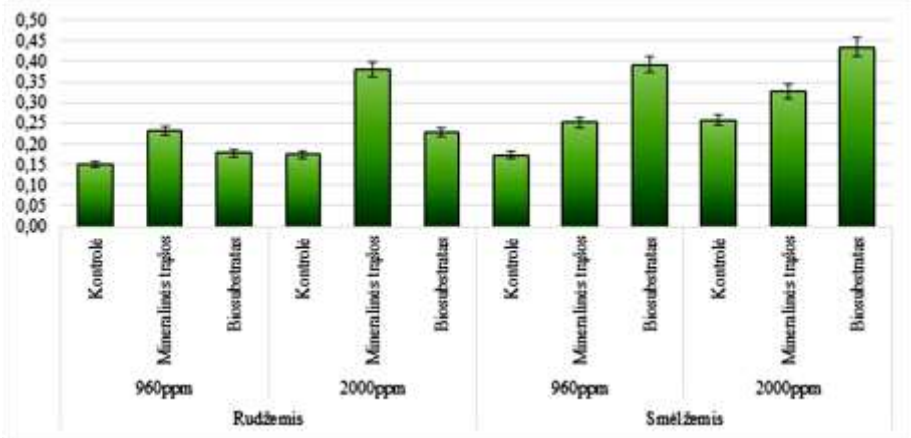
87 paveikslas. Suminis visų kultūrų santykinių vidutinių emisijų ir kaštų palyginimas.

Mažiausios santykinės suminės bendros emisijos ir kaštai pasiekiami vidutinio sunkumo priemolio dirvoje. Tausojamosios technologijos reikalavo mažiausiai santykinių kaštų ir emisijų. Intensyvių technologijų suminis santykinis emisijų kiekis buvo panašus lyginant su tausojamosiomis, tačiau intensyvios technologijos išsiskyrė didesniais kaštais. Taip pat galima pastebėti, kad atlikus kultūrų sumavimą, derlių skirtumas tarp technologijų sumažėjo.

2.2. Organinių trąšų potencialo vertinimas

2.2.3. I eksperimentas

Rezultatai parodė, kad visi veiksniai (trąšų rūšis, CO_2 koncentracija ir dirvožemio tipas) veikiantys atskirai turėjo esminės įtakos augalų biomasei, tačiau tik trąšų rūšies ir dirvožemio tipo veiksnių sąveika turėjo bendros esminės įtakos rezultatams. Didžiausią sausą masę gavome biosubstratu tręštame smėlžemyje 2000ppm CO_2 koncentracijoje, nors rudžemyje didžiausia biomasė buvo gauta variante tręštame mineralinėmis trąšomis ir augintam 2000ppm CO_2 koncentracijoje. Mažiausia biomasė pastebėta netręštame rudžemyje 960ppm CO_2 koncentracijoje. Taip yra todėl, kad papildžius dirvožemį trąšomis padidėja biologinis aktyvumas, išskiriamos humusinės rūgštys, atsilaisvina maisto medžiagos ir tai didina augalo masę (88 pav., 50 lentelė).



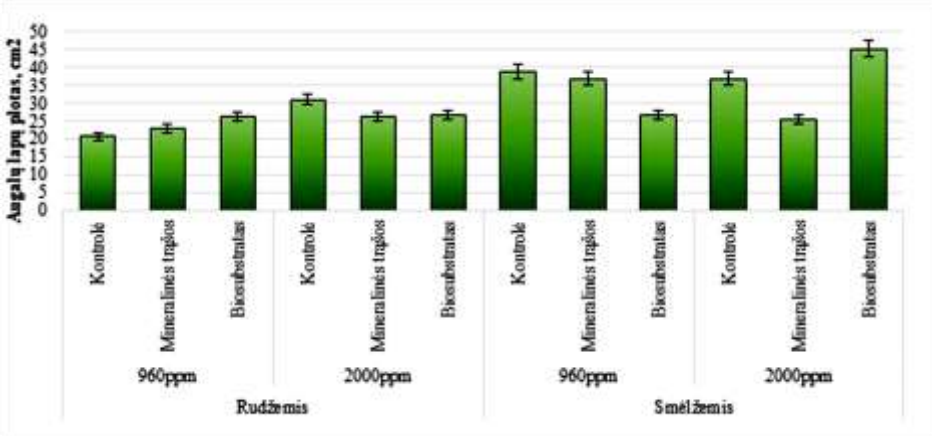
88 paveikslas. Tręšimo mineralinėmis ir organinėmis trąšomis, dirvožemio ir CO_2 koncentracijų įtaka sausai augalų masei

50 lentelė. Dirvožemio, trąšų rūšies ir CO_2 koncentracijų įtaka sausai masei

Variance	SS	DF	MS	F - act.	F- tabl. .05	F- tabl. .01	Probab.
Total	0,597	47					
Replications	0,028	3					
Treatments	0,410	11	0,037	7.73**	2,09	2,84	0,000002
Factor A (Trąšų rūšis)	0,140	2	0,070	14.56**	3,28	5,31	0,000029
Factor B (CO2 koncentracija)	0,060	1	0,060	12.49**	4,14	7,47	0,001235
Factor C (Dirvožemio tipas)	0,082	1	0,082	16.94**	4,14	7,47	0,000242
Interac. AB	0,010	2	0,005	1,03	3,28	5,31	0,367356
Interac. AC	0,109	2	0,054	11.3**	3,28	5,31	0,000183
Interac. BC	0,000	1	0,000	0,03	4,14	7,47	0,868929
Interac. ABC	0,009	2	0,004	0,91	3,28	5,31	0,412165
Error	0,159	33	0,005				

* - esminis skirtumas esant 95 proc. tikimybės lygmeniui, ** - esminis skirtumas esant 99 proc. tikimybės lygmeniui

Tyrimo rezultatai parodė, kad esminę įtaką kviečių lapų plotui turi visi faktoriai veikiantys atskirai bei trąšų rūšies ir CO_2 koncentracijos sąveika, trąšų rūšies ir dirvožemio tipo sąveika. Didžiausias lapų plotas pastebėtas biosubstratu tręštame smėlžemyje 2000ppm CO_2 koncentracijoje, o mažiausias - kontrolinėje grupėje, rudžemyje, 960 ppm CO_2 koncentracijoje (89 pav., 51 lentelė).



89 paveikslas. Tręšimo mineralinėmis ir organinėmis trąšomis, dirvožemio ir CO_2koncentracijų įtaka augalų lapų plotui

51 lentelė. Dirvožemio, trąšų rūšies ir CO_2 koncentracijų įtaka augalų lapų plotui

Variance	SS	DF	MS	F - act.	F- tabl. .05	F- tabl. .01	Probab.
Total	16318.018	143					
Replications	1636.002	11					
Treatments	7397.037	11	672.458	11.17**	1.87	2.40	0.000000
Factor A (Trąšų rūšis)	1893.663	2	946.831	15.73**	3.07	4.78	0.000001
Factor B (CO2 koncentracija)	1899.362	1	1899.362	31.55**	3.92	6.85	0.000000
Factor C (Dirvožemio tipas)	1299.603	1	1299.603	21.59**	3.92	6.85	0.000009
Interac. AB	379.790	2	189.895	3.15*	3.07	4.78	0.046208
Interac. AC	1610.133	2	805.067	13.37**	3.07	4.78	0.000006
Interac. BC	88.831	1	88.831	1.48	3.92	6.85	0.226855
Interac. ABC	225.656	2	112.828	1.87	3.07	4.78	0.157934
Error	7284.979	121	60.206				

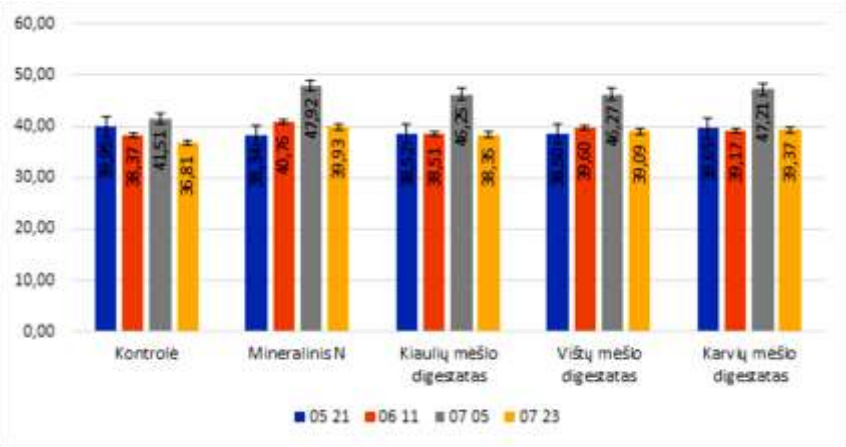
* - esminis skirtumas esant 95 proc. tikimybės lygmeniui, ** - esminis skirtumas esant 99 proc. tikimybės lygmeniui

2.2.4. II eksperimentas

2021 m. buvo vykdomas lauko eksperimentas, siekiant įvertinti biodujų gamybos procese perdirbto biosubstrato, kaip organinės trąšos, įtaką augalų produktyvumui ir kokybei. Svarbu paminėti, kad biosubstratas šiame eksperimente naudojamas jau trečius metus. Pirmaisiais metais buvo auginti vasariniai kviečiai, antraisiais – vasariniai kvietrugiai, o trečiaisiais – vasariniai miežiai.

Šioje ataskaitoje pateikiami vasarinių miežių grūdų produktyvumo ir kokybės bei augalų vystymosi (gyvybingumo) parametrai.

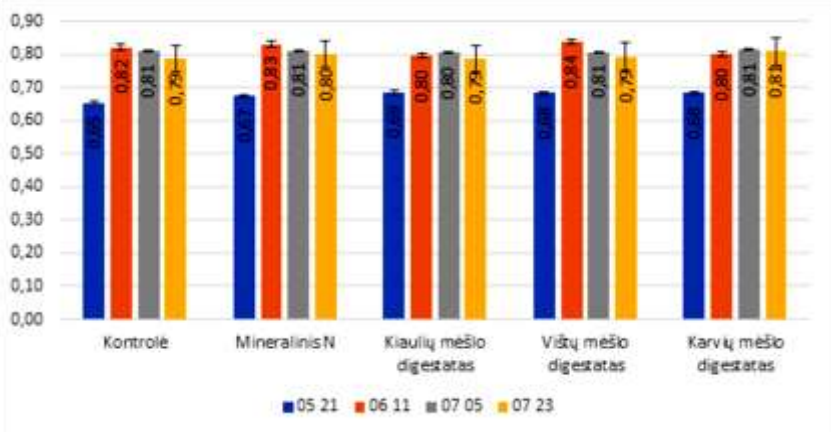
Augalų lapų chlorofilo indeksas buvo menkai įtakojamas tręšimo gegužės – birželio mėnesiais (90 pav.). Labiau trąšų poveikis išryškėjo liepos mėnesio pradžioje, tačiau jis buvo vienodai didesnis visuose tręštuose variantuose (tiek sintetinėmis tiek organinėmis trąšomis), lyginant su kontrole.



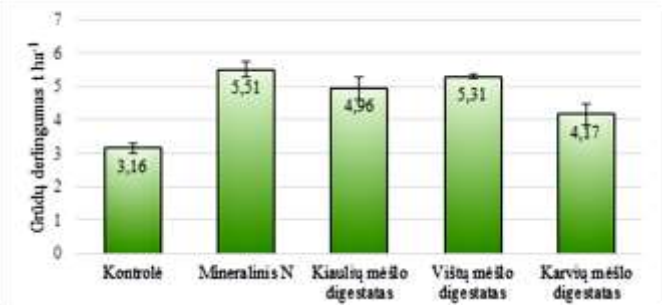
90 paveikslas. Mineralinėmis ir organinėmis trąšomis tręštų vasarinių miežių chlorofilo indeksas

Miežių lapų fluoroscencijai įtakos tręšimas nei sintetinėmis nei organinėmis trąšomis neturėjo (91 pav.). Fluoroscencija labiausiai priklausė nuo augalų vystymosi tarpsnio ir buvo mažesnė gegužės pradžioje, o vėliau padidėjo, bet nekito, priklausomai nuo variantų.

Visų tipų (kiaulių, vištų, karvių mėšlo) biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas esmingai didino grūdų derlingumą, lyginant su kontrole, kur nebuvo naudotos jokios trąšos, o iš kiaulių ir vištų mėšlo pagaminto biosubstrato naudojimas augalų tręšimui savo įtaka grūdų produktyvumui prilygo sintetinėmis azoto trąšomis tręštiems pasėliams (92 pav.).

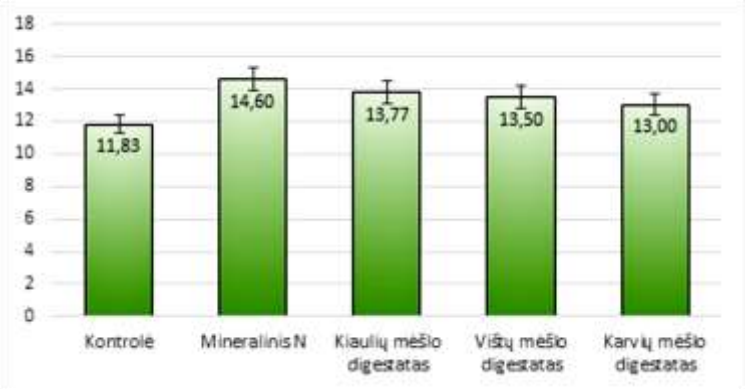


91 paveikslas. Mineralinėmis ir organinėmis trąšomis tręštų vasarinių miežių fluoroscencija



92 paveikslas. Mineralinėmis ir organinėmis trąšomis tręštų vasarinių miežių grūdų derlingumas

Vasarinių miežių grūdų baltymų koncentracija priklausė nuo tręšimo, ji buvo mažiausia kontroliniame (netręštame) variante, o didžiausia sintetinėmis trąšomis tręštuose laukeliuose. Svarbu paminėti, kad grūdų baltymų koncentracija labai neženkliai skyrėsi pasėlius tręšiant sintetinėmis trąšomis bei kiaulių ar vištų mėšlo digestatu. Lyginant skirtingas organines trąšas buvo nustatyta, kad didžiausia baltymų koncentracija grūduose buvo tręšiant kiaulių mėšlo digestatu, kiek mažesnė – vištų mėšlo digestatu, o mažiausia – augalus tręšiant karvių mėšlo digestatu (93 pav.).



93 paveikslas. Baltymų koncentracija vasarinių miežių grūduose

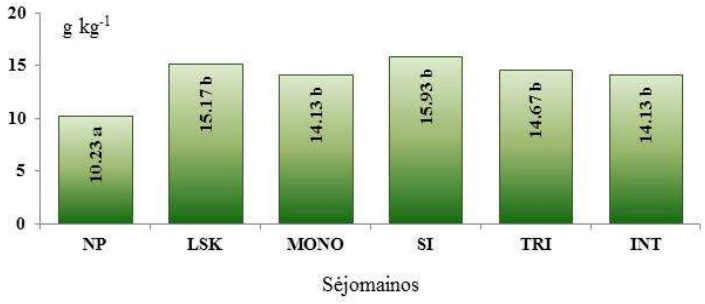
2.3. Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų rezultatai

2.3.1. Dirvožemio agrocheminės savybės

Organinės anglies kiekis dirvožemyje. Dirvožemio organinė medžiaga yra laikoma jo kokybės rodikliu, vienu svarbiausių biosferos pastovumo ir stabilumo veiksnių. Nuo dirvožemio organinės medžiagos kiekio labiausiai priklauso dirvožemio derlingumas, o tai turi įtakos augalų gyvybingumui.

Žieminių rugių pasėliai auginti intensyvioje, lauko su kaupiamaisiais, sideracinėje ir trilaukėje sėjomainose, tai pat monopasėlyje. Intensyvioje sėjomainoje žieminių rugių pasėlio priešsėlis – bulvės, lauko su kaupiamaisiais – daugiametės žolės II naudojimo metų, sideracinėje – rapsai žaliajai trąšai, trilaukėje – juodasis pūdymas (94 pav.). Didžiausias dirvožemio organinės anglies kiekis rastas sideracinėje (15,9 g kg^{-1}) ir lauko su kaupiamaisiais (15,2 g kg^{-1}) sėjomainose, tačiau skirtumai, palyginti su kitomis sėjomainomis, – neesminiai. Nuolatiniame pūdyme organinės anglies sumažėjo esmingai, jos čia rasta 1,56 karto mažiau nei sideracinėje sėjomainoje.

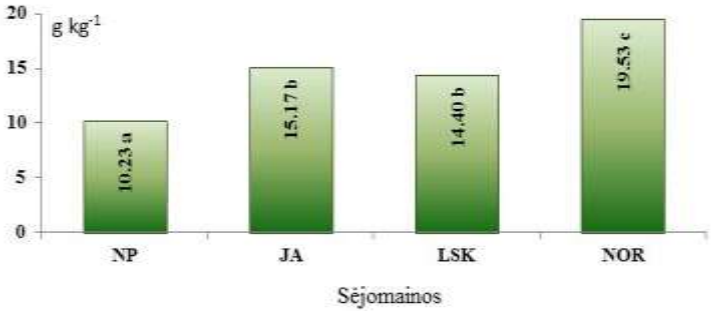
Žieminiai kviečiai auginti javų, lauko su kaupiamaisiais ir Norfolko sėjomainose (95 pav.). Javų sėjomainoje žieminių kviečių priešsėlis – vikių ir avižų mišinys žaliajam pašarui. Lauko sėjomainoje su kaupiamaisiais žieminių kviečių priešsėlis – juodasis pūdymas, o Norfolko sėjomainoje – daugiametės žolės.



94 paveikslas. C-org kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje

Pastaba. a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta ($P < 0,05$). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

Dirvožemio C-org didžiausias kiekis nustatytas Norfolko sėjomainoje (19,5 g kg^{-1}), kur kviečiai auginti po daugiamečių žolių ir kur kasmet dirvožemio derlingumą mažinantys augalai keičiami dirvožemio derlingumą didinančiais. Javų ir lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainose organinės anglies kiekis esmingai mažesnis, lyginant su Norfolko sėjomaina. Pastarosiose sėjomainose kviečiai augo atitinkamai po vikių ir avižų mišinio ir pūdymo. Nuolatiniame pūdyme organinės anglies rasta 1,91 karto mažiau nei Norfolko sėjomainoje.

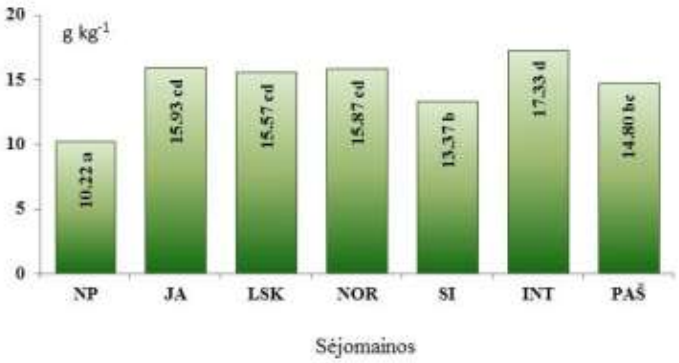


95 paveikslas. C-org kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Miežių pasėliai taip pat auginti skirtingose sėjomainose (96 pav.).

Didžiausias C-org kiekis nustatytas intensyvioje (17,3 g kg^{-1}) sėjomainoje su tarpiniais pasėliais, panašus buvo ir javų, lauko su kaupiamaisiais bei Norfolko sėjomainose. Mažiausi organinės anglies kiekiai rasti sideracinėje (13,4 g kg^{-1}) ir pašarinėje (14,8 g kg^{-1}) sėjomainoje, kur miežių priešsėlis buvo bulvės ir pašariniai runkeliai. Tai atitinkamai 1,29 ir 1,17 karto mažiau nei intensyvioje sėjomainoje. Nuolatiniame pūdyme organinės anglies rasta 1,70 karto mažiau nei intensyvioje sėjomainoje.



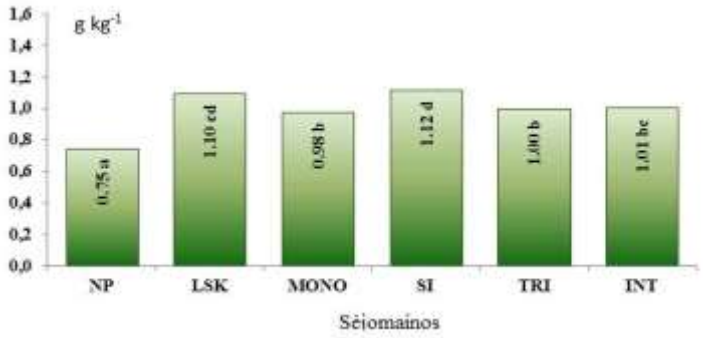
96 paveikslas. C-org kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

Suminio azoto kiekis dirvožemyje. Dirvožemyje azotas yra kaupiamas mikroorganizmų biomasėje, augaluose – jų šaknyse ir pačių augalų biomasėje kaip organinis azotas. Pačiame dirvožemyje azotas gali būti kaupiamas neorganine forma ar absorbuotas ant dirvožemio dalelių (Rutigliano ir kt., 2004).

Žieminių rugių pasėlis augintas intensyvioje, lauko su kaupiamaisiais, sideracinėje, trilaukėje sėjomainose ir monopasėlyje (97 pav.).

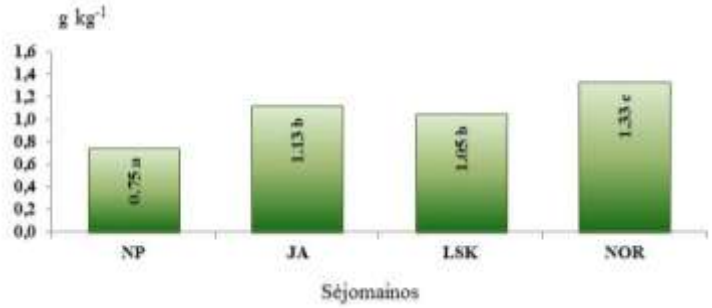
Didžiausias (0,112 proc.) suminio azoto kiekis, palyginti su kitomis sėjomainomis, nustatytas sideracinėje ir lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainose. Esmingai mažesni - iki 1,14 karto - suminio azoto kiekiai nustatyti trilaukėje sėjomainoje ir monopasėlyje.



97 paveikslas. Suminio azoto kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje.

Pastaba: a-d tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

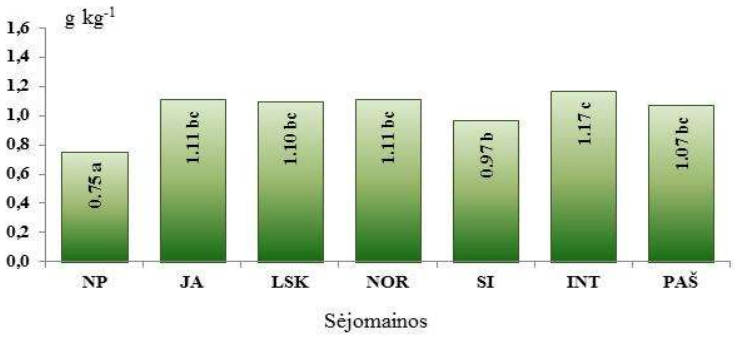
Žieminiai kviečiai, auginti skirtingose sėjomainose, nevienodai didino suminio azoto kiekį dirvožemyje (98 pav.). Norfolko sėjomainoje nustatytas didžiausias (0,133 proc.) jo kiekis.



98 paveikslas. Suminio azoto kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje.

Pastaba: [a-d] Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Auginant miežius N-sum kiekis intensyvioje sėjomainoje nustatytas esmingai didesnis (1,20 karto), lyginant su sideracine sėjomaina (99 pav.). Tarp kitų sėjomainų esminio skirtumo nerasta.

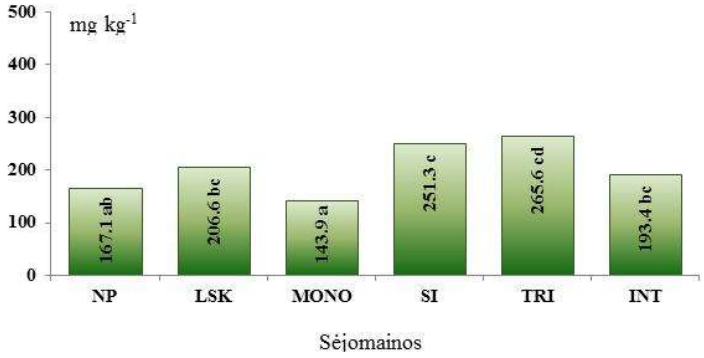


99 paveikslas. Suminio azoto kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

Judriojo fosforo kiekis dirvožemyje. Fosforo junginiai būtini visoms gyvoms būtybėms, organinių medžiagų sintezei ir medžiagų apykaitai (Končius, 2007). Fosforo junginiai, palyginti su azoto ir kalio, yra dešimtis kartų mažiau judrūs. Mineralinių trąšų fosforo transformacija priklauso nuo dirvožemio savybių, bet didesnė dalis pereina į mažai tirpias fosforo formas bei frakcijas ir fosforas tampa augalų menkai ar visai nepasisavinamu (Neyroud, Lischer; 2003). Apibendrinus daugelio šalių fosforo frakcijų tyrimus galima teigti, kad didžiausią įtaką fosforo judrumui turi dirvožemio pH, organinių medžiagų bei $CaCO_3$ kiekiai dirvožemyje (Liliefein ir kt., 2000; Aulakh ir

kt., 2003; Pheav, 2003; Shen ir kt., 2004; Falhre ir kt., 2006). Lietuvos dirvožemiuose yra labai nedaug judriojo fosforo. Papildomai netręšiant, fosforo atsargų dirvožemyje pakaktų tik 2,0 t ha^{-1} javų derliui (Mattson, 1998; Loes, Oggard, 2001; Gužys 2013). Judriojo fosforo kiekis auginant rugius pateiktas 100 pav.

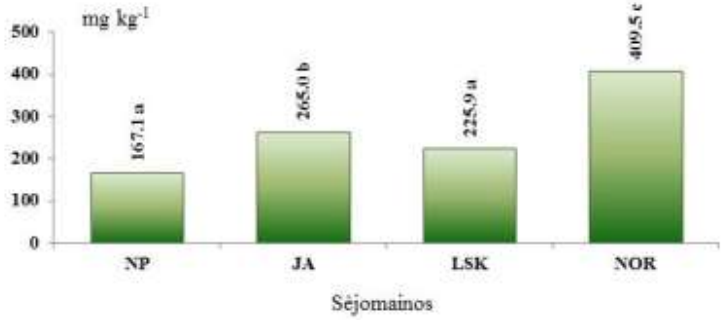


100 paveikslas. Judriojo fosforo (P_2O_5) kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje.

Pastaba: [a-d] Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta ($P < 0,05$). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

Trilaukėje sėjomainoje augintų vasarinių rugių pasėlyje judriojo fosforo buvo nustatytas esmingai didesnis (1,85 karto) kiekis, taip pat ir judriojo kalio kiekis aptiktas esmingai vidutiniškai didesnis (3,06 karto), lyginant su kitomis sėjomainomis ir monopasėliu. Mažiausi judriojo fosforo (144 mg kg^{-1}) ir judriojo kalio (280 mg kg^{-1}) kiekiai nustatyti rugių monopasėlyje.

Skirtingose sėjomainose auginti vasariniai kviečiai nevienodai didino judriojo fosforo ir judriojo kalio kiekį dirvožemyje. Norfolko sėjomainoje nustatytas didžiausias judriojo fosforo (410 mg kg^{-1}) ir vienas didžiausių judriojo kalio kiekis (580 mg kg^{-1}), lyginant su kitomis sėjomainomis, daugiausia judriojo kalio nustatyta lauko su kaupiamaisiais augalais (667 mg kg^{-1}) sėjomainoje (101 pav.). Kviečių pasėlius lyginant su nuolatiniu juoduoju pūdymu, judriojo fosforo kiekis nuolatiniame juodajame pūdyme nustatytas 2,45 karto esmingai mažesnis, o judriojo kalio kiekis – 2,68 karto esmingai mažesnis.

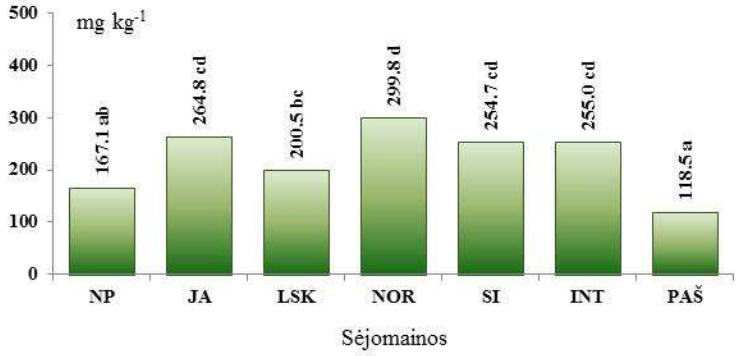


101 paveikslas. Judriojo fosforo (P_2O_5) kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta ($P < 0,05$). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Skirtingose sėjomainose auginti miežiai nevienodai didino judriojo fosforo kiekį dirvožemyje (102 pav.). Esmingai didesnis (2,52 karto) judriojo fosforo kiekis buvo nustatytas Norfolko sėjomainoje, lyginant su kitomis sėjomainomis, kuriose auginti miežiai, o mažiausias (119 mg kg^{-1}) kiekis judriojo fosforo buvo nustatytas pašarinėje sėjomainoje.

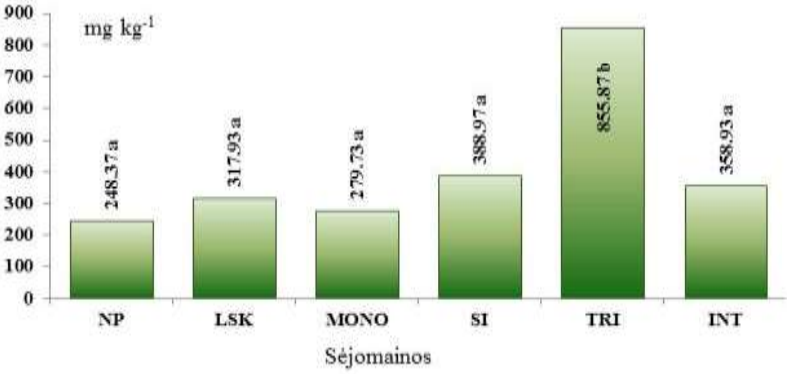
Panaši tendencija vyravo ir nustačius judriojo kalio kiekį miežių pasėliuose, tik judriojo kalio kiekis (605 mg kg^{-1}) didžiausias nustatytas javų sėjomainoje ir jis buvo 3,31 karto esmingai didesnis, lyginant su kitomis sėjomainomis. Judriojo kalio, taip kaip ir judriojo fosforo, mažiausiai (183 mg kg^{-1}) nustatyta pašarinėje sėjomainoje.



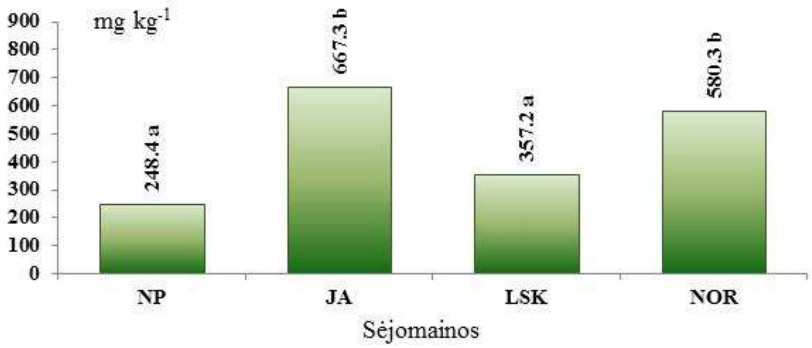
102 paveikslas. Judriojo fosforo (P_2O_5) kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

Judriojo kalio kiekis dirvožemyje. Kalio trūkumas gali neigiamai paveikti augalų derliaus kokybę, sumažinti atsparumą kenkėjams ir ligoms, susilpninti daugelio fermentų veiklą, pažeisti angliavandenių ir baltymų apykaitą. Kalis dalyvauja fotosintezėje, padeda kauptis vitaminams, aktyvina įvairių fermentų veiklą. Nustačius judriojo kalio kiekį vasariniuose rugiuose, gauti tyrimai rodo, kad trilaukėje sėjomainoje judriojo kalio kiekis esmingai didesnis (nuo 2,20 iki 3,44 karto), lyginant su kitomis sėjomainomis, nuolatiniu juoduoju pūdymu ir rugių monopasėliu (103 pav.).

Įvertinus judriojo kalio kiekį vasarinių kviečių pasėliuose didžiausias kiekis nustatytas javų sėjomainoje (667,30 mg kg^{-1}) ir jis buvo esmingai didesnis 1,87 karto, lyginant su lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomaina (104 pav.).



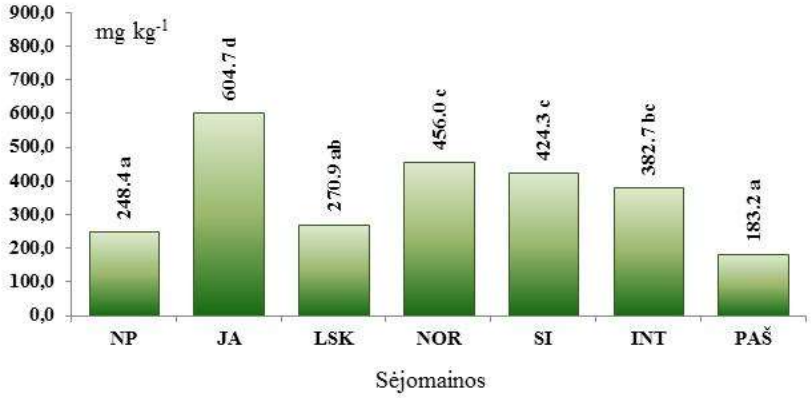
103 paveikslas. Judriojo kalio (K_2O) kiekis dirvožemyje, rugių pasėlyje.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).



104 paveikslas. Judriojo kalio (K_2O) kiekis dirvožemyje, kviečių pasėlyje.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Javų sėjomainoje judriojo kalio kiekis nustatytas esmingai didesnis (1,33-3,30 karto), lyginant su visomis sėjomainomis, kuriose buvo auginami v. miežiai, ir su nuolatiniu pūdymu. Vienas iš svarbiausių ypatumų – tai skirtingas P ir K pasiskirstymas viršutiniame dirvožemio sluoksnyje. Šie elementai kaupiasi 0–5 cm, rečiau 0–10 cm dirvožemio sluoksnyje dėl sumažėjusio dirvožemio sumaišymo, o tai apriboja tų elementų judėjimą žemyn dirvožemio profiliu bei apsunkina tų pačių elementų patekimą į augalų maisto medžiagų apykaitos ciklą iš gilesnių profilio sluoksnių.

Kviečių priešsėlis javų sėjomainoje – vikių ir avižų mišinys. Didžiausias (604,73 mg kg^{-1}) kiekis vyravo javų sėjomainoje, kur vasarinių miežių priešsėlis – avižos (105 pav.).

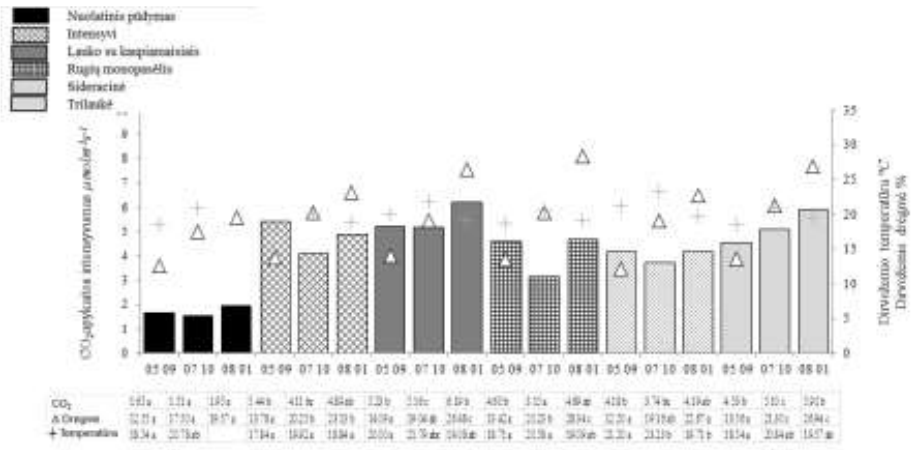


105 paveikslas. Judriojo kalio (K_2O) kiekis dirvožemyje, vasarinių miežių pasėlyje. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, SI – sideracinė sėjomaina, INT – intensyvi, PAŠ – pašarinė.

2.3.2. CO_2 emisijos

R. Velička ir kt. (2006) nustatė, kad intensyviausiai skaidosi raudonųjų dobilų ražienojai (90,1 proc.) ir žieminių (87,8 proc.) bei vasarinių (86,7 proc.) rapsų kūlenos.

Rugių pasėliuose augalų vegetacijos pradžioje CO_2 emisijos iš dirvožemio esminių skirtumų nenustatyta, tačiau didžiausias skirtumas buvo intensyvioje sėjomainoje. Nuolatiniame juodajame pūdyme CO_2 emisija buvo nustatyta esmingai mažesnė (nuo 2,7 iki 3,3 karto), lyginant su visomis sėjomainomis. Augalų vegetacijos viduryje atlikus matavimus nustatyta, kad esmingai didesnė (1,63 karto) CO_2 emisija buvo lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje, lyginant su rugių monopasėliu, kuris buvo tręštas ir purkštas herbicidais (106 pav.). Atlikus paskutinį matavimą augalų vegetacijos pabaigoje lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje CO_2 emisija buvo taip pat esmingai didesnė (1,3 karto), lyginant su rugių monopasėliu.

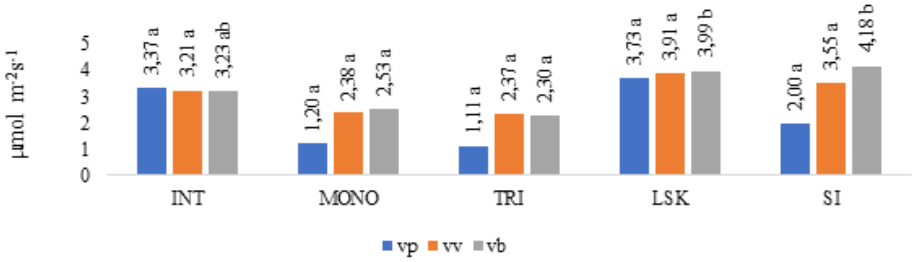


106 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija rugių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

Atlikus matavimus rugių pasėliuose gegužės pradžioje gauti duomenys labai panašūs kaip ir kviečių bei miežių pasėliuose gegužės pradžioje, lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą, esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta. Liepos pradžioje esmingai mažesnė (1,1 karto) dirvožemio temperatūra nustatyta nuolatiniame juodajame pūdyme ir trilaukėje sėjomainoje, lyginant su sideracine sėjomaina, kurioje buvo auginti rugiai. Rugpjūčio pirmą dieną, lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą, esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta.

Atlikus dirvožemio drėgnio matavimus rugių pasėliuose gegužės pradžioje gauti duomenys labai panašūs kaip ir kviečių bei miežių pasėliuose gegužės pradžioje, lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą, esminės įtakos dirvožemio drėgmei nenustatyta. Rugpjūčio pirmą dieną esmingai mažesnis nuo 1,2 iki 1,4 karto dirvožemio drėgmės kiekis nustatytas nuolatiniame juodajame pūdyme, lyginant su sėjomainomis, kuriose buvo auginti rugiai. Esmingai didesnis 1,4 karto dirvožemio drėgnumas nustatytas rugių, kurie buvo tręšti ir nupurkšti herbicidais, monopasėlyje, lyginant su nuolatiniu juoduoju pūdymu. Įvertinus dirvožemio CO_2 emisijos iš dirvožemio intensyvumą rugių pasėliuose nustatyta, kad visu vegetacijos laikotarpiu pastovus CO_2 emisijos intensyvumas buvo sideracinėje ir lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainose (107 pav.). Tam galėjo turėti įtakos sėjomainoje esančios daugiametės žolės ir kiti augalai paliekantys didelį kiekį augalinių liekanų.



Ž/ RUGIAI	Vegetacijos pradžia		Vegetacijos vidurys		Vegetacijos pabaiga	
Sėjomaina	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.
INT	10,90 a	10,98 a	16,24 ab	16,00 a	25,20 ab	26,57 a
MONO	10,97 a	12,23 c	15,45 a	16,74 a	24,23 ab	28,84 b
TRI	11,08 a	12,30 c	16,36 ab	17,81 a	23,50 a	29,25 b
LSK	10,84 a	11,22 ab	17,19 ab	16,79 a	25,87 bc	28,03 b
SI	11,48 a	12,02 bc	18,10 b	18,29 a	27,38 c	29,02 b

107 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija rugių pasėlyje, 2021 m.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta ($P < 0,05$). INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša). Vp – vegetacijos pradžia, vv – vegetacijos vidurys, vb – vegetacijos pabaiga.

Vegetacijos pabaigoje laabiausiai CO_2 emisijos intensyvumas išsiskyrė sideracinėje sėjomainoje, kurioje rugių priesėlis yra žieminiai rapsai įterpti į dirvožemį kaip žalioji trąša.

Visu vegetacijos laikotarpiu žemas CO_2 dujų iš dirvožemio išsiskyrimas vyko sėjomainoje, kurioje yra javai ir pūdymas, t. y. trilaukėje sėjomainoje, o kartu ir rugių monopasėlyje, kur žieminiai rugiai auginami toje pačioje vietoje daugiau kaip 50 metų, ir jiems taikomas tręšimas ir purškimas herbicidais.

Abejais tyrimo metais visu vegetacijos laikotarpiu tolygus CO_2 emisijos iš dirvožemio išsiskyrimas nustatytas sideracinėje ir lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainose.

Meteorologinės sąlygos, taikytos technologijos lėmė dirvožemio gyvybinius procesus. Juos geriausiai iliustruoja dirvožemio CO_2 srautų apykaitos intensyvumas (NCER – Net Carbon Exchange Rate).

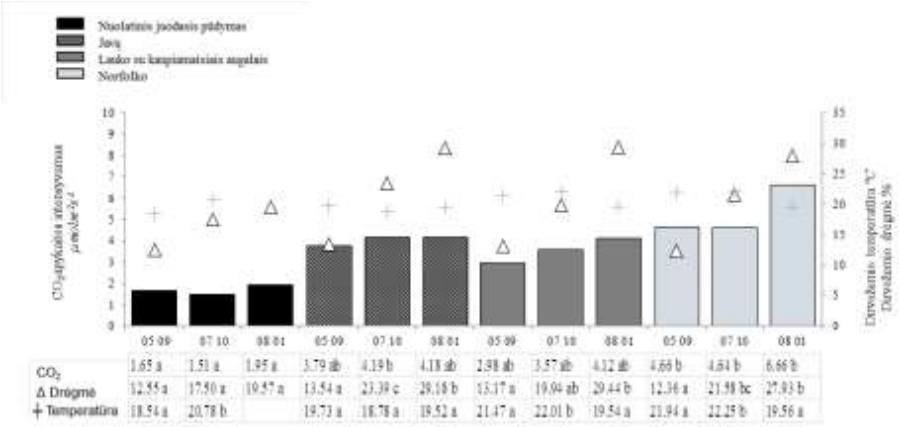
Kviečių pasėlyje tarp skirtingų sėjomainų esminių CO_2 emisijos skirtumų nenustatyta. Vegetacijos pradžioje intensyviausia (4,66 µmol m^{-2} s^{-1}) CO_2 emisija iš dirvožemio išsiskyrė

Norfolko sėjomainoje ir ji esmingai buvo didesnė (2,82 karto), lyginant ją su nuolatiniu juoduoju pūdymu (108 pav.). Vegetacijos viduryje ir pabaigoje javų ir Norfolko sėjomainose CO_2 emisijos dirvožemio intensyvumas buvo didesnis (nuo 1,2 iki 1,3 karto) nei lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje.

Atlikus matavimus kviečių pasėliuose gegužės ir rugpjūčio pradžioje nustatyta, kad lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą (gegužę) esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta. Liepos pradžioje nustatyta esmingai žemesnė (nuo 1,1 iki 1,2 karto) dirvožemio temperatūra vyravo javų sėjomainoje, lyginant su kitomis sėjomainomis ir nuolatiniu juoduoju pūdymu.

Dirvos drėgmė – svarbi atmosferos vandens apykaitos dalis. Tai viena iš svarbiausių dirvos savybių, turinčių didžiausią reikšmę kultūrinių žemės ūkio augalų augimui. Dauguma augalijos labiau priklauso nuo drėgmės kiekio šaknų lygyje nei nuo kritulių kiekio. Vandens trūkumas sutrikdo augalų vystymosi ir augimo greitį (www.systemexplorations.wordpress.com).

Dirvos drėgnis reguliuojamas agrotechninėmis priemonėmis, kurių svarbiausios yra sėjomainos parinkimas ir tinkamas žemės dirbimas. Drėgmė žemės ūkio augalams reikalinga per visą augalų vegetacijos periodą. Atlikus matavimus kviečių pasėliuose gegužės pradžioje nustatyta, kad lyginant tarpusavyje sėjomainas bei nuolatinį juodąjį pūdymą esminės įtakos dirvožemio drėgmei nenustatyta. Meteorologinės klimato sąlygos lemia nevienodą drėgmės kiekį skirtingais metais (Hsiao ir kt., 2007). Liepos pradžioje nustatytas mažiausias (17,50 proc.) drėgmės kiekis juodajame nuolatiniame pūdyme. Esmingai didesnis 1,3 karto drėgmės kiekis nustatytas lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje auginant vasarinius kviečius, lyginant su juoduoju nuolatiniu pūdymu. Atlikus matavimus rugpjūčio pradžioje kviečių pasėliuose nustatyta, kad juodajame nuolatiniame pūdyme esmingai mažesnė (nuo 1,4 iki 1,5 karto) dirvožemio drėgmė, lyginant su skirtingomis sėjomainomis.



108 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija vasarinių kviečių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko.

Dėl meteorologinių žiemos sąlygų 2021 metais žieminius kviečius pakeitė vasariniai kviečiai.

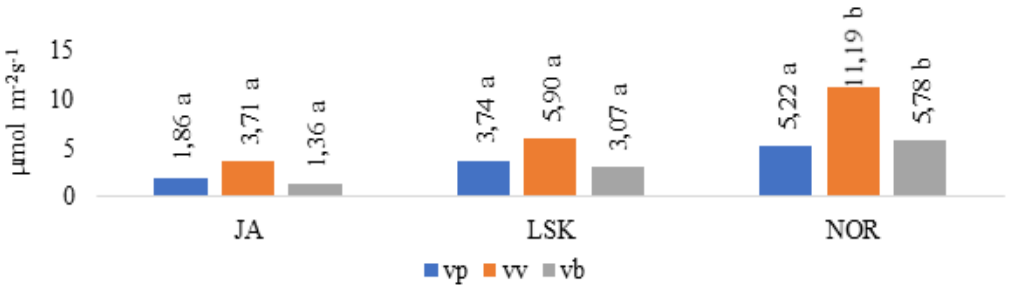
Vykdant tyrimą nustatyta, kad intensyviausias CO_2 emisijos intensyvumas vyko Norfolko sėjomainoje, kurioje kviečių priešsėlis ir daugiametės žolės (109 pav.).

Javų sėjomainoje kur javus keičia javai, CO_2 emisijos intensyvumas nustatytas mažiausias (109 pav.). Vegetacijos pradžioje - 2,80 karto, vegetacijos viduryje – 3,02 karto, vegetacijos pabaigoje – 4,25 karto mažesnis lyginant su Norfolko sėjomaina.

Abejais tyrimo metais nustatytas didžiausias CO_2 emisijos iš dirvožemio intensyvumas Norfolko sėjomainoje, kur po daugiamečių žolių lieka didelis kiekis augalinių liekanų dirvožemyje.

Miežių pasėlyje vegetacijos pradžioje nustatyta esmingai didesnė (nuo 2,33 iki 3,32 karto) CO_2 emisija lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomainoje, lyginant su kitomis sėjomainomis, kur vyrauja

miežiai, išskyrus pašarinę sėjomainą, su kuria esminių skirtumų nenustatyta (110 pav.). Vegetacijos viduryje CO_2 emisijos intensyvumu (1,39 karto) išsiskyrė pašarinė sėjomaina, lyginant su javų sėjomaina. Esmingai didesnis skirtumas buvo ir pašarinėje sėjomainoje.



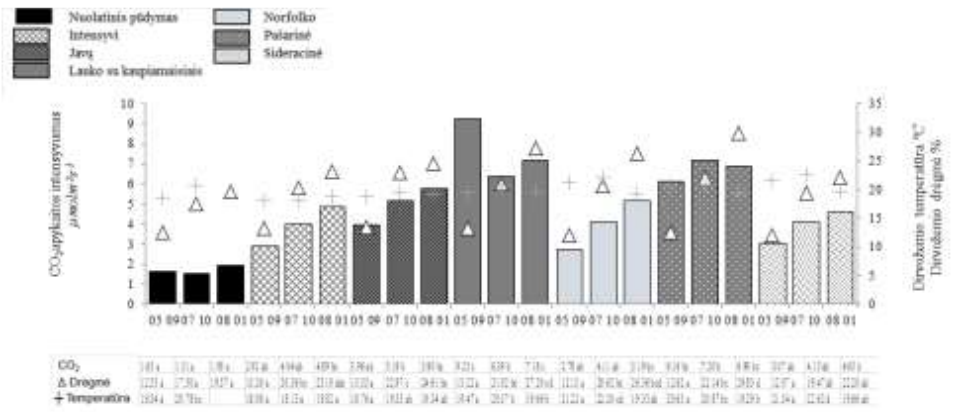
V. KVIEČIAI	Vegetacijos pradžia		Vegetacijos vidurys		Vegetacijos pabaiga	
Sėjomaina	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.
JA	15,63 a	16,07 a	26,76 a	25,43 a	17,61 a	-
LSK	15,76 a	16,91 b	27,91 a	26,38 a	16,69 a	-
NOR	17,75 b	18,36 c	26,07 a	26,72 a	17,86 a	-

109 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija vasarinių kviečių pasėlyje, 2021 m.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko. Vp – vegetacijos pradžia, vv – vegetacijos vidurys, vb – vegetacijos pabaiga.

Javų vegetacijos pabaigoje esmingai didesne CO_2 emisija (1,5–1,6 karto) išsiskyrė lauko su kaupiamaisiais augalais sėjomaina, lyginant su intensyvia ir sideracine sėjomainomis.

Dirvožemio paviršinio sluoksnio temperatūra dažniausiai priklauso nuo aplinkos temperatūros, tačiau pavasarį labiau augalinėmis liekanomis padengta žemė įšyla lėčiau. Dirvos temperatūrai didžiausią įtaką daro aplinkos oro temperatūra. Atlikus matavimus miežių pasėliuose gegužės pradžioje nustatyta, kad lyginant tarpusavyje sėjomainas ir nuolatinį juodąjį pūdymą esminės įtakos dirvožemio temperatūrai nenustatyta. Liepos pradžioje esmingai aukštesnė nuo 1,1 iki 1,2 karto dirvožemio temperatūra nustatyta Norfolko ir sideracinėje sėjomainose auginant miežius, lyginant su lauko su kaupiamaisiais augalais, intensyvia ir javų sėjomainomis. Atlikus matavimus rugpjūčio pradžioje miežių pasėliuose nustatyta, kad intensyvioje sėjomainoje esmingai žemesnė (nuo 2,4 iki 4,3 proc.) dirvožemio temperatūra, lyginant su lauko su kaupiamaisiais augalais ir pašarine sėjomaina.

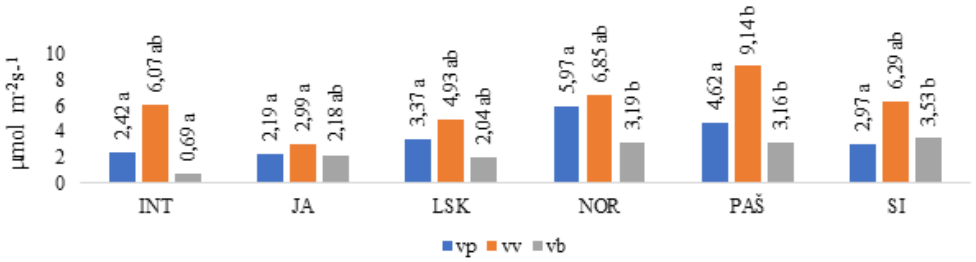


110 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija vasarinių miežių pasėlyje.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). NP – nuolatinis pūdymas, JA – javų, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, PAŠ – pašarinė, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso, įterpto kaip žalioji trąša).

Miežių pasėliuose gegužės pradžioje gauti duomenys labai panašūs kaip ir kviečių pasėlyje gegužės pradžioje, lyginant tarpusavyje sėjomainas ir nuolatinį juodąjį pūdymą. Čia esminės įtakos dirvožemio drėgmei nenustatyta. Didžiausias dirvožemio drėgmės kiekis nustatytas javų sėjomainoje miežių pasėlyje (22,97 proc.). Esmingai mažesnis dirvožemio drėgmės kiekis nustatytas nuolatiniame juodajame pūdyme, intensyvioje ir sideracinėje sėjomainose (nuo 1,1 iki 1,3 karto), lyginant su pašarine sėjomaina. Rugpjūčio pirmąją dekadą kritulių iškrito tik 5,4 mm, tačiau liepą (ypač antrąją dekadą) kritulių iškrito pakankamai daug (137,5 mm), lyginant su daugiamečiu kritulių vidurkiu (96,6 mm). Tai turėjo įtakos dirvožemio drėgnumui. Esmingai didesnis nuo 1,3 iki 1,5 karto dirvožemio drėgnumas nustatytas pašarinėje sėjomainoje, lyginant su nuolatiniu juoduoju pūdymu, javų, intensyvia ir sideracine sėjomainomis.

Vasarinių miežių pasėliuose CO_2 emisijos intensyvumas 2021 metais intensyviausias nustatytas pašarinėje ir Norfolko sėjomainose (111 pav.). Abejose sėjomainose miežių priešsėlis yra bulvės, kurios trešiamos gyvulių mėšlu.



V. MIEŽIAI	Vegetacijos pradžia		Vegetacijos vidurys		Vegetacijos pabaiga	
Sėjomaina	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.	Dirv. Drėgmė	Dirv. Temp.
INT	14,65 a	15,69 a	28,10 ab	24,73 a	19,54 c	19,50 ab
JA	16,09 bc	16,85 b	25,94 ab	26,14 bc	17,22 ab	20,99 c
LSK	14,35 a	16,98 b	27,47 ab	26,36 cd	17,68 ab	20,30 bc
NOR	16,83 c	17,53 bc	27,14 ab	25,39 b	17,16 ab	19,18 a
PAŠ	14,95 ab	17,19 b	29,14 b	24,41 a	16,26 a	19,21 ab
SI	14,40 a	18,18 c	24,76 a	27,03 d	18,16 bc	18,80 a

111 paveikslas. Dirvožemio drėgmė, temperatūra ir CO_2 emisija vasarinių miežių pasėlyje, 2021 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). JA – javų, INT – intensyvi, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, NOR – Norfolko, PAŠ – pašarinė, SI – sideracinė sėjomaina. Vp – vegetacijos pradžia, vv – vegetacijos vidurys, vb – vegetacijos pabaiga.

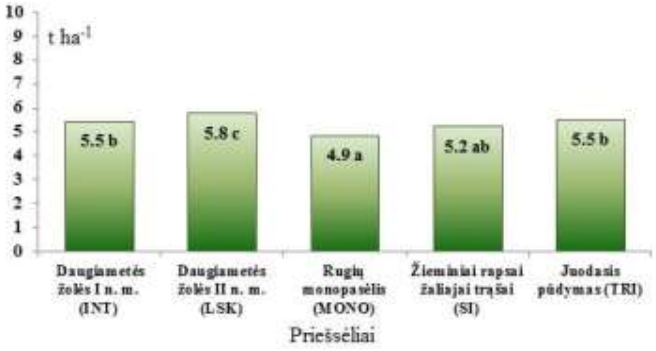
Nustatyta, kad mažiausias CO_2 intensyvumas iš dirvožemio buvo javų sėjomainoje, kurioje nėra auginami kaupiamieji augalai. Miežių pasėliuose CO_2 emisijos iš dirvožemio intensyvumui turėjo įtaką priešsėliai ir jų paliekami organinių liekanų kiekiai.

2.3.3. Sėjomainos augalų poveikis ir nauda sėjomainos augalų derliui

Sėjomainos augalų poveikis ir nauda žieminių rugių derliaus potencialui. Žieminiai rugiai buvo auginami keturiose skirtingose sėjomainose ir monopasėlyje (112 pav.). Didžiausias žieminių rugių derlius gautas auginant po daugiamečių žolių patręšus galvijų mėšlu. Žieminių rapsų, augintų žaliajai trąšai, kaip priešsėlio poveikis prilygo I naudojimo metų daugiamečių žolių poveikiui. Žieminių rugių derlingumas, auginant juos daugiau kaip 50 m. monopasėlyje ir taikant įprastinę agrotechniką, nustatytas esmingai mažesnis lyginant su augintais po I naudojimo metų daugiamečių žolių ir po juodojo pūdymo (1,12 karto) bei po II naudojimo metų daugiamečių žolių (1,18 karto).

Mokslininkų nuomone, auginant žemės ūkio augalus monopasėliuose ar trumpalaikėse rotacijose jų derlingumas sumažėja (Nix ir kt., 2006). Šių tyrimų rezultatai tik iš dalies patvirtino šį teiginį, nes žieminiai rugiai yra vieni iš tų augalų, kurie priešsėliams nereiklūs. Gamtinės sąlygos (temperatūra, krituliai ir kt.) paprastai yra laikomi pagrindiniais veiksniais, darančiais įtaką augalų augimui, vystymuisi ir produktyvumui (Yamaguchi-Shinozaki ir kt., 2002; Duchovskis ir kt., 2003;

Nakayama ir kt., 2007). Esant palankioms sąlygoms, rugių derlingumas monopasėlyje nemažėja, netgi prilygsta augintų sėjomainose. Būtina pažymėti, kad iš Lietuvoje auginamų žemės ūkio augalų atsėliavimą ar net monopasėlį labiausiai pakenčia kukurūzai ir žieminiai rugiai, o kiti augalai tam yra ypač jautrūs.



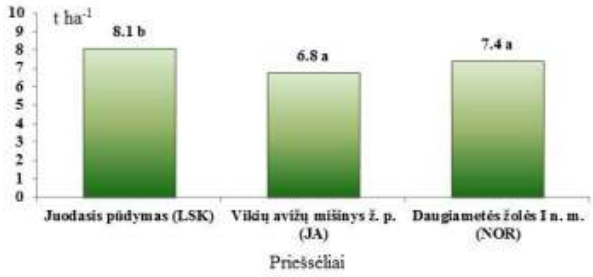
112 paveikslas. Žieminių rugių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių, 2020 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso žaliajai trąšai).

2020/2021 metų žiemos laikotarpiu buvęs storas sniego sluoksnis įtakojo javų iššutimus.Trilaukėje sėjomainoje žiemiai rugiai iššuto mažiausiai, o to pasekoje trilaukėje sėjomainoje žieminių rugių derlius nustatytas didžiausias. Kitos sėjomainos ir rugių monopasėlis labiau nukentėjo nuo žiemos sąlygų įtakoto iššutimo, tačiau intensyvioje sėjomainoje derlius nustatytas vienas didžiausių, t. y. 1,26 karto didesnis lyginant su sideracine sėjomaina ir 1,48 karto lyginant sulauko su kaupiamaisiais augalais sėjomaina (113 pav.).

113 paveikslas. Žieminių rugių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių, 2021 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). INT – intensyvi, TRI – trilaukė, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, MONO – rugių monopasėlis, SI – sideracinė sėjomaina (po žieminio rapso žaliajai trąšai).

Rugių monopasėlyje, kur rugiai yra tręšiami ir naudojami herbicidai derlius nustatytas mažiausias lyginant su visomis sėjomainomis, nuo 1,21 iki 2,11 karto, kuriose buvo taikomi priešsėliai paliekantys pakankamą kiekį augalinių liekanų ar juodasis pūdymas.

Sėjomainos augalų poveikis ir nauda žieminių kviečių derliaus potencialui. Sėjomainų kolekcijoje žieminiai kviečiai auginti ankštinėje (po vikių ir avižų mišinio), pūdyminėje (po juodojo pūdymo) ir žolinėje (po pirmų naudojimo metų daugiamečių žolių) grandyse. Didžiausias žieminių kviečių derlingumas gautas po juodojo pūdymo (114 pav.). Po šio priešsėlio kviečių derlingumas buvo vidutiniškai 1,19 karto didesnis nei juos auginant po vikių ir avižų mišinio žaliajam pašarui ar po daugiamečių žolių. Vikių ir avižų mišinio bei pirmų naudojimo metų daugiamečių žolių poveikis tarpusavyje iš esmės nesiskyrė.



114 paveikslas. Žieminių kviečių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių 2020 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, NOR – Norfolko.

Žieminius kviečius pakeitus vasariniais kviečiais 2021 metais po žiemos iššutimo derliai nustatyti mažesni lyginant su 2020 metų derliais (115 pav.). Vasarinių kviečių derlius nustatytas visose sėjomainose panašus ir esmingai nesiskyrė.

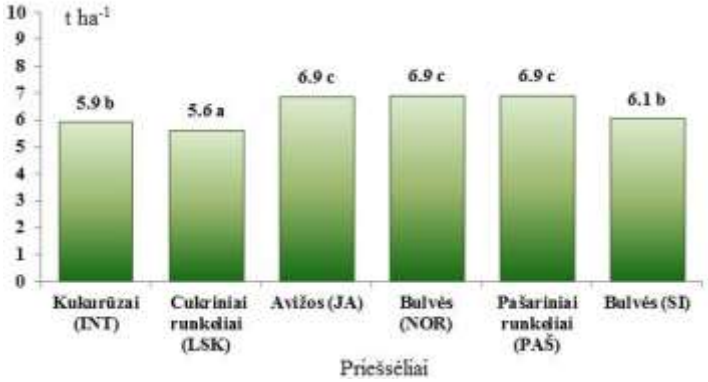
115 paveikslas. Vas. kviečių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių 2021 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, NOR – Norfolko.

K. Sieling ir O. Christen (2015), tirdami ilgalaikes (1988–2001) sėjomainas, nustatė, kad nepalankūs priešsėliai sumažino kviečių ir miežių derlių apie 10%, bet kiekvienų metų duomenys labai skyrėsi. Jų eksperimentai atlikti lengvame smėlingame dirvožemyje. Tai rodo, kad sėjomainos poveikis produktyvumui gali priklausyti ne tik nuo priešsėlių, bet ir nuo dirvožemio tipo.

Sėjomainos augalų poveikis ir nauda vasarinių miežių derliaus potencialui. Siauros specializacijos augalininkystės ūkiuose dažniausiai auginami derlingiausi, didžiausią pelną duodantys augalai – migliniai javai. Vienos rūšies dominavimas mažina ekosistemų įvairovę, didina piktžolėtumą bei patogenų plitimą (Balnytė, 2010; Bučienė, 2003). Vasariniai miežiai auginti po 6 skirtingų priešsėlių: kaupiamųjų grandyse po kukurūzų, cukrinių ir pašarinių runkelių, bulvių, taip pat atsėliuojami po kitų miglinių javų. Remiantis vidutiniškais tiriamų sėjomainų 1967–2012 m. duomenimis nustatyta, kad geriausiai derėjo javų sėjomainoje po avižų auginti vasariniai miežiai (Jodaugienė ir kt., 2015), tačiau šis rezultatas pasitvirtina ne kasmet.

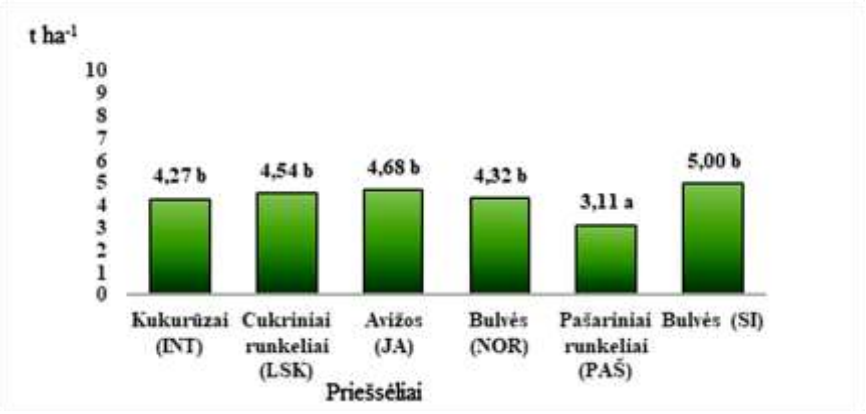
Geriausias priešsėlis miežiams buvo kaupiamieji augalai Norfolko ir pašarinėje sėjomainose (116 pav.). Panašus derlingumas gautas ir po avižų javų sėjomainoje. Lyginant su šiomis 3 sėjomainomis, esmingai mažesnis miežių derlingumas gautas sideracinėje po bulvių (1,13 karto), intensyvioje pokukurūzų (1,17 karto) ir lauko su kaupiamaisiais augalis po cukrinių runkelių (1,23 karto) sėjomainose. Kaip nurodo S. Balnytė (2010), kaupiamųjų grandis turi teigiamos įtakos javų derliaus stabilumui.

Įvertinus vasarinių miežių derlius pastebėta, kad tiriamaisiais metais derlius buvo nustatomas įvairus. Išskirti galima intensyvią sėjomainą, kurioje miežių priešsėlis kukurūzai ir kurioje abejais metais derlius buvo stabiliai mažesnis lyginant su kitomis sėjomainomis. Taip pat pastebėtina, kad vasariniams miežiams puikus priešsėlis avižos, nes abejais tyrimų metais javų sėjomainoje derlius nustatytas vienas didžiausių (117 pav.).



116 paveikslas. Miežių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių 2020 m.

Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). INT – intensyvi, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, NOR – Norfolko, PAŠ – pašarinė, SI – sideracinė sėjomaina.

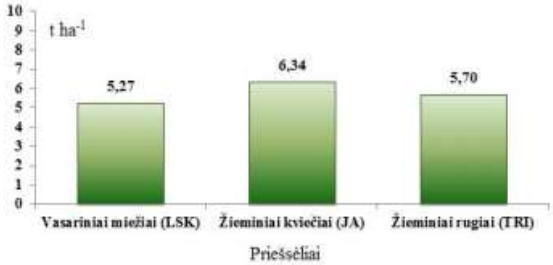


117 paveikslas. Miežių derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių, 2021 m.

Pastaba: a-d tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, NOR – Norfolko, PAŠ – pašarinė, SI – sideracinė sėjomaina.

Mokslininkai savo eksperimentais įrodė, kad pupiniai, ypač daugiamečiai, yra svarbiausi sėjomainos augalai ne tik tausojančiojoje ar ekologinėje žemdirbystėje (Arlauskienė, Maikštėnienė, 2006b; Younie, 2000; Wilkins, Vidrih, 2000). Mokslininkai taip pat nurodo, kad daugiametės žolės sėjomainos grandyje teigiamai veikia ir miežių produktyvumą. Dėl netinkamų priešsėlių miežių grūdų derlingumas gali sumažėti 20–30 proc. Pašarinėje sėjomainoje dirvos derlingumas palaikomas daugiametes žoles laikant ketverius metus, tačiau jos įsėjamos į miežių pasėlį ir drėgnais metais konkuruoja su javais.

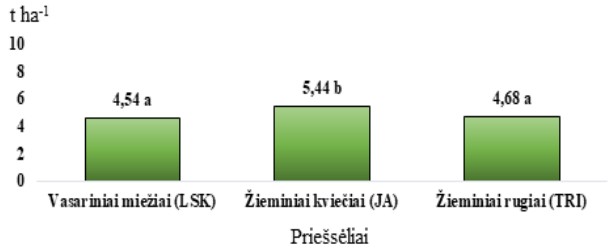
Sėjomainos augalų poveikis ir nauda kitų augalų derliaus potencialui. Avižų priešsėliai beveik visada yra kiti varpiniai javai. Mūsų eksperimente avižoms geriausias priešsėlis nustatytas žieminiai kviečiai (118 pav.). Palyginus su šiuo priešsėliu, avižų derlingumas po vasarinių miežių mažesnis 1,20 karto, o po žieminių rugių – 1,11 karto.



118 paveikslas. Avižų derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių 2020 m.

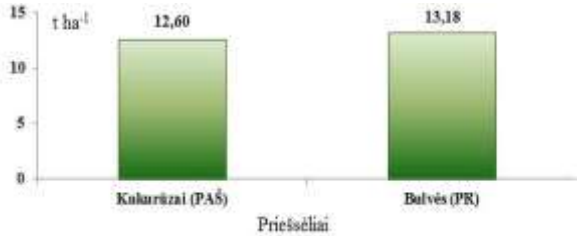
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, TRI – trilaukė sėjomaina.

Įvertinus 2021 metų nustatytus avižų derlius ir avižų priešsėlių įtaką produktyvumui, nustatyta, kad žieminiai kviečiai yra vienas geriausių priešsėlių avižų pasėliui. Javų sėjomainoje avižų derlius nustatytas esmingai didesnis nuo 1,16 iki 1,20 karto lyginant su lauko su kaupiamaisiais augalais (priešsėlis – vasariniai miežiai) ir trilauke (priešsėlis – žieminiai rugiai) sėjomainomis. Avižų derlius tiek 2021 metais buvo mažiausias, kur taikytas priešsėlis – v. miežiai (119 pav.).



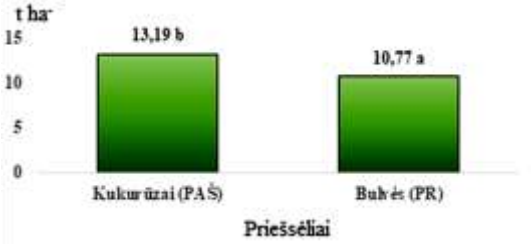
119 paveikslas. Avižų derlingumas įvairiose sėjomainose po skirtingų priešsėlių, 2021. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, JA – javų, TRI – trilaukė sėjomaina.

Sėjomainų kolekcijoje pašariniai runkeliai auginami po kaupiamųjų: kukurūzų ir bulvių (120 pav.). Pašarinių runkelių derlingumas po bulvių buvo 4,6 proc. didesnis nei po kukurūzų.



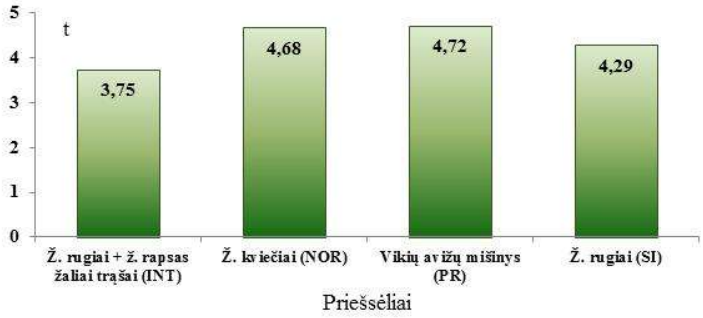
120 paveikslas. Priešsėlių įtaka pašarinių runkelių šakniavaisių sausųjų medžiagų derlingumui 2020. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). PAŠ – pašarinė, PR – priefermio sėjomaina.

Įvertinus pašarinių runkelių šakniavaisių sausųjų medžiagų kiekius 2021 metais, nustaytas priešingas rezultatas 2020 metams (121 pav.). Esmingai 1,22 karto didesnis derlius nustatytas pašarinėje sėjomainoje, kur priešsėlis kukurūzai. Tokiems rezultatų pokyčiams didžiausią įtaką galėjo turėti meteorologinės sąlygos.



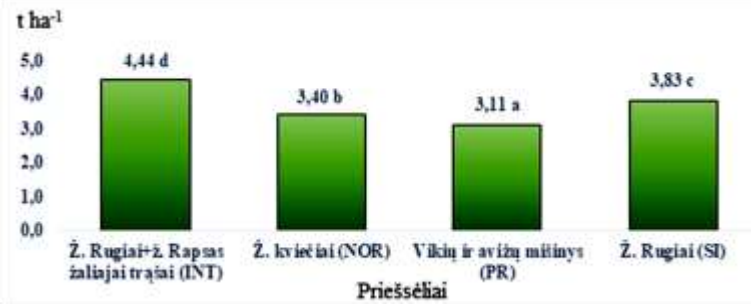
121 paveikslas. Priešsėlių įtaka pašarinių runkelių šakniavaisių sausųjų medžiagų derlingumui, 2021. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). PAŠ – pašarinė, PR – priefermio sėjomaina.

Bulvės augintos po žieminių rugių bei po trijų mėšlu tręštų priešsėlių: žieminių rugių su žieminių rapsų tarpiniu pasėliu žaliajai trąšai, žieminių kviečių ir po vikių-avižų mišinio (122 pav.). Bulvių gumbų sausųjų medžiagų masė po rugių be mėšlo buvo 9-10 proc. mažesnė nei po mėšlu tręštų priešsėlių - žieminių kviečių ir vikių-avižų mišinio. Palyginus su šiais priešsėliais, po žieminių rugių su žieminių rapsų tarpiniu pasėliu žaliajai trąšai bulvių gumbų derlius mažesnis 24,8-25,9 proc. To priežastis – siekiant gauti didesnę tarpinio pasėlio biomasę rapsai žaliajai trąšai laikomi iki žydėjimo pradžios, todėl vėluoja bulvių sodinimas ir dėl to mažėja jų derlingumas.



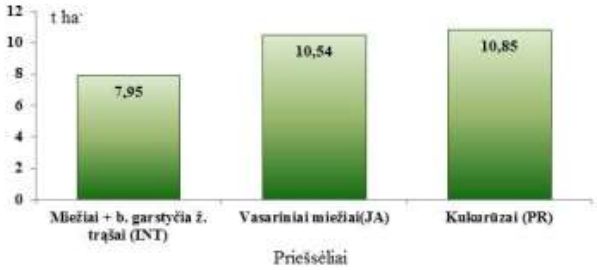
122 paveikslas. Priešsėlių įtaka bulvių gumbų sausųjų medžiagų derlingumui 2020 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, NOR – Norfolko, PR – priefermio, SI – sideracinė sėjomaina.

Bulvėms 2021 metai buvo nepalankūs dėl didelės penkių savaičių įvykusios kaitros, kurios pasekoje derlius nebuvo didelis. Įvertinus dvejus tyrimo metus nustatyta, kad stabilų derlių išlaikė sideracinėje sėjomainoje auginamos bulvės, kur priešsėlis žieminiai rugiai (123 pav.).



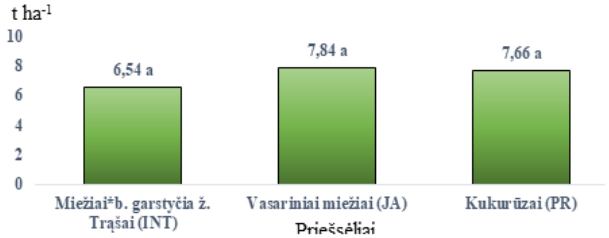
123 paveikslas. Priešsėlių įtaka bulvių gumbų sausųjų medžiagų derlingumui, 2021 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). INT – intensyvi, NOR – Norfolko, PR – priefermio, SI – sideracinė sėjomaina.

Vikių-avižų mišinys laikomas nereikliu priešsėliams augalu, tačiau tyrimų metais mūsų lauko eksperimente gauti skirtumai akivaizdūs. Didžiausias sausųjų medžiagų derlius gautas po vasarinių miežių bei po kukurūzų, abiejose sėjomainose tręšiama mėšlu (124 pav.). Po šių priešsėlių vikių-avižų mišinio sausųjų medžiagų masės gauta 32,6-36,5 proc. daugiau, nei po miežių su tarpiniu pasėliu žaliajai trąšai. Šiuo atveju vikių avižų mišinio derlingumą galėjo mažinti įsėtas dobilų-motiejukų įsėlis.



124 paveikslas. Priešsėlių įtaka vikių-avižų mišinio sausųjų medžiagų derlingumui 2020 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, JA – javų , PR – priefermio sėjomaina.

Vikių ir avižų mišinio sausųjų medžiagų derlingumui teigiamą įtaką turėjo priešsėliai kukurūzai, kurie auginami priefermio sėjomainoje ir vasariniai miežiai, kurie auginami javų sėjomainoje (125 pav.). Derliai tarp sėjomainų esminių skirtumų neturėjo. Ši tendencija išsilaikė abejais tyrimo metais.

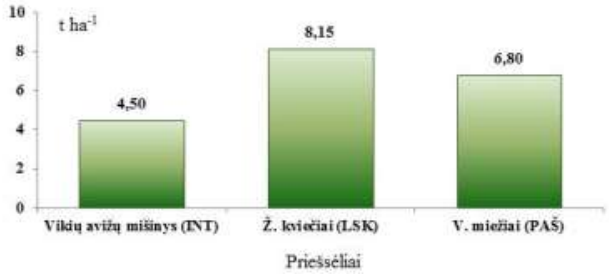


125 paveikslas. Priešsėlių įtaka vikių-avižų mišinio sausųjų medžiagų derlingumui, 2021 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, JA – javų , PR – priefermio sėjomaina.

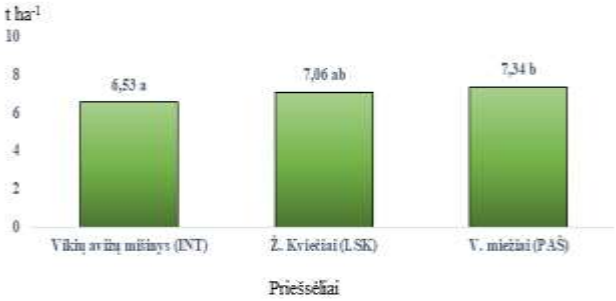
Sėjomainų kolekcijoje daugiametės žolės įsėjamos į žieminius kviečius, vasarinius miežius ir vikių-avižų mišinį (126 pav.).

Geriausias I pjūties žolės produktyvumas gautas daugiametes žoles įsėjus į žieminius kviečius. Panašus derlingumas buvo ir įsėjus į vasarinius miežius. Į vikių avižų mišinį įsėtų daugiamečių žolių produktyvumas pirmaisiais naudojimo metais buvo 51,1-81,1 proc. mažesnis nei įsėjus į vasarinius miežius ir žieminius kviečius.

2021 metais įvertinus I naudojimo metų daugiamečių žolių produktyvumą, nustatyta, kad didžiausias produktyvumas pašarinėje sėjomainoje, kur priešsėlis vasariniai miežiai ir jis yra esmingai didesnis 1,12 karto lyginant su vikių ir avižų mišiniu taikomu intensyvioje sėjomainoje (127pav.).



126 paveikslas. Priešsėlių įtaka I n.m. daugiamečių žolių sausosios masės derlingumui 2020 m.
Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05).
INT – intensyvi, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, PAŠ – pašarinė sėjomaina.



127 paveikslas. Priešsėlių įtaka I n.m. daugiamečių žolių sausosios masės derlingumui 2021 m. Pastaba: a-d Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ta pačia raide, esminių skirtumų nenustatyta (P < 0,05). INT – intensyvi, LSK – lauko su kaupiamaisiais augalais, PAŠ – pašarinė sėjomaina.

Vikių ir avižų mišinys buvo prasčiausias priešsėlis I naudojimo metų daugiametėms žolėms įvertinus tiek 2020 tiek 2021 metus.

Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų rezultatų apibendrinimas.

1. Po daugiau kaip pusšimčio metų skirtingos augalų kaitos ypač išryškėjo daugiamečių žolių ir tręšimo mėšlu teigiamas poveikis dirvožemio derlingumui. Didžiausi organinės anglies ir suminio

azoto kiekiai nustatyti sėjomainose, kuriose auginamos daugiametės žolės ar/ir tręšiama mėšlu: Norfolko, pašarinėje, lauko su kaupiamaisiais ir intensyvioje. Sideracinėje sėjomainoje, kurioje dirvožemio derlingumui palaikyti auginti įvairūs augalai žaliajai trąšai, dirvožemio organinės anglies ir suminio azoto kiekiai didžiausi pirmais metais po žaliosios trąšos įterpimo, o vėliau - esmingai mažėja. Sideratų žaliosios trąšos teigiamas poveikis trunka tik 1-2 metus, jie veikia kaip trumpalaikė trąša. Javų ir trilaukėje sėjomainose bei rugių monopasėlyje dirvožemio derlingumas mažesnis. Nuolatiniame juodajame pūdyme organinės anglies ir suminio azoto buvo iki 2 kartų mažiau nei Norfolko sėjomainoje. Mėšlu netręšiamas juodasis pūdymas dirvožemio derlingumą mažina labiausiai. Didžiausią organinės anglies kaupimo potencialą turi: a) Norfolko tipo sėjomainos, kur kasmet dirvožemio derlingumą mažinantys augalai yra pakeičiami dirvožemio derlingumą didinančiais, b) intensyvios tarpiniais pasėliais prisotintos sėjomainos, c) lauko ir pašarinės sėjomainos su daugiametėmis žolėmis ir plačia augalų kaita.

2. Visi žemės ūkio augalai didino CO_2 išsiskyrimą iš dirvožemio. Didžiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas nustatytas pašarinėje ir Norfolko sėjomainose, kuriose augintos daugiametės žolės arba tręšta mėšlu. Nuolatiniame pūdyme ir trilaukėje sėjomainoje (kurioje taip pat yra juodas pūdymas) ir rugių monopasėlyje nustatytas mažiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas. Priešsėliai su didesniu organinių liekanų įnašu skatina CO_2 emisijas.
3. Sėjomainos augalų poveikis po jų einančių žemės ūkio augalų derliaus potencialui daugeliu atvejų išlieka esminis. Dabartinėmis intensyvaus ūkininkavimo ir klimato kaitos sąlygomis ilgalaikės augalų kaitos reikšmė nemažėja. Nors rugiai iš visų žemės ūkio augalų yra mažiausiai jautrūs priešsėliui, tačiau ir jų derlingumas monopasėlyje (nekaitant daugiau kaip 50 metų) esmingai sumažėja. Tik optimalus tręšimas mineralinėmis trąšomis ir šiuolaikinių augalų apsaugos priemonių naudojimas palaiko nors ir esmingai mažesnį negu sėjomainose, bet stabilų monopasėlio derlingumą. Žieminių rugių derlingumas gautas net 12,2-18,4 proc. didesnis patręšus galvijų mėšlu žolinėje ir pūdyminėje grandyse. Iš visų javų žieminiai kviečiai jautriausi priešsėliui, tinkamiausi - daugiausia organikos dirvožemyje paliekantys. Vasariniai miežiai produktyvesni būna pasėti po kaupiamųjų augalų ir sėjomainose, kuriose bent vienas narys per rotaciją tręšiamas organinėmis trąšomis.

2021 m. TARPINĖS ATASKAITOS IŠVADOS

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas ekonominiu požiūriu atskleidė, kad:

1. Ariminės technologijos reikalavo didesnių kaštų nei neariminės. Vidutinio sunkumo priemolyje, trijų rotacijos augalų auginimo suminiai vidutiniai kaštai tausojamojoje ariminėje technologijoje buvo 10% mažesni nei intensyviojoje ariminėje, o tausojamojoje neariminėje - 14% mažesni nei intensyvioje neariminėje. Smėlingame lengvame priemolyje kaštų skirtumai siekė atitinkamai 26% ir 31%.
2. Intensyvi arminė technologija lėmė didžiausią derlių, antroje vietoje - intensyvi neariminė, trečioje – tausojamoji ariminė ir ketvirtoje – tausojamoji neariminė. Žieminių kviečių derliaus skirtumas tarp kontrastingiausių intensyvios ariminės (CT-3) ir tausojamosios neariminės (NT-2) technologijų vidutinio sunkumo priemolyje buvo 10%, smėlingame lengvame priemolyje – 11%. Žirnių derliaus skirtumai atitinkamose technologijose ir atitinkamuose dirvožemiuose buvo 12% ir 9%, o vasarinių miežių derliaus skirtumai 22% ir 11%.

3. Visų tipų (kiaulių, vištų, karvių mėšlo) biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas esmingai didino miežių grūdų derlingumą, o iš kiaulių ir vištų mėšlo pagaminto biosubstrato naudojimas augalų tręšimui savo įtaka grūdų produktyvumui prilygo sintetinėms azoto trąšoms.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas energetiniu požiūriu atskleidė, kad:

1. Mažiausios kuro sąnaudos vienai tonai derliaus išauginti nustatytos taikant tausojamąją neariminę technologiją, o didžiausios – taikant intensyvią ariminę technologiją.
2. Tausojamosios (įprastinės) žemės ūkio technologijos leidžia sumažinti mineralinių trąšų normas vidutiniškai 47%, palyginus su intensyviomis žemės ūkio technologijomis.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas aplinkosauginiu požiūriu nustatyta, kad:

1. Abiejuose dirvožemiuose, trijų rotacijos augalų suminės santykinės emisijos buvo pakankamai artimos visose technologijose. Vidutinio sunkumo priemolyje, emisijų skirtumas tarp technologijų sudarė 1-2%. Smėlingame lengvame priemolyje, labiau išsiskyrė neariminės technologijos, kurių emisijos 3% mažesnės nei naudotų ariminių technologijų.
2. Visi žemės ūkio augalai didino CO_2 išsiskyrimą iš dirvožemio. Didžiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas nustatytas pašarinėje ir Norfolko sėjomainose, kuriose augintos daugiametės žolės arba tręšta mėšlu. Nuolatiniame pūdyme ir trilaukėje sėjomainoje (kurioje taip pat yra juodas pūdymas) ir rugių monopasėlyje nustatytas mažiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas. Priešsėliai su didesniu organinių liekanų įnašu skatina CO_2 emisijas.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas dirvosauginiu požiūriu nustatyta, kad:

1. Ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas lemia augalų mitybos elementų ir organinės anglies stratifikaciją – jie koncentruojasi armens viršutiniame 0-10 cm sluoksnyje.
2. Taikant įprastinę neariminę technologiją, organinės anglies sekvestracija buvo spartesnė nei abiejose ariminėse technologijose ir intensyvioje neariminėje technologijoje.
3. Ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas didina dirvožemio agregatų patvarumą, bendrąjį poringumą, mezoporų tūrį ir vandentalpą 0-10 cm dirvos sluoksnyje, bet mažina 10-20 cm sluoksnyje.
4. Taikant arimines žemės dirbimo technologijas, didžiausią organinės anglies kaupimo potencialą turi: a) Norfolko tipo sėjomainos, kur kasmet dirvožemio derlingumą mažinantys augalai yra pakeičiami dirvožemio derlingumą didinančiais, b) intensyvios tarpiniais pasėliais prisotintos sėjomainos, c) lauko ir pašarinės sėjomainos su daugiametėmis žolėmis ir plačia augalų kaita.

2. REZULTATAI

2.1. Ilgalaikio (1999-2022 m.) žemės ūkio technologijų taikymo įtaka skirtingos granuliometrinės sudėties dirvožemių savybėms

Pastaba: projekto uždaviniuose buvo numatyta analizuoti tik smėlingo lengvo priemolio duomenis. Tačiau atlikus ilgalaikių eksperimentų kameralinius darbus, tecnologijų aplinkosauginio, ekonominio vertinimo analizė buvo praplėsta, įtraukiant dirvožemio bei visų sėjomainos rotacijos augalų ir rezultatus ne tik iš smėlingo lengvo priemolio, bet ir iš vidutinio sunkumo priemolio.

Mūsų dienomis, ES savo dokumentuose akcentuoja dirvožemio kokybės prastėjimą Europoje - dirvožemio fizikinių savybių blogėjimą, augalams pasiekiamos drėgmės bei organinės medžiagos kiekio mažėjimą ir augalų mitybos disbalansą. Lietuvoje taip pat naudojamos įvairaus intensyvumo žemdirbystės sistemos, tad pokyčiai, vykstantys dirvožemyje taikant kontrastingas žemdirbystės sistemas, Lietuvos žemdirbiams taip pat aktualūs. 2021 metų tarpinėje ataskaitoje pateikėme dirvožemio savybes tik vasarinių miežių auginimo metais ir tik smėlingame lengvame priemolyje. Baigiamojoje ataskaitoje apžvelgsime ir vidutinio sunkumo priemolio savybes. Vasariniai miežiai Dotnuvoje, ilgalaikiame lauko eksperimente (1999-2021) buvo auginami 2003, 2008, 2013 ir 2016 m. Skyrėsi ir technologijos, ir meteorologinės auginimo sąlygos, ir derliai. Skirtingų technologijų ilgalaikis taikymas lėmė nevienodus šių savybių pokyčius. Taikant gana intensyvią komercinę sėjomainą (žieminiai kviečiai, vasariniai rapsai, vasariniai kviečiai, vasariniai miežiai, žirniai) ryškiausi pokyčiai vasarinių miežių pasėlyje nustatyti 0-10 cm dirvožemio sluoksnyje. Ilgametis NT žemės dirbimo taikymas lėmė ariamojo sluoksnio diferenciaciją į labiau derlingą, augalų maisto medžiagomis turtingą viršutinį (0-10 cm) ir mažiau derlingą – apatinį (10-20 cm) sluoksnį.

2.1.1. Vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio agrocheminės savybės

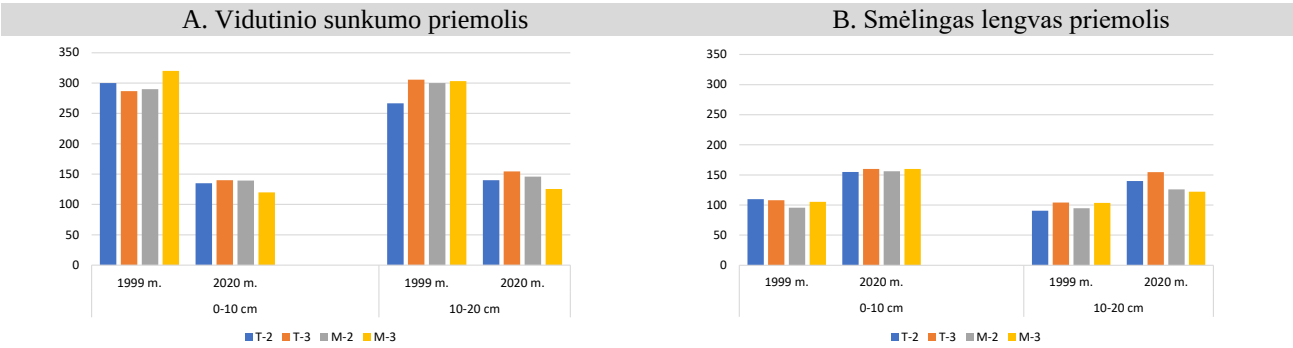
Dirvožemio judrusis P_2O_5. Du tikslieji lauko eksperimenti buvo įrengti 1999 metais vidutinio sunkumo priemolio ir smėlingo lengvo priemolio dirvoje. Tada armens (0-20 cm) dirvožemis vidutinio sunkumo priemolio bandyme buvo didelio fosforingumo (armenyje vidutiniškai 297 mg/kg P_2O_5), o smėlingo lengvo priemolio bandyme - vidutinio fosforingumo (armenyje vidutiniškai 101 mg/kg P_2O_5). Dėl didelio fosforingumo vidutio sunkumo priemolio bandyme buvo naudojamo tik mineralinės NK trąšos, o P trąšų iki 2022 metų nenaudojome. Tuo tarpu, vidutinio fosforingumo smėlingame lengvame priemolyje kasmet sėjomainos augalai buvo tręšiami visomis pagrindinėmis mineralinėmis NPK trąšomis.

Per 1999-2020 metų laikotarpį, nepriklausomai nuo taikytų technologijų ir tręšimo intensyvumo, vidutinio sunkumo priemolyje, nenaudojant P trąšų, judriojo P_2O_5 koncentracija 0-10 cm dirvos sluoksnyje sumažėjo vidutiniškai 51-63%, 10-20 cm sluoksnyje – 48-59% (128 pav. A, 52 ir 53 lentelės).

Smėlingame lengvame priemolyje, kuriame naudojome visas NPK trąšas, jau 2003 m. išryškėjo stratifikacijos pirmosios pasekmės - buvo nustatytas ryškus fosforo susikaupimas NT žemės dirbimo sistemos 0-10 cm sluoksnyje. NT-2 ir NT-3 sistemose judriojo P_2O_5 kiekis šiame sluoksnyje buvo atitinkamai 31% ir 25% didesnis nei 10-20 cm dirvožemio sluoksnyje. 2016 metais šie skirtumai jau siekė atitinkamai 32% ir 46%. Atlikus dirvožemio laboratorines analizes 2020 metais ir atlikus 1999-2020 metų laikotarpio palyginamuosius skaičiavimus, nustatyta, kad per šį laikotarpį judriojo P_2O_5 koncentracija 0-10 cm dirvos sluoksnyje, CT-2 ir CT-3 sistemose padidėjo vidutiniškai 41-48%, o armens 10-20 cm sluoksnyje – 49-54%. NT-2 ir NT-3 sistemose – atitinkamai 52-63% ir 18-33%. Kitaip tariant, kasmet įnešant fosforo normas pagal dirvožemio savybes ir planuojamus derlius, po dvidešimties metų judriojo P_2O_5 kiekis armenyje esmingai padidėjo, tačiau CT sistemose visame armenyje buvo pasiskirstęs beveik vienodai, o NT-2 ir NT-3 sistemose 0-10 cm sluoksnyje jis buvo atitinkamai 23% ir 29% didesnis nei 10-20 cm dirvožemio sluoksnyje (128 pav. B, 52 ir 53 lentelės).

Apibendrinimas. Vidutinio sunkumo priemolyje, nenaudojant P trąšų, per 20 metų dirvožemio fosforingumas sumažėjo nuo didelio fosforingumo iki vidutinio fosforingumo. Tai riba, kada jau reikia vėl pradėti naudoti P trąšas. Nei žemės dirbimas (ariminis, neariminis), nei technologijų intensyvumas (intensyvi su gausiu tręšimu, įprastinė su tausojančiu tręšimu) neturėjo esminės įtakos fosforingumo kitimo skirtumams – dirvožemio fosforingumas ženkliai sumažėjo visose sistemose ir visame armenyje.

Smėlingame lengvame priemolyje, kasmet naudojant P trąšas, per 20 metų skirtinguose armens sluoksniuose įvyko skirtingi dirvožemio fosforingumo pokyčiai, nulemti visų pirma žemės dirbimo. 0-10 cm sluoksnyje dirvožemis iš vidutinio fosforingumo visose sistemose tapo fosforingu, tačiau šie teigiami pokyčiai CT sistemose siekė 41-48%, o NT sistemose – net 52-63%. 10-20 cm sluoksnyje dirvožemis per 20 metų iš mažo ar vidutinio fosforingumo visose sistemose tapo/išliko vidutinio fosforingumo. Visgi, šiame dirvos sluoksnyje CT sistemų taikymas dirvožemio fosforingumą pagerino 49-54%, o NT taikymas – tik 18-33%.



128 paveikslas. Dirvožemio judrusis P_2O_5 (mg/kg) skirtingose ilgamečių lauko eksperimentų žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

52 lentelė. Dirvožemio judriojo P_2O_5 rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	Vidutinio sunkumo priemolis		Smėlingas lengvas priemolis	
	1999 m.	2020 m.	1999 m.	2020 m.
0-10 cm	28,1	22,2	11,2	15,3
10-20 cm	22,6	20,9	15,7	15,0

53 lentelė. Dirvožemio judriojo P_2O_5 stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm					
	Vidutinio sunkumo priemolis			Smėlingas lengvas priemolis		
	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %
CT-2	1,13	0,96	-14	1,21	1,11	-8
CT-3	0,94	0,91	-3	1,04	1,04	0
NT-2	0,97	0,96	-1	1,01	1,24	+23
NT-3	1,05	0,96	-9	1,02	1,31	+29

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Dirvožemio judrusis K_2O. Įrengus lauko eksperimentus (1999 m.), armens (0-20 cm) dirvožemis vidutinio sunkumo priemolio bandyme buvo didelio kalingumo (armenyje vidutiniškai 259 mg/kg K_2O), o smėlingo lengvo priemolio bandyme - vidutinio kalingumo/kalingas (armenyje vidutiniškai 151 mg/kg K_2O).

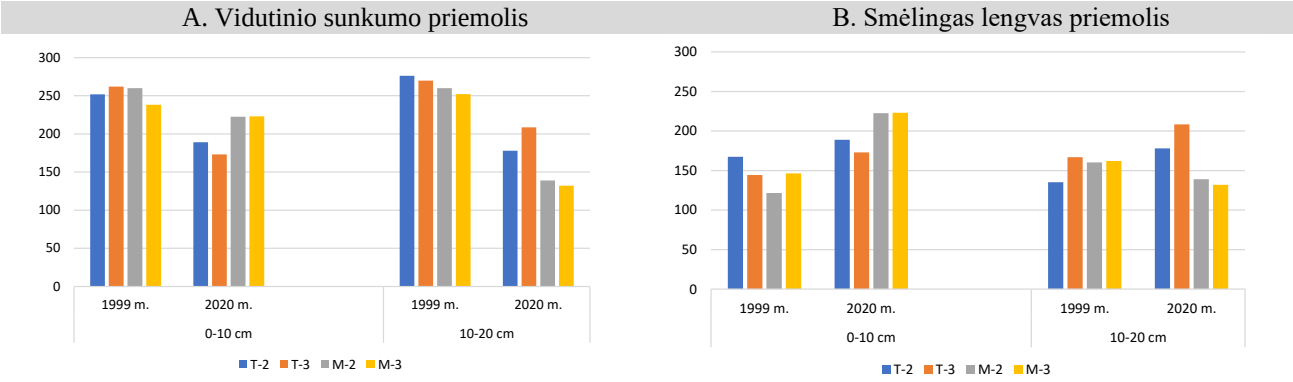
Per 1999-2020 metų laikotarpį, vidutinio sunkumo priemolyje, judriojo K_2O koncentracija 0-10 cm dirvos sluoksnyje, CT sistemose sumažėjo vidutiniškai 25-34%, o NT sistemose – 6-14%. 10-20 cm sluoksnyje K_2O kiekio sumažėjimas CT sistemose siekė 23-36%, o NT sistemose neigiami pokyčiai buvo daug didesni ir siekė 47-48% (129 pav. A, 54 ir 55 lentelės). Taigi, stratifikacija NT sistemose padidėjo net 60-70%.

Smėlingame lengvame priemolyje, atlikus dirvožemio rodiklių 1999-2020 metų laikotarpio palyginamuosius skaičiavimus, nustatyta, kad per šį laikotarpį judriojo K_2O koncentracija 0-10 cm dirvos sluoksnyje, CT-2 ir CT-3 sistemose padidėjo vidutiniškai 13-20%, o armens 10-20 cm sluoksnyje – 25-32%. NT-2 ir NT-3 sistemose judriojo K_2O koncentracija 0-10 cm dirvos sluoksnyje padidėjo itin ryškiai – net 52-83%, tačiau 10-20 cm sluoksnyje fiksavome K_2O koncentracijos sumažėjimą 13-19%. Kitaip tariant, per tyrimų laikotarpį labai ryški tapo K_2O stratifikacija - K_2O kiekių santykis 0-10 cm/10-20 cm sluoksniuose per 1999-2020 metų laikotarpį NT-2 sistemoje išaugo 111%, o NT-3 sistemoje 87% (129 pav. B, 54 ir 55 lentelės).

Apibendrinimas. Vidutinio sunkumo priemolyje, per 20 metų dirvožemis iš didelio kalingumo tapo tik kalingu. Nei žemės dirbimas (ariminis, neariminis), nei technologijų intensyvumas (intensyvi su gausiu tręšimu, įprastinė su tausojančiu tręšimu) neturėjo esminės įtakos kalingumo sumažėjimo stabdymui – dirvožemio kalingumas sumažėjo visose sistemose ir visame armenyje.

Smėlingame lengvame priemolyje, per 20 metų skirtinguose armens sluoksniuose įvyko skirtingi dirvožemio kalingumo pokyčiai, nulemti visų pirma žemės dirbimo. 0-10 cm sluoksnyje dirvožemis iš vidutinio kalingumo visose sistemose tapo kalingu, tačiau šie teigiami pokyčiai CT sistemose siekė 13-20%, o NT sistemose – net 52-83%. 10-20 cm sluoksnyje dirvožemis per 20 metų CT sistemose iš vidutinio kalingumo tapo kalingu, o NT sistemose – iš kalingo sumažėjo iki vidutinio kalingumo.

Kuo gausesnis tręšimas mineralinėmis trąšomis, tuo didesnis šių mitybos elementų kiekis, nesunaudotas augalų, lieka dirvos viršutiniame sluoksnyje. Kaip įvardinti šį reiškinį? Judrusis dirvožemio fosforas – mažai mobilus elementas, kalis – mobilus elementas. Vadinasi, minimalizuojant žemės dirbimą ir šiems mitybos elementams kaupiantis dirvos paviršiuje, yra mažesnis pavojus teršti gruntinius vandenis. Kita vertus, fosforui ir kaliui labiau koncentruojantis viršutiniame dirvožemio sluoksnyje iškyla pavojus, jog jie su paviršiniais (lietaus, sniego tirpsmo ir pan.) vandenimis gali greičiau patekti į atvirus vandens telkinius. Tai labai aktualu kalvotuose, vandens erozijai jautriuose regionuose. Visgi, manytume, kad ryški P ir K stratifikacija – tai neigiamas reiškinys, iš esmės keičiantis dirvožemio cheminę kokybę. Dėl pakitusios P ir K koncentracijos atskiruose dirvožemio sluoksniuose kinta augalų mitybos pobūdis, keičiasi mikroorganizmų terpė ir t.t.



129 paveikslas. Dirvožemio judriojo K_2O kiekiai (mg/kg) skirtingose ilgamečių lauko eksperimentų žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

54 lentelė. Dirvožemio judriojo K_2O rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

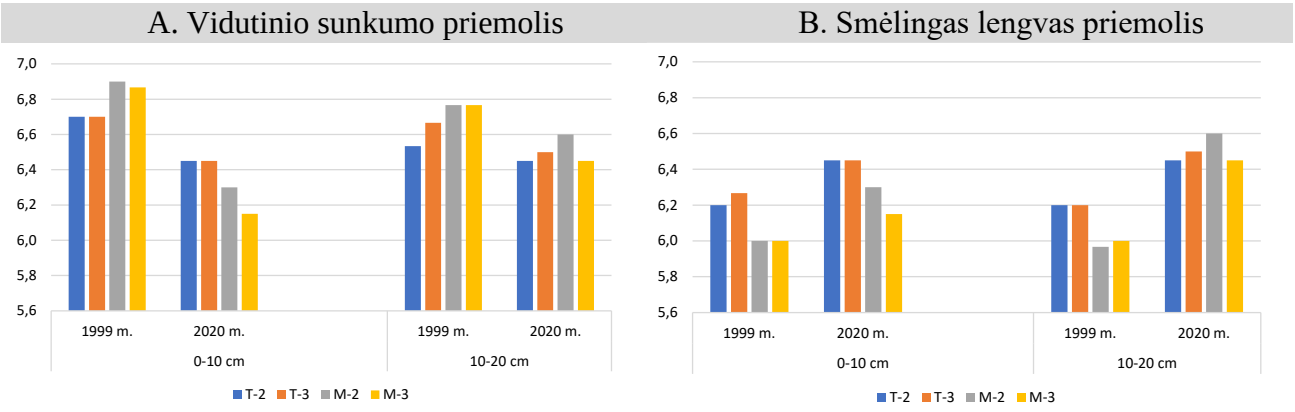
Dirvos gylis	Vidutinio sunkumo priemolis		Smėlingas lengvas priemolis	
	1999 m.	2020 m.	1999 m.	2020 m.
0-10 cm	22,4	16,7	20,6	14,2
10-20 cm	25,3	18,5	21,8	18,1

55 lentelė. Dirvožemio judriojo K_2O stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm					
	Vidutinio sunkumo priemolis			Smėlingas lengvas priemolis		
	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %
CT-2	0,91	1,06	+16	1,24	1,06	-14
CT-3	0,97	0,83	-15	0,86	0,83	-4
NT-2	1,00	1,60	+60	0,76	1,60	+111
NT-3	0,94	1,69	+79	0,90	1,69	+87

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Dirvožemio pH. Dirvožemio pH lauko eksperimentų įrengimo metais, vidutinio sunkumo priemolyje svyravo 6,6-6,8 ribose (130 pav. A, 56-57 lentelės). Per 1999-2020 m. laikotarpį CT sistemose, 0-10 cm dirvos sluoksnyje pH sumažėjo vidutiniškai 4%, o 10-20 cm sluoksnyje 1-3%. NT sistemose 0-10 ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose registravome pH sumažėjimą atitinkamai 9-10% ir 2-5%. Tikėtina, jog pH sumažėjimą lėmė ilgalaikis N trąšų naudojimas.



130 paveikslas. Dirvožemio pH kitimas skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

56 lentelė. Dirvožemio pH rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	Vidutinio sunkumo priemolis		Smėlingas lengvas priemolis	
	1999 m.	2020 m.	1999 m.	2020 m.
0-10 cm	0,195	0,172	0,213	0,169
10-20 cm	0,203	0,117	0,226	0,121

Lauko eksperimentų įrengimo metais, smėlingame lengvame priemolyje pH svyravo 6,0-6,2 ribose (130 pav. B, ir 56-57 lentelės). Per 1999-2020 m. laikotarpį CT sistemose, 0-10 cm dirvos sluoksnyje pH padidėjo 3-4%, o 10-20 cm sluoksnyje 4-5%. NT sistemose 0-10 ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose registravome pH padidėjimą atitinkamai 3-5% ir 8-11%.

Dirvožemio pH pokyčiams taip pat būdinga stratifikacija. 0-10 cm dirvos sluoksniui labiau rūgštėjant, reikšmių santykis *0-10 cm / 10-20 cm* mažėjo. Per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį šis santykis vidutinio sunkumo priemolyje CT sistemose pakito nežymiai, t.y. sumažėjo tik 1-2%, tačiau NT sistemose šio santykio sumažėjimas 6% rodo rūgštėjimo tendenciją. Smėlingame lengvame priemolyje CT sistemose pH pakito nežymiai, t.y. 2% sumažėjo tik CT-3 sistemoje, tačiau NT sistemose šis santykis sumažėjo 5%.

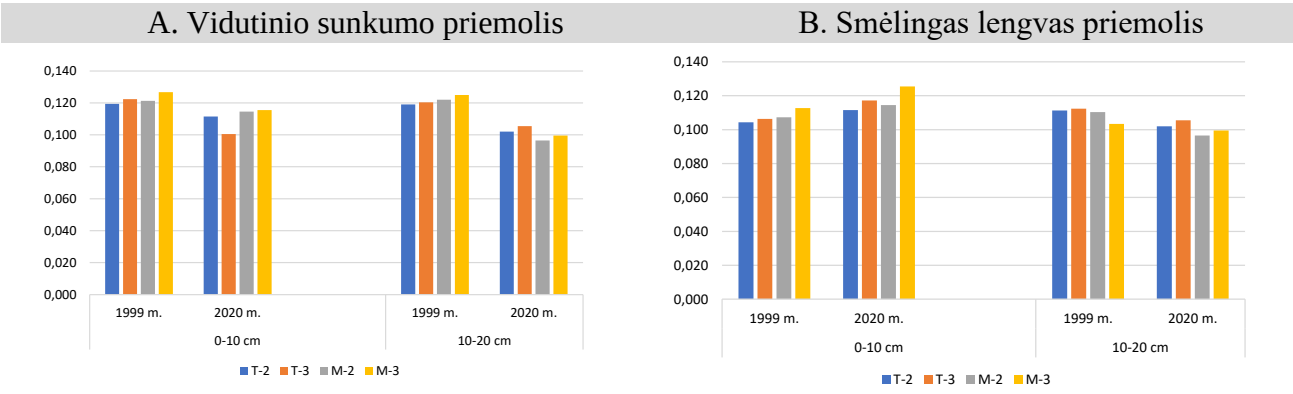
57 lentelė. Dirvožemio pH stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm					
	Vidutinio sunkumo priemolis			Smėlingas lengvas priemolis		
	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %
CT-2	1,03	1,00	-2	1,00	1,00	0
CT-3	1,01	0,99	-1	1,01	0,99	-2
NT-2	1,02	0,95	-6	1,01	0,95	-5
NT-3	1,01	0,95	-6	1,00	0,95	-5

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Dirvožemio suminis azotas (N-sum). N-sum kiekis dirvožemyje – mažai kintantis dydis /Halvorson, 2001; Kaye et al., 2002; Kaye et al., 2003/. Tačiau yra nuorodų ir į tai, kad N-sum kiekį dirvožemyje gali įtakoti drėgmė, metų laikas, taikomos agrotechnologijos. Dar kiti tyrėjai nurodo, kad N-sum nėra absoliučiai nekintantis dydis, o jo pokyčiai galimi dėl dirvožemio kvėpavimo (biocheminių – biofizikinių procesų komplekso) intensyvumo /Bowden et al, 2004/.

Dirvožemio N-sum koncentracija per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį vidutinio sunkumo priemolyje, CT sistemose sumažėjo 0-10 cm armens sluoksnyje 7-18%, o 10-20 cm sluoksnyje 12-14%. NT sistemose sumažėjimas 0-10 cm armens sluoksnyje siekė 6-9%, o 10-20 cm sluoksnyje 20-21% (131 pav. A, ir 58-59 lentelė). Smėlingame lengvame priemolyje, N-sum koncentracija per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį CT sistemose 0-10 cm armens sluoksnyje padidėjo 7-10%, o 10-20 cm sluoksnyje sumažėjo 6-8%. NT sistemose padidėjimas 0-10 cm armens sluoksnyje siekė 7-11%, o 10-20 cm sluoksnyje – sumažėjimas 4-13% (131 pav. B, ir 58-59 lentelė).



131 paveikslas. Dirvožemio N-sum kitimas skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

N-sum stratifikacija neariminio žemės dirbimo sistemoje (NT) taipogi buvo ryški. Per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį šioje sistemoje reikšmių santykis *0-10 cm / 10-20 cm* dirvos sluoksniuose vidutinio sunkumo priemolyje padidėjo 15-19%, o smėlingame lengvame priemolyje 16-22%.

Apibendrinimas. Vidutinio sunkumo priemolyje, per 20 metų dirvožemyje N-sum koncentracija sumažėjo. Nei žemės dirbimas (ariminis, neariminis), nei technologijų intensyvumas (intensyvi su gausiu tręšimu, įprastinė su tausojančiu tręšimu) neturėjo esminės įtakos šio mažėjimo švelninimui visame armenyje. Tikėtina, kad dirvožemyje, turtingesniame organinėmis medžiagomis, susidarė palankesnė fizikocheminė terpė – geresnis drėgmės režimas, geresnė struktūra lėmė palankesnes sąlygas N-sum pereiti į augalams prieinamus junginius ir būti jų pasisavintam. Todėl N-sum koncentracija, nepaisant įterpamų N trąšų, nuosekliai mažėjo.

Smėlingame lengvame priemolyje, per 20 metų skirtinguose armens sluoksniuose turinčiuose nedaug organinių medžiagų, nesusidarė palanki fizikocheminė terpė – apsunkintas drėgmės režimas, prastesnė struktūra nelėmė palankių sąlygų N-sum pereiti į augalams lengvai prieinamus junginius, todėl N-sum koncentracija, nuosekliai didėjo.

58 lentelė. Dirvožemio N-sum rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	Vidutinio sunkumo priemolis		Smėlingas lengvas priemolis	
	1999 m.	2020 m.	1999 m.	2020 m.
0-10 cm	0,0021	0,0109	0,0028	0,0029
10-20 cm	0,0022	0,0072	0,0051	0,0041

59 lentelė. Dirvožemio N-sum stratifikacija

	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm					
	Vidutinio sunkumo priemolis			Smėlingas lengvas priemolis		
	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %
CT-2	1,00	1,09	+9	0,94	1,09	+17
CT-3	1,02	0,95	-6	0,95	1,11	+17
NT-2	0,99	1,19	+19	0,97	1,19	+22
NT-3	1,01	1,16	+15	1,09	1,26	+16

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Dirvožemio organinė anglis (C-org). Lauko eksperimento įrengimo metais, vidutinio sunkumo priemolyje dirvožemis buvo vidutinio humusingumo (2,04-2,19 proc.vnt humuso arba 1,54-1,87 proc.vnt C-org). Per 1999-2020 m. laikotarpį, CT sistemose C-org koncentracija dirvos 0-10 cm sluoksnyje sumažėjo 20-25%, o 10-20 cm sluonsyje 21-22%. NT sistemose C-org koncentracija dirvos 0-10 cm sluoksnyje sumažėjo 15%, o 10-20 cm sluonsyje 24-32% (132 pav. A, ir 60-61 lentelė).

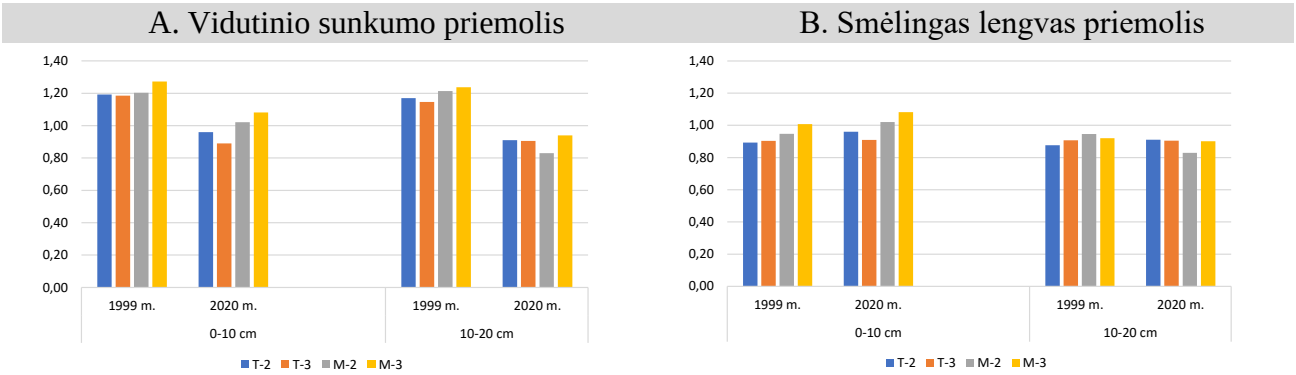
Įrengimo metais, smėlingame lengvame priemolyje dirvožemis buvo mažo humusingumo (1,54-1,74 proc.vnt humuso arba 0,89-1,01 proc.vnt C-org). Per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį, CT sistemose C-org koncentracija dirvos 0-10 cm sluoksnyje padidėjo 1-7%, o 10-20 cm sluonsyje 0-4%. NT sistemose C-org koncentracija dirvos 0-10 cm sluoksnyje padidėjo 7-8%, o 10-20 cm sluonsyje sumažėjo 2-12% (132 pav. B, ir 60-61 lentelė).

Organinės anglies (humuso) stratifikacija neariminio žemės dirbimo (NT) sistemose buvo ryški abiejuose bandymuose. Per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį šioje sistemoje reikšmių santykis *0-10 cm / 10-20 cm* dirvos sluoksniuose vidutinio sunkumo priemolyje padidėjo 12-24%, o smėlingame lengvame priemolyje 10-23%. CT sistemose šis santykis iš esmės nepakito.

OM skaidymo intensyvumą ir pobūdį parodo C/N santykis. Didelis C/N santykis lemia ilgą organinių medžiagų (OM) virsmo dirvožemyje trukmę, ir tokia OM pagerina dirvožemio agregaciją. Žemas C/N santykis rodo, kad OM sparčiai skaidosi. Optimalus C/N santykis yra apie 10.

Vidutinio sunkumo priemolyje, dirvožemio C/N santykis bandymo įrengimo metais (1999 m.) svyravo nuo 9,69 iki 10,04 viršutiniame 0–10 cm armens sluoksnyje, ir nuo 9,53 iki 9,95 – apatiniame

10-20 cm sluoksnyje. Per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį, CT sistemose C/N santykis 0-10 cm dirvos sluoksnyje sumažėjo 9-14%, o 10-20 cm sluoksnyje 9-10%. NT sistemose šie pokyčiai buvo labai panašūs – atitinkamai 7-10% ir 5-14%. Taigi, ariminio žemės dirbimo pakeitimas neariminiu nebuvo pranašesnis – C-org mineralizacija nesulėtėjo. Svarbu ir tai, kad tiek ariminės, tiek ir neariminės technologijų intensyvumo mažinimas (įprastinė su tausojančiu tręšimu) lėmė netgi ryškesnį C/N santykio sumažėjimą (133 pav. A).



132 paveikslas. Dirvožemio C-org kitimas skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

60 lentelė. Dirvožemio C-org rodiklių mažiausia patikimo skirtumo riba (R_{05})

Dirvos gylis	Vidutinio sunkumo priemolis		Smėlingas lengvas priemolis	
	1999 m.	2020 m.	1999 m.	2020 m.
0-10 cm	0,052	0,072	0,063	0,101
10-20 cm	0,081	0,063	0,069	0,116

61 lentelė. Dirvožemio C-org bei C/N santykio stratifikacija

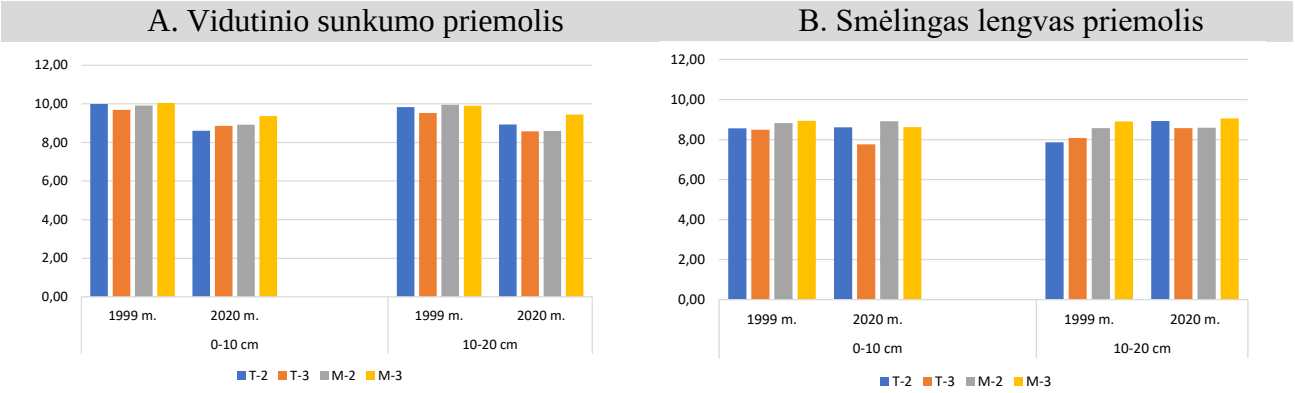
	Santykis 0-10 cm / 10-20 cm					
	Vidutinio sunkumo priemolis			Smėlingas lengvas priemolis		
	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %	1999 m.	2020 m.	1999-2020 pokytis %
CT-2	1,02	1,05	+3	1,02	1,05	+3
CT-3	1,03	0,98	-5	1,00	1,01	+1
NT-2	0,99	1,23	+24	1,00	1,23	+23
NT-3	1,03	1,15	+12	1,09	1,20	+10

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Smėlingame lengvame priemolyje, dirvožemio C/N santykis bandymo įrengimo metais (1999 m.) svyravo nuo 8,56 iki 8,94 viršutiniame 0–10 cm armens sluoksnyje, ir nuo 7,87 iki 8,91 – apatiniame 10-20 cm sluoksnyje. Per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį, C/N santykis 0-10 cm dirvos sluoksnyje sumažėjo tik CT-3 (9%) ir NT-3 (4%) sistemose, o CT-2 ir NT-2 sistemose – iš esmės nepakito. 10-20 cm sluoksnyje CT sistemose C/N santykis padidėjo 6-13%, o NT sistemose esminių pokyčių neįvyko. Taigi, ariminio žemės dirbimo pakeitimas neariminiu nebuvo pranašesnis – C-org mineralizacija praktiškai nesulėtėjo (133 pav. B).

Ar tikslinga visuose dirvožemiuose taikyti tiesioginę sėją manant jog ji garantuos didesnes organinės C sankaupas, nei tradicinis žemės dirbimas? Tyrimai parodė, kad tik sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiuose neariminio žemės dirbimo efektas C-org sankaupoms yra

ryškus, ir tik viršutiniame dirvos sluoksnyje (62 lentelė). Be to, sankaupų pokyčiai labai priklauso nuo to, ar yra įterpiamos augalinės liekanos (šiaudai), ar jos pašalinamos iš lauko.



133 paveikslas. Dirvožemio C/N santykis skirtingose ilgamečio lauko eksperimento žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Vidutinio sunkumo priemolyje, tradicinio ariminio žemės dirbimo sistemoje, C-org kiekis 0-10 cm sluoksnyje, fone su šiaudais buvo 19-22% mažesnis, o 10-20 cm sluoksnyje 12-26% mažesnis nei fone be šiaudų. Neariminio žemės dirbimo sistemoje taip pat nustatyta, kad įterpiant šiaudus C-org kiekis 0-10 cm sluoksnyje, buvo 5-24% mažesnis, o 10-20 cm sluoksnyje 20-33% mažesnis nei fone be šiaudų. Visgi, palyginus žemės dirbimo sistemas, neariminėje sistemoje C-org kiekis, nepriklausomai nuo šiaudų panaudojimo būdo ir tręšimo, buvo 16-24% didesnis nei tradicinio žemės dirbimo sistemoje, tačiau toks pranašumas pasireiškė tik 0-10 cm dirvos sluoksnyje.

62 lentelė. C-org ištekliai (Mg ha-1) ir NT-neariminio dirbimo C-org sekvestracijos pranašumas prieš CT-ariminį žemės dirbimą (t ha^{-1} $metai^{-1}$) skirtinguose armens sluoksniuose per 10 metų, Dotnuva, 2019

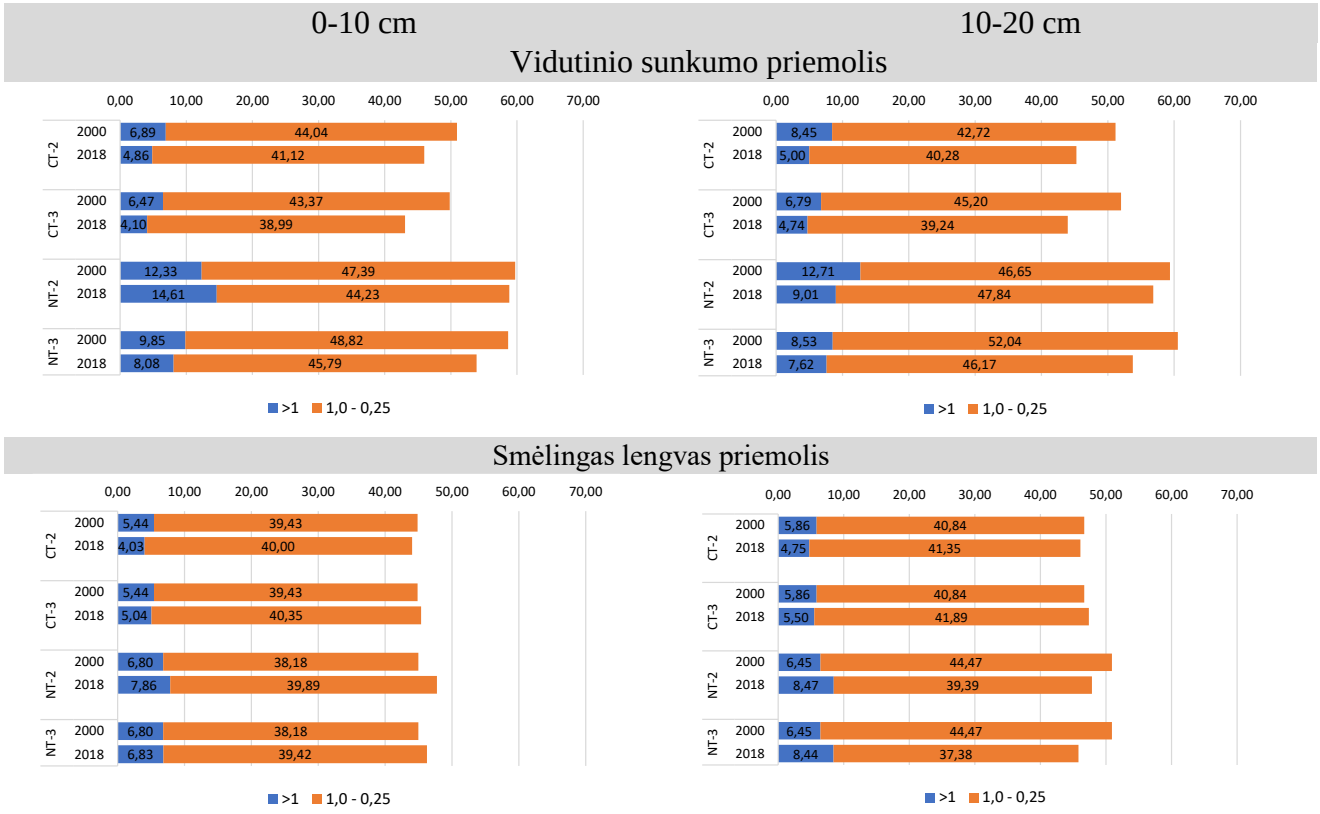
Šiaudai	**Tręšimas**	**0-10 cm**			**10-20 cm**		
		C-org t/ha		vidutinis pranašumas t/ha per metus	C-org t/ha		vidutinis pranašumas t/ha per metus
		Ariminis dirbimas CT	Neariminis dirbimas NT		Ariminis dirbimas CT	Neariminis dirbimas NT	
1	2	3	4	5 (4-3)/10	6	7	8 (7-6)/10
Vidutinio sunkumo priemolis							
Pašalinti	O	17,2	20,0	**0,28**	18,0	18,5	**0,05**
	NK	15,9	18,3	**0,24**	17,1	19,1	**0,20**
Įterpti	O	13,4	15,2	**0,18**	13,3	12,4	**-0,09**
	NK	12,8	17,4	**0,46**	15,1	15,2	**0,01**
Smėlingas lengvas priemolis							
Pašalinti	O	11,0	13,0	**0,02**	11,2	11,2	**0,00**
	NPK	10,4	12,3	**0,02**	10,9	11,8	**0,09**
Įterpti	O	14,3	12,3	**-0,20**	15,8	13,1	**-0,27**
	NPK	13,7	13,2	**-0,05**	15,6	13,3	**-0,23**

Priešingai nei sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemyje, smėlingame lengvame priemolyje, tradicinio ariminio žemės dirbimo sistemoje, C-org kiekis 0-10 cm sluoksnyje, fone su šiaudais buvo 30-32% didesnis, o 10-20 cm sluoksnyje 41-43% didesnis nei fone be šiaudų (2 lentelė). Neariminėje sistemoje šiaudų efektas buvo šiek tiek kitoks – įterpiant šiaudus C-org kiekis 0-10 cm sluoksnyje esmingai nepakito, o 10-20 cm sluoksnyje 13-17% padidėjo, palyginus su C-org kiekiu

fone be šiaudų. Palyginus žemės dirbimo sistemas, neariminėje sistemoje C-org kiekis buvo 18% didesnis nei tradicinio žemės dirbimo sistemoje tik šiaudus pašalinant iš lauko ir tik 0-10 cm dirvos sluoksnyje. Šiaudų fone C-org sankaupos 0-10 ir 10-20 cm sluoksniuose, neariminėje sistemoje buvo atitinkamai 9% ir 16% mažesnės nei tradicinio ariminio žemės dirbimo sistemoje.

2.1.2. Vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio fizikinės savybės

Dirvožemio agregatų patvarumas. Dirvožemio agregatų patvarumo pokyčiai ilgalaikiuose lauko eksperimentuose nebuvo dideli. Vienok, net šie nedideli pokyčiai priklausė nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties ir taikomų agrotechnologijų (134 pav.).



134 paveikslas. Dirvožemio agregatų patvarumo kitimas ilgalaikėse skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Vidutinio sunkumo priemolyje dirvožemio agregatų (>0,25 mm) patvarumas eksperimento įrengimo metais (2000 m.) 0-10 cm dirvos sluoksnyje svyravo 49,84-59,72 proc.vnt., o 10-20 cm sluoksnyje 51,17-60,57 proc.vnt. ribose. Per 2000-2018 m. tyrimų laikotarpį labiausiai pakito agregatų, > 1cm, patvarumas. CT-2 ir CT-3 sistemose, 0-10 cm dirvos sluoksnyje jis sumažėjo atitinkamai 29% ir 37%, o 10-20 cm sluoksnyje 41% ir 30%. NT-2 sistemoje, 0-10 cm sluoksnyje agregatų patvarumas per tyrimų laikotarpį padidėjo 18%, o 10-20 cm sluoksnyje sumažėjo 29%. NT-3 sistemoje agregatų patvarumo sumažėjimas nustatytas abiejuose armens sluoksniuose – atitinkamai 18% ir 11%. Agregatų, kurių skersmuo 0,25-1 cm, patvarumas per visą tyrimų laikotarpį taip pat sumažėjo, tačiau ne taip ženkliai. CT-2 ir CT-3 sistemose, 0-10 cm dirvos sluoksnyje jis sumažėjo atitinkamai 7% ir 10%, o 10-20 cm sluoksnyje 6% ir 13%. NT-2 sistemoje, 0-10 cm sluoksnyje agregatų patvarumas per tyrimų laikotarpį sumažėjo 7%, o 10-20 cm sluoksnyje padidėjo 3%. NT-3 sistemoje agregatų patvarumo sumažėjimas nustatytas abiejuose armens sluoksniuose – atitinkamai 6% ir 11%. Vertinant visą armenį, konstatuota, kad bendras dirvožemio agregatų (>0,25 mm)

patvarumas per 2000-2018 m. tyrimų laikotarpį sumažėjo visose sistemose: CT-2 ir CT-3 sistemose – atitinkamai 11% ir 14%, o NT-2 ir NT-3 sistemose - 3% ir 10%.
Smėlingame lengvame priemolyje dirvožemio agregatų (>0,25 mm) patvarumas eksperimento įrengimo metais (2000 m.) 0-10 cm dirvos sluoksnyje svyravo 44,86-44,98 proc.vnt., o 10-20 cm sluoksnyje 46,70-50,92 proc.vnt. ribose. Per 2000-2018 m. tyrimų laikotarpį labiausiai pakito agregatų, > 1cm, patvarumas. CT-2 ir CT-3 sistemose, 0-10 cm dirvos sluoksnyje jis sumažėjo atitinkamai 26% ir 7%, o 10-20 cm sluoksnyje 19% ir 6%. NT-2 sistemoje, 0-10 cm sluoksnyje agregatų patvarumas per tyrimų laikotarpį padidėjo 16%, o NT-3 sistemoje iš esmės nepakito. Abiejose NT sistemose, 10-20 cm sluoksnyje agregatų patvarumas išaugo 31%. Agregatų, kurių skersmuo 0,25-1 cm, patvarumas per visą tyrimų laikotarpį CT-2 ir CT-3 sistemose, visame armenyje iš esmės nepakito. NT-2 ir NT-3 sistemose, 0-10 cm sluoksnyje agregatų patvarumas per tyrimų laikotarpį iš esmės nepakito, o 10-20 cm sluoksnyje sumažėjo atitinkamai 11% ir 16%. Vertinant visą armenį, konstatuota, kad bendras dirvožemio agregatų (>0,25 mm) patvarumas per 2000-2018 m. tyrimų laikotarpį esmingai nepakito nė vienoje sistemoje.

Dirvožemio bendrasis poringumas ir porų pasiskirstymas. Dirvožemio poringumo bei vandentalpos savybių tyrimai LAMMC ŽI pradėti tik 2010 m., įsigijus reikalingą laboratorinę įrangą. Dirvožemio poringumo ir vandentalpos savybės, kaip lėtai laike kintantys parametrai, ilgalaikiame eksperimente nebuvo nustatoma kasmet. Baigiamojoje ataskaitoje pateikiame 2010 m. ir 2018 m. rezultatus (135 pav.).

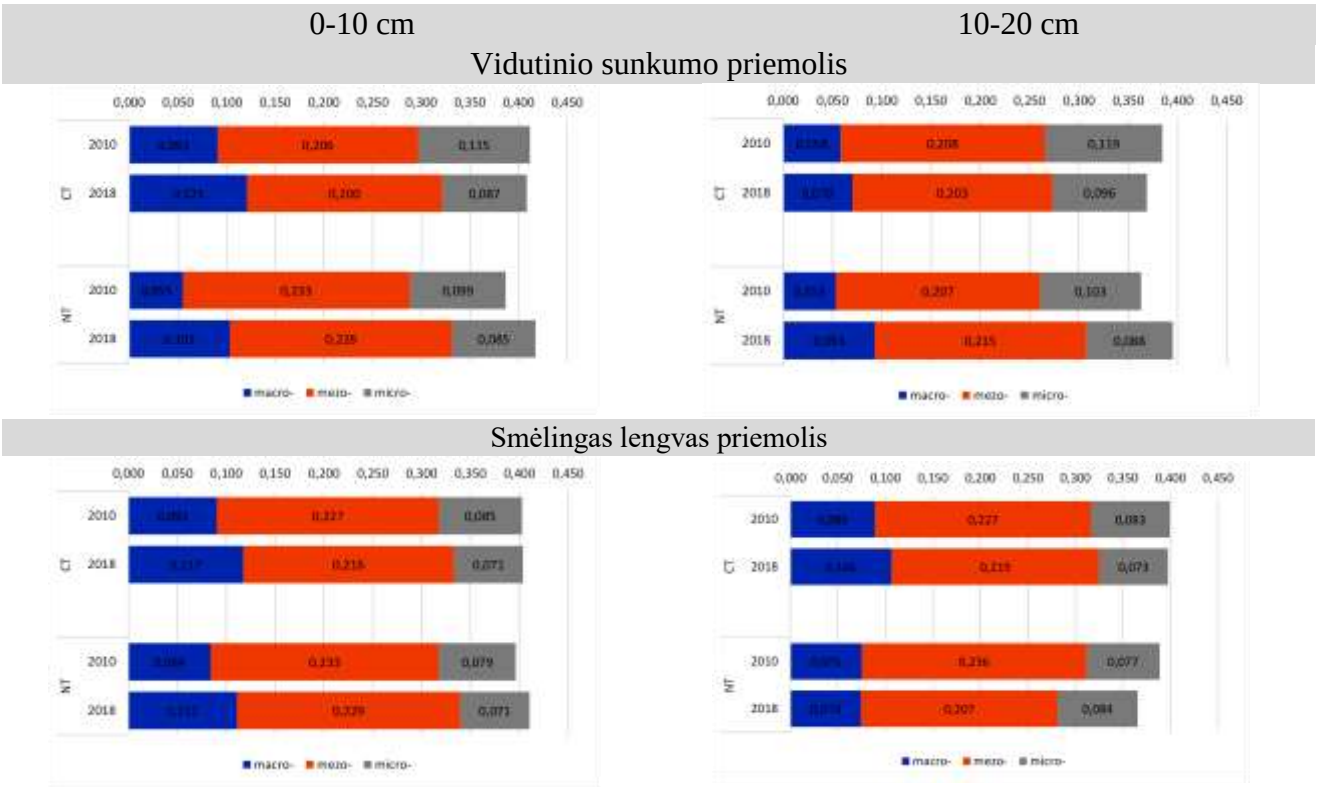
Lauko eksperimentuose augalinės liekanos (šiaudai) buvo susmulkinamos ir įterpiamos į dirvą ariminio žemės dirbimo (CT) arba neariminio žemės dirbimo (NT) metu. Ilgamečiuose eksperimentuose esame nustatę, kad vidutinio sunkumo priemolyje šiaudai veikia kaip purenanti priemonė, o smėlingame lengvame priemolyje – kaip poras kemšanti priemonė (Feiziene et al., 2018). Būtent šiaudų įterpimas labiausiai įtakojo tiek porų pasiskirstymą, tiek ir bendrąjį poringumą.

Pagal porų tūrio klasifikavimą yra išskiriama: a) makro- poros, t.y. dirvožemio įtrūkimai arba kitaip – plyšiai (jų skersmuo >750 μm) bei tranzitinės poros (50–750 μm); b) mezo- poros, t.y. vandenį išlaikančios poros (0.2–50 μm) ir c) smulkiosios poros, t.y. mikroporos (<0.2 μm). Porų struktūros analizė atskleidžia detalų dirvožemio sluoksnių fizikinį vaizdą. Plyšiai leidžia migruoti į gilesnius dirvožemio sluoksnius vandens pertekliui, taip apsaugodami jį nuo užmirkimo. Tranzitinės poros užtikrina tinkamą oro ir vandens judėjimą dirvožemyje bei leidžia augti ir vystytis augalų šaknims. Poros, išlaikančios savyje vandenį, sudaro palankias sąlygas augalams pasisavinti mitybos elementus iš dirvožemio. Jų proporcija porų struktūroje reguliuoja augalų pasiekiamo vandens tūrį. Mikroporos savyje vandenį laiko taip sandariai, kad jo augalai pasisavinti tiesiogiai negali. Taigi, porų struktūroje svarbiausios yra poros, išlaikančios vandenį (mezoporos).

Vidutinio sunkumo priemolyje, per 2010-2018 m. laikotarpį, labiausiai išaugo makroporų tūris. 0-10 cm ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose, CT sistemoje jis padidėjo atitinkamai 33% ir 21%, o NT sistemoje – net 88% ir 74%. Mezoporų tūris per šį laikotarpį esmingai nepakito. O mikroporų tūris, lemiantis augalams neprieinamo vandens kiekį, CT sistemoje sumažėjo 19-24%, o NT sistemoje 13-14%. Verinant bendrąjį poringumą galima konstatuti, kad neariminio žemės dirbimo kasmetinis taikymas per 2010-2018 m. laikotarpį jį padidino 8-9%, o ariminio žemės dirbimo taikymas neturėjo esminės įtakos bendrojo poringumo pokyčiams.

Smėlingame lengvame priemolyje, per 2010-2018 m. laikotarpį, taip pat labiausiai kito makroporų tūris. 0-10 cm ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose, CT sistemoje jis padidėjo atitinkamai 30% ir 19%, o NT sistemoje padidėjo tik 0-10 cm sluoksnyje (32%), o 10-20 cm sluoksnyje nepakito. Mezoporų tūris per šį laikotarpį CT sistemoje visame armenyje esmingai nepakito, o NT sistemoje 0-10 cm sluoksnyje beveik nepakito, o 10-20 cm sluoksnyje sumažėjo 12%. Mikroporų tūris, lemiantis augalams neprieinamo vandens kiekį, CT sistemoje sumažėjo 13-17%, o NT sistemoje sumažėjo tik 0-10 cm sluoksnyje (10%); 10-20 cm sluoksnyje padidėjo 9%. Verinant bendrąjį poringumą galima konstatuti, kad neariminio žemės dirbimo kasmetinis taikymas per 2010-2018 m. laikotarpį jį labai

nežymiai padidino (4%) tik 0-10 cm dirvos sluoksnyje, o ariminio žemės dirbimo taikymas neturėjo esminės įtakos bendrojo poringumo pokyčiams.



135 paveikslas. Dirvožemio porų pasiskirstymas ($m^3\ m^{-3}$) skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

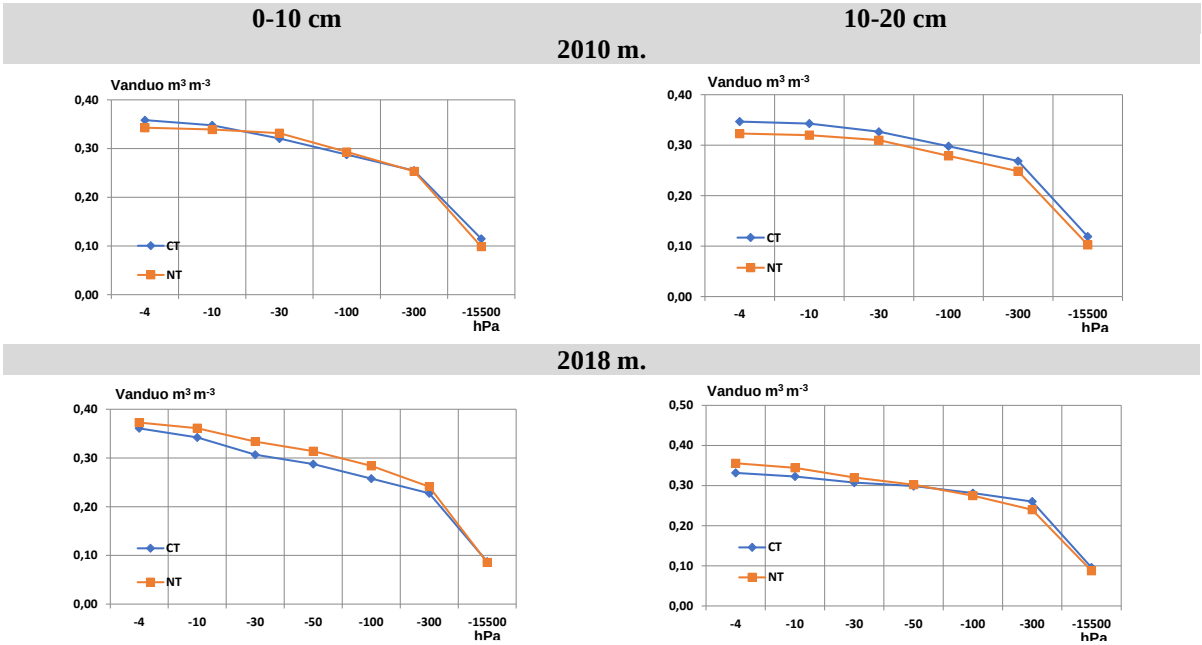
Kaip ilgai bus galima taikyti neariminį žemės dirbimą gamybiniuose laukuose, labai priklausys ne tik nuo konkretaus lauko armens, bet ir nuo podirvio savybių. Jei dirvos lėtai ims pavasarį džiūti, o jų paviršiuje ilgai stovės paviršinio vandens telkiniai – tai bus požymis, jog dirvožemis tapo užmirkstančiu dėl jame vyraujančių smulkiųjų mikro- porų. Tam, kad pasirinkti tinkamą būdą dirvožemio poringumui padidinti, reikėtų nustatyti, kuriame dirvožemio gylyje randasi sutankėjęs sluoksnis. Gali būti, kad bus nustatyti susiformavę ir keli tokie sluoksniai. Vienu atveju dirvą galėtų padėti supurenti įsėti giliašakniai pupiniai augalai (raudonasis dobilas, mėlynžiedė liucerna, rytinis ožiarūtis), kitu – mechaninis purenimo būdas – beverstuvinis giluminis purenimas, arba dirvų suarimas su specialiu purenamuoju peiliu, pritvirtintu prie galinio plūgo korpuso.

Žemės dirbimo įtaka dirvos vandentalpai. Kintant klimatui, dirvožemio drėgmės efektyvus panaudojimas tampa vienu iš svarbiausių agroekosistemos produktyvumo ir stabilumo tyrimų klausimų. Dirvožemio vandentalpa, t.y. jo geba savo porose išlaikyti vandenį, gerai atspindi taikomų agropriemonių efektyvumą.

Vidutinio sunkumo priemolyje, 2010 metais, netgi praėjus 10 metų nuo eksperimentų įrengimo, geresne armens vandentalpa pasižymėjo dirvožemis CT sistemoje. Tačiau praėjus dar aštuoneriems metams, viršutiniame dirvos sluoksnyje (0-10 cm) esmingai geresni vandentalpos rodikliai 10-750 µm porose (esant -4 - -300 hPa slėgiui) buvo ilgalaikio NT taikymo sistemoje. Visgi, gilesniame sluoksnyje (10-20 cm) geresnė nei CT sistemoje vandentalpa buvo tik 100-750 µm porose (136 pav.).

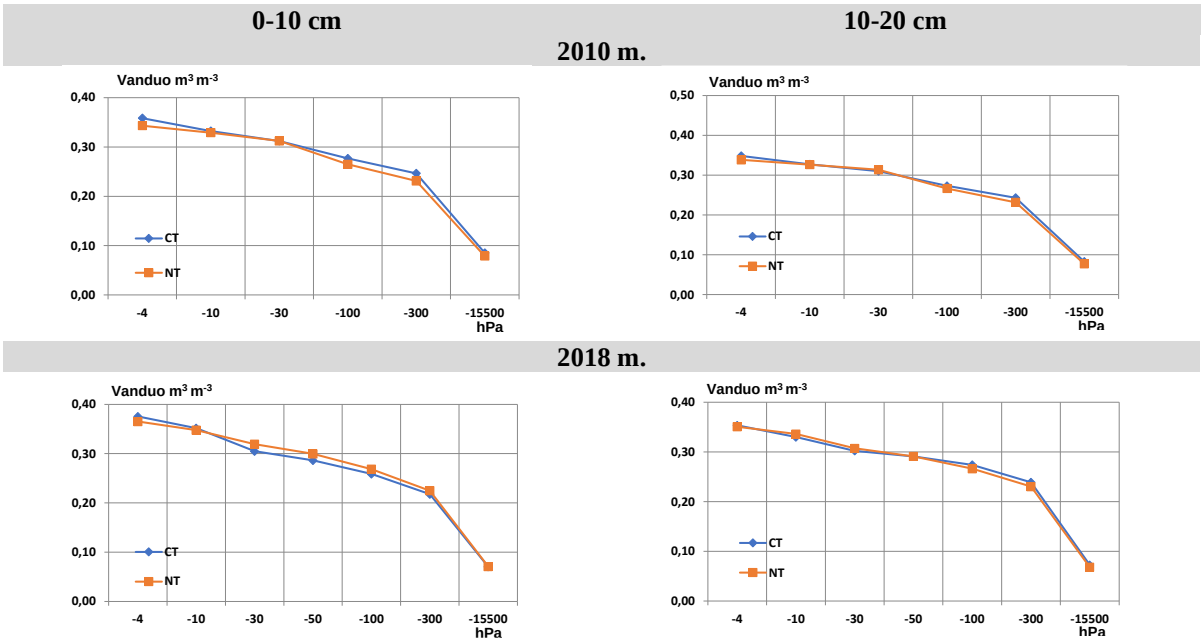
Smėlingame lengvame priemolyje, 2010 metais, netgi praėjus 10 metų nuo eksperimentų įrengimo, iš esmės vienoda vandentalpa buvo abiejose CT ir NT sistemose. Tačiau praėjus dar

aštuoneriems metams, viršutiniame dirvos sluoksnyje (0-10 cm) esmingai geresni vandentalpos rodikliai, 10-100 µm porose (esant -30 – -300 hPa slėgiui) buvo ilgalaikio NT taikymo sistemoje. Visgi, gilesniame sluoksnyje (10-20 cm) geresne vandentalpa pasižymėjo dirvožemis CT sistemoje (137 pav.).



136 paveikslas. Vandentalpa skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose vidutinio sunkumo priemolyje.

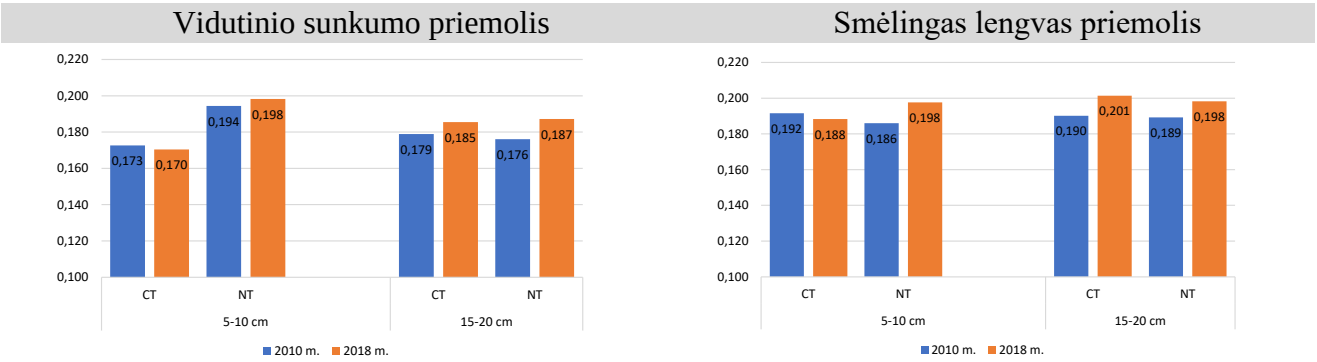
Čia: LDI – lauko drėgmė, AVT – augalų vytimo taškas, CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis



137 paveikslas. Vandentalpa skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose smėlingame lengvame priemolyje priemolyje.

Čia: LDI – lauko drėgmė, AVT – augalų vytimo taškas, CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Augalams pasiekiamo vandens kiekis. Dirvožemio vandentalpos savybių tyrimai LAMMC ŽI pradėti tik 2010 m., įsigijus reikalingą laboratorinę įrangą. Baigiamojoje ataskaitoje pateikiame 2010 m. ir 2018 m. rezultatus (138 pav.).



138 paveikslas. Augalams pasiekiamo vandens kiekis ($m^3\ m^{-3}$) skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Augalams prieinamo vandens (APV) kiekį dirvožemyje nulemia dirvožemio porų skersmuo. APV – tai skirtumas tarp lauko drėgmės (30 µm poros) ir ilgalaikio vytimo taško (<0,2 µm poros). Būtent vandeniu užpildytos poros, kurių skersmuo 0,2-30 µm, nulemia tai, kaip šaknims pavyksta išgauti vandenį iš dirvožemio. Kitaip tariant, augalams prieinamos drėgmės kiekis dirvožemyje apima slėgio zoną dirvožemyje, siekiančią tarp 100 ir 15500 hPa.

Vidutinio sunkumo priemolyje, CT sistemoje, 0-10 cm sluoksnyje APV per aštuonerius metus (2010-2018 m.) iš esmės nepakito, o 10-20 cm sluoksnyje – padidėjo 4%. NT sistemoje, 0-10 cm sluoksnyje APV per aštuonerius metus (2010-2018 m.) taip pat iš esmės nepakito, o 10-20 cm sluoksnyje – padidėjo 6%.

Smėlingame lengvame priemolyje, CT sistemoje, 0-10 cm sluoksnyje APV per aštuonerius metus (2010-2018 m.) iš esmės nepakito, o 10-20 cm sluoksnyje – padidėjo 6%. NT sistemoje, 0-10 cm ir 10-20 cm sluoksniuose APV padidėjo atitinkamai 6% ir 5%.

Drėgmė 0-10 cm dirvos sluoksnyje. Dirvos drėgmė labiausiai priklausė nuo meteorologinių sąlygų, dirvožemio granuliometrinės sudėties, o žemės dirbimo sistemų įtaka dirvos 0-10 cm sluoksnio drėgmei ne visada buvo ryški (139 pav.).

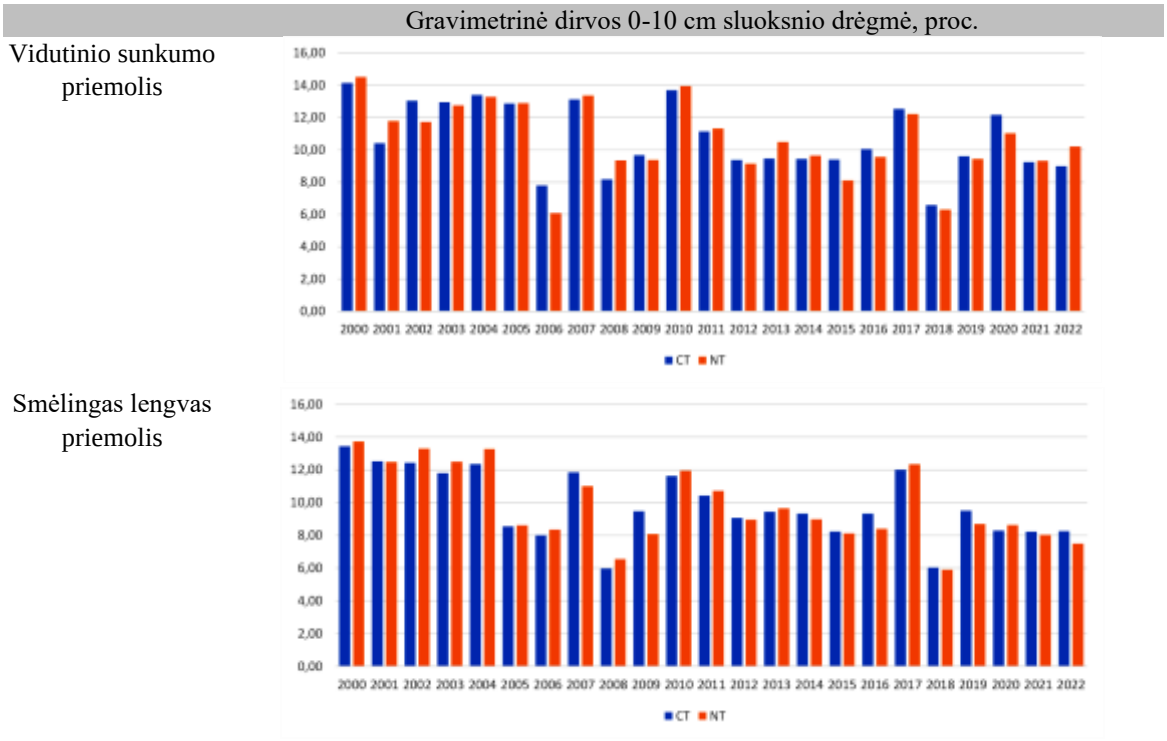
2.1.3. Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtaka dirvožemio CO_2 emisijai.

Klimato svyravimo poveikis aprėpia daugelį sričių, tame tarpe ir dirvožemio geocheminius procesus. Prognozuojama, kad didės vegetacijos laikotarpio aktyviųjų temperatūrų suma ore ir dirvoje, numatomas vegetacijos laikotarpio ilgėjimas.

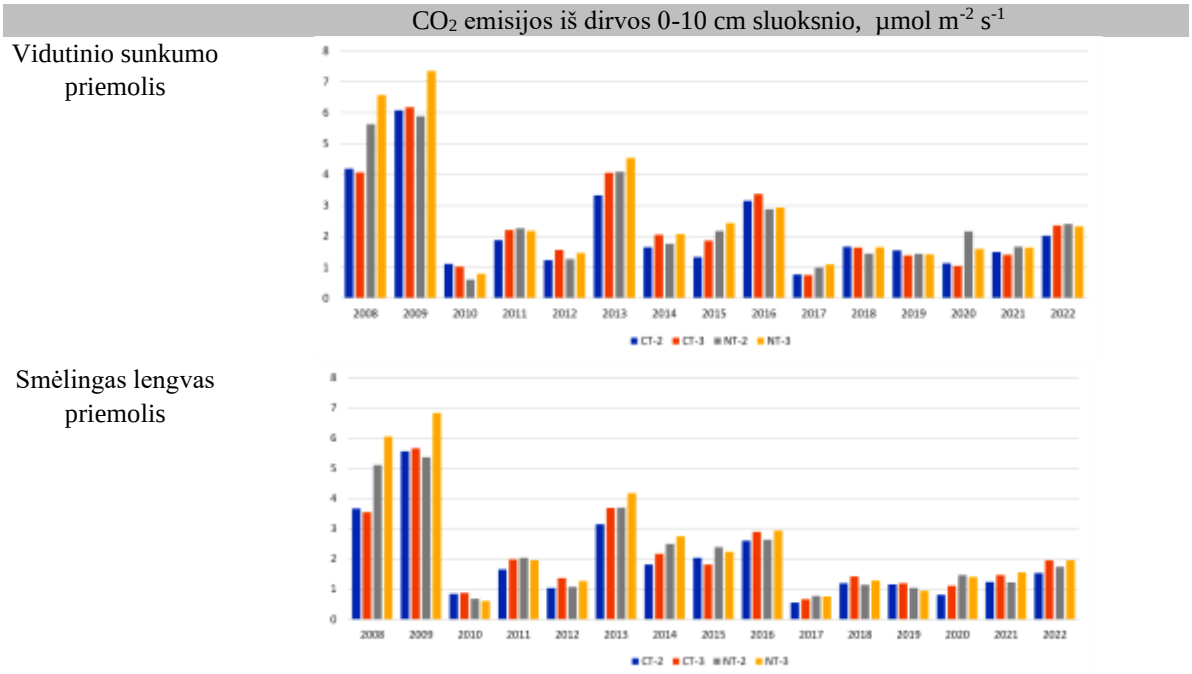
Dirvožemio CO_2 dujų apykaitos tyrimai LAMMC ŽI pradėti 2008 m., įsigijus reikalingą nešiojamąją įrangą. Dirvožemio CO_2 emisijos labiausiai priklausė nuo meteorologinių sąlygų, dirvožemio granuliometrinės sudėties, o žemės dirbimo sistemų įtaka dirvos 0-10 cm sluoksnio CO_2 apykaitai ne visada buvo ryški (140 pav.). Visgi, 2008-2022 metų dirvožemio CO_2 emisijų matavimų vidutiniai duomenys atskleidė, kad neariminio žemės dirbimo (NT-2 ir NT-3) sistemose emisijos buvo vidutiniškai 29% didesnės, o smėlingame lengvame priemolyje 31% didesnės nei ariminio žemės dirbimo (CT-2 ir CT-3) sistemose. Tai rodo, kad neariminio žemės dirbimo sistemos lemia didesnį dirvožemio gyvybingumą ir aktyvesnį autotrofinį+heterotrofinį dirvožemio kvėpavimą.

Agrarinė veikla gali keisti ŠED apykaitos pobūdį ir intensyvumą, tad neabejojama teisingos žemės ūkio veiklos įtaka dirvožemio ir aplinkos kokybei. Bet iki šiol nėra vieningos nuomonės apie žemdirbystės sistemų, dirvožemių tipo ir meteorologinių sąlygų įtaką ŠED srautų intensyvumo

pobūdžiui. Mokslinėje literatūroje pateikiami duomenys esti labai prieštaringi: vieni teigia, kad agrarinės veiklos intensyvinimas didina ŠED srautų intensyvumą (Reicosky et al., 2005; Al-Kaisi and Yin, 2005; Chatskikh et al., 2007, 2008), kiti yra įsitikinę, kad mažina (Al-Kaisi et al. 2008), treti laikosi nuomonės, kad skirtumų nėra (Elder and Lal, 2008; Heikkinen et al., 2013).



139 paveikslas. Dirvos 0-10 cm sluoksnio gravimetrinė drėgmė 2000-2022 metais skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vid. trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis



140 paveikslas. Dirvos CO_2 emisijos 2008-2022 metais augalų vegetacijos laikotarpiu skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vid. trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

Dirvožemis yra svarbus anglies dvideginio (CO_2) šaltinis. Tačiau, dėl didelio dirvožemio biologinio aktyvumo ir fizikinių dirvožemio savybių pasiskirstymo laike ir erdvėje, yra labai apsunkinamas žemės dirbimo įtakos vertinimas, tiriant dirbtos dirvos CO_2 emisiją. Teigiama, jog žemės dirbimas gali įtakoti biologinį dirvožemio aktyvumą ir didinti CO_2 emisiją iš dirvožemio dėl to, kad 1) mechaniškai purenant dirvą atsiveria didelės poros; 2) anglies dvideginis esantis dirvožemio porose mechaniškai išspaudžiamas į atmosferą; 3) pasikeičia fizikinės dirvožemio savybės (sumažėja tankis, padidėja oro laidumas, padidėja oro difuzijos srautai); 4) mechaniškai purenant dirvą suardomi agregatai ir išlaisvinama organinė medžiaga, kuri anksčiau buvo neprieinama mikroorganizmų veiklai; 5) mikroorganizmų klasteriai (sankaupos) mechaniškai paskleidžiamos dirvožemyje ir jie atsiduria ten, kur suranda iki tol dar nenaudotos organinės medžiagos savo veiklai suintensyvinti ir 6) dirvožemio agregatų viduje yra anaerobinės sąlygos, todėl jų suardymas suaktyvina aeraciją ir dirvožemio mikrobiologinę veiklą. Taigi, keičiant dirvožemio poringumą, dirvožemyje esančių porų tūrį (erdvę) bei jas modifikuojant, nepriklausomai ar dirvožemis butų purenamas ar suslegiamas, neišvengiamai vyksta CO_2 emisija iš dirvožemio.

Vidutinio sunkumo priemolyje, per 15 tyrimo metų dirvožemio CO_2 emisijos tausojamojoje NT-2 sistemoje 8 metus buvo 12-91% didesnė nei tausojamojoje CT-2 sistemoje, o intensyvioje NT-3 sistemoje 7 metus buvo 12-61% didesnė nei intensyvioje CT-3 sistemoje. Vertinant visų 15 metų tyrimų rezultatus, konstatuota, kad vidutinės CO_2 emisijų reikšmės NT sistemose buvo vidutiniškai 29% didesnės nei CT sistemose. Technologijų intensyvumo didinimas (maksimalus tręšimas) CO_2 emisijų reikšmes padidino vidutiniškai 8%, palyginus su tausojamosiomis technologijomis (tausojamasis tręšimas) ir toks efektas CT sistemose pasireiškė 5 metus, o NT sistemose 9 metus iš penkiolikos.

Smėlingame lengvame priemolyje, per 15 tyrimo metų dirvožemio CO_2 emisijos tausojamojoje NT-2 sistemoje 8 metus buvo 17-81% didesnė nei tausojamojoje CT-2 sistemoje, o intensyvioje NT-3 sistemoje 7 metus buvo 13-70% didesnė nei intensyvioje CT-3 sistemoje. Vertinant visų 15 metų tyrimų rezultatus, konstatuota, kad vidutinės CO_2 emisijų reikšmės NT sistemose buvo vidutiniškai 31% didesnės nei CT sistemose. Technologijų intensyvumo didinimas (maksimalus tręšimas) CO_2 emisijų reikšmes padidino vidutiniškai 11%, palyginus su tausojamosiomis technologijomis (tausojamasis tręšimas) ir toks efektas CT sistemose pasireiškė 10 metų, o NT sistemose 9 metus iš penkiolikos.

Ilgalaikio žemės ūkio technologijų taikymo įtakos dirvožemio N_2O ir CH_4 emisijoms vertinti negalime, kadangi iki 2020 metų dar neturėjome matavimams skirtos įrangos.

2.1.4. Žemdirbystės technologijų įtaka augalų derlingumui ilgalaikiame eksperimente

Žieminiai kviečiai.

2000 m. – šiltas, sausringas pavasaris, optimalaus drėgnumo birželis ir perteklinio drėgnumo liepa. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui. Tręšimas padidintomis trąšų normomis nebuvo labai efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 2% ir 1% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo tik 1,98 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 1,11 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje įrengtame bandyme, CT ir NT žemės dirbimo sistemose prikulta vidutiniškai 6,69 t ha^{-1} žieminių kviečių grūdų. Žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui, tačiau tręšimas mineralinių trąšų vidutinėmis normomis derlingumą padidino - 77% CT-2 sistemoje bei 66% NT-2 sistemoje, palyginus su netręštais kviečiais. Tręšiant padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas buvo atitinkamose sistemose 106% ir 101% didesnis nei netręšiant. Trąšų normų padidinimas buvo efektyvus – gautas atitinkamai 1,01 t/ha ir 1,28 t/ha derliaus priedas. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas

papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 12,44 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 15,77 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje (141 ir 142 pav.).

2005 m. – optimalaus drėgnumo pavasaris ir pirmasis vasaros mėnuo, tačiau sausringa liepa. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui. Tręšimas padidintomis trąšų normomis buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 7% ir 6% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 5,05 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 3,90 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje supaprastinus žemės dirbimą (RT sistemoje) vidutinis žieminių kviečių derlingumas nuosekliai sumažėjo vidutiniškai 0,71 t ha^{-1}. Trąšų vidutinės normos derlingumą padidino 41% CT sistemoje bei 51% RT sistemoje, palyginus su netręštais kviečiais. Tręšiant padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas buvo atitinkamose sistemose 51% ir 53% didesnis nei netręšiant. Trąšų normų padidinimas buvo efektyvus tik CT sistemoje – gautas 0,49 t/ha derliaus priedas, palyginus su vidutinėmis normomis tręštai kviečiais. Tuo tarpu RT sistemoje derliaus priedas tesiekė 0,07 t/ha. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 10,83 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir tik 1,60 kg derliaus priedą RT-3 sistemoje (141 ir 142 pav.).

2010 m. – ypatingai nepalankūs, perteklinės drėgmės metai. Šalta snieginga žiema, grėsmingas atlydys, „paskandinęs“ didelę dalį pasėlių, perteklinė drėgmė balandžio-birželio mėnesiais, augmeniją džiovinantis, bet ne nokinantis karštis liepą, nulėmė skirtingo intensyvumo ariminės ir neariminės technologijų efektyvumą. Vidutinio sunkumo priemolyje NT žemės dirbimo sistemos efektyvumas buvo 28% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje buvo nuostolingas, o NT sistemoje grūdų derlingumas buvo 12% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, lėmė 2,96 kg derliaus nuostolį CT-3 sistemoje ir 4,91 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingo lengvo priemolio dirvoje, NT žemės dirbimo sistemoje žieminių kviečių vidutinis derlingumas nesiskyrė nuo derlingumo ariminėje žemės dirbimo sistemoje (CT). Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 77%, palyginus su netręštais kviečiais, o NT sistemoje 103%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje buvo nuostolingas – kviečių derlingumas buvo 0,16 t/ha mažesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. NT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,24 t/ha didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, buvo nuostolingas CT-3 sistemoje, o NT-3 sistemoje derliaus priedas tesiekė 2,26 kg grūdų/vienam kg v.m. N (141 ir 142 pav.).

Visi prisimename nesenus 2010 metus. Tą šaltą besniegę žiemą Lietuvoje iššalo daug žiemkenčių ir didžioji dalis žieminių rapsų pasėlių. 2010-ųjų žiema buvo ne tik veislių, bet ir skirtingų žemės dirbimo sistemų išbandymas. Dotnuvoje ilgamečiame žemės dirbimo ir tręšimo sistemų tyrimų bandyme sėjome žieminius kviečius Ada į tradiciškai (CT) ir sekliai dirbtą (RT) dirvą. Rezultatai gauti vienareikšmiai: tuose laukeliuose, kurie 12 metų iš eilės buvo ariami, žieminiai kviečiai akivaizdžiai peržiemojo geriau, palyginti su tiek pat metų kitaip dirbta dirva.

Manome, kad prasto žiemojimo sąlygas taikant tiesioginę sėją lėmė žymiai prastesnės fizikinės dirvožemio savybės (padidėję tankis, kietumas, mažas poringumas) bei didesnė drėgmė dėl sumažėjusio poringumo, palyginti su arta dirva. Mūsų išvadas sustiprino ir analogiški rezultatai kai kurių žemdirbių ūkiuose, kur giliai artoje dirvoje žiemkenčiai peržiemojo geriau negu neartose.

2015 metais augintų žieminių kviečių derlingumas išties buvo puikus. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo lemiamos reikšmės derlingumui. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje nebuvo labai efektyvus, o NT sistemoje buvo labai efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 1% ir 14% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę

normą, atseikėjo tik 0,75 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 11,23 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, priklausomai nuo taikytos žemės dirbimo-tręšimo sistemos, kūlėme nuo 8,51 iki 9,44 t/ha. Taikant neariminį žemės dirbimą (NT), vidutinis grūdų derlingumas buvo panašus kaip ir taikant ariminį žemės dirbimą (CT). Šį besiformuojantį derlingumų dėsningumą galima paaiškinti įvykusiais agrocheminiais bei dirvožemio struktūringumo pokyčiais per 15 metų. Mineralinių trąšų vidutinių normų efektyvumas 2015 metais buvo ženklus - jos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 88%, palyginus su netręštais kviečiais, o NT sistemoje 76%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje buvo nuostolingas – pasiektas kviečių derlingumas buvo 0,09 t/ha mažesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. NT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,32 t/ha didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Padidintos mineralinių trąšų normos buvo 73% didesnės nei vidutinės normos. Deja, šiame dirvožemyje jų efektyvumas buvo menkas ar netgi akivaizdžiai nuostolingas. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, buvo nuostolingas CT-3 sistemoje, o NT-3 sistemoje derliaus priedas tesiekė 2,98 kg grūdų/vienam kg v.m. N (141 ir 142 pav.).

2020 metais, nepaisant užsitęsusios pavasarinės sausros, augintų žieminių kviečių derlingumas buvo puikus. Vidutinio sunkumo priemolyje žemės dirbimo sistemų skirtumai neturėjo labai didelės reikšmės derlingumui, visgi NT sistemoje jis buvo 4% mažesnis nei CT sistemoje. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje nebuvo labai efektyvus, o NT sistemoje buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 2% ir 7% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo tik 1,75 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 1,86 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, priklausomai nuo taikytos žemės dirbimo-tręšimo sistemos, grūdų kūlėme nuo 7,64 iki 9,44 t/ha. Šiaudus palikus lauke ir taikant neariminį žemės dirbimą (NT), vidutinis grūdų derlingumas buvo 0,94 t/ha arba 12% didesnis nei taikant ariminį žemės dirbimą (CT). Šį besiformuojantį derlingumų skirtumą galima paaiškinti įvykusiais agrocheminiais bei dirvožemio struktūringumo pokyčiais per 20 metų. Mineralinių trąšų vidutinių normų efektyvumas 2020 metais buvo ženklus. Vidutinės mineralinių trąšų normos smėlingo lengvo priemolio dirvoje CT sistemoje derlių padidino 73%, palyginus su netręštais kviečiais, o NT sistemoje 79%. Padidintų normų naudojimas CT sistemoje kviečių derlingumą padidino 0,87 t/ha arba 11%, palyginus su derlingumu tręšiant vidutinėmis normomis. NT sistemoje padidintos trąšų normos lėmė 0,88 t/ha arba 10% didesnį grūdų derlingumą nei tręšiant vidutiniškai. Padidintos mineralinių trąšų normos buvo 56% didesnės nei vidutinės normos. Šiame dirvožemyje jų efektyvumas buvo geras. Skaičiuojant papildomai įneštų N trąšų efektyvumą nustatyta, kad taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, davė 9,67 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje, ir 9,33 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje (141 ir 142 pav.).

Žvelgiant į šiuos pateiktus tyrimų rezultatus, žemdirbiams reikėtų savęs paklausti – ar verta dėl keliais procentais (keliais šimtais kilogramų) didesnio derliaus didinti išlaidas brangioms trąšoms ir kelti visos gamybos kaštus? Būtina dar kartą permąstyti augalų tręšimo strategiją bei atsakingai rinktis taikomą žemės dirbimo sistemą. Mūsų tyrimų rezultatai parodė, kad vidutinio sunkumo priemolyje ir smėlingame lengvame priemolyje auginamų žieminių kviečių derliai, gaunami NT žemės dirbimo sistemose yra vidutiniškai 3-4% mažesni nei CT sistemose. Taikant intensyvias technologijas kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, vidutinio sunkumo priemolyje davė vidutinį 1.31 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje, ir 4.60 kg arba 7% grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, o sm4lingame lengvame priemolyje – atitinkamai 4.85 ir 10.21 kg.

Vasariniai rapsai.

Vasarinius rapsus auginome tik 2006 ir 2011 metais, vėliau, atlikus bandymų rekonstrukciją, buvo truputį pakeista sėjomainos rotacija ir atsisakyta rapsų (141 ir 142 pav.).

2006 m. dėl užsitęsusio ankstyvojo pavasario (pašalas išėjo tik balandžio viduryje) vasarinių augalų sėja vėlavo apie dvi savaites. Vyravę vėsūs orai ir šaltos dirvos bei apysausis viršutinis dirvožemio sluoksnis lėtino sėklų dygimą. Augalai dygo netolygiai. Sausi ir vėjuoti orai greitai džiovino dirvas. Vidutinio sunkumo priemolyje v. rapsų derliai buvo maži – jie skirtingose agrotechnologijose svyravo 1,42-1,65 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas buvo palankesnis derliaus formavimui – sėklų derlius buvo 13% didesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) sėklų derlių padidino vos 3%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė tik 0,52 kg sėklų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 0,64 kg sėklų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2). Smėlingame lengvame priemolyje v. rapsų derliai buvo aukštesni nei vidutinio sunkumo priemolyje – jie skirtingose agrotechnologijose svyravo 2,53-2,96 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – sėklų derlius buvo 2% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) sėklų derlių padidino 11% CT sistemoje ir 17% NT sistemoje, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 4,60 kg sėklų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 6,65 kg sėklų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2).

2011 metais dėl užsitęsusio ankstyvojo pavasario (vėliau išėjusio pašalo) vasarinių augalų sėja, vėlavo apie savaitę ir prasidėjo balandžio ketvirtąjį penkiadienį. Gegužės mėnesio agrometeorologinės sąlygos buvo palankios žemės ūkio augalams augti. Birželio pirmasis dešimtadienis išsiskyrė sausais, saulėtais ir neįprastai šiltais šiam mėnesiui orais bei itin mažu santykiniu oro drėgniu. Vidutinio sunkumo priemolyje v. rapsų derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 2,56-3,05 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas buvo palankesnis derliaus formavimuisi – sėklų derlius buvo 8% didesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) sėklų derlių padidino vos 10-11%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 2,22 kg sėklų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 2,48 kg sėklų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2). Smėlingame lengvame priemolyje v. rapsų derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 1,81-3,18 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – sėklų derlius buvo net 27% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) sėklų derlių padidino vos 2% CT sistemoje ir net 54% NT sistemoje, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė tik 0,51 kg sėklų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir net 10,02 kg sėklų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2).

Vasariniai kviečiai.

2002-iųjų pavasaris pagal oro temperatūrą ir kritulius buvo šiltesnis ir sausesnis, palyginus su daugiamečiais (1924-2001 m.) duomenimis. Šilčiausias ir sausiausias buvo gegužės mėnuo, o kritulių daugiau iškrito kovo mėnesį. Vasarą kritulių iškrito 44% mažiau nei daugiametis vidurkis. Vidutinė vasaros mėnesių oro temperatūra buvo 2,5 ^{0}C aukštesnė už daugiametį vidurkį. Vidutinio sunkumo priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 3,35-4,42 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 11% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių padidino CT sistemoje 17%, o NT sistemoje padidino 19%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 7,68 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 7,62 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2) (141 ir 142 pav.). Smėlingame lengvame priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 3,72-4,43 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 13% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių CT ir NT sistemose padidino tik 3%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 2,08 kg grūdų derliaus priedą CT-3

sistemoje ir 1,55 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2).

2007 metais vidutinio sunkumo priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 2,83-6,23 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas buvo nepalankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo net 38% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių padidino CT sistemoje 11% ir 61% NT sistemoje, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 7,95 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 21,40 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2). Smėlingame lengvame priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 3,08-3,79 t/ha ribose. Neariminio žemės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 4% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių CT sistemoje padidino 12%, o NT sistemoje 23%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 5,79 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 9,64 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2).

2012 metais vegetacijos laikotarpiui būdinga tai, kad beveik per visą jos laikotarpį pasireiškė dideli temperatūrų svyravimai ir skirtumai tarp dekadų: jei vienas dešimtadienis buvo šiltas, tai kitas – jau vėsesnis. Produktyvios drėgmės atsargos 0-10 cm bei 10-20cm dirvožemio sluoksniuose buvo pakankamos daugumai žemės ūkio augalų augti. Vidutinio sunkumo priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 5,33-6,43 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas buvo nepalankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 2% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių padidino CT sistemoje 8% ir 21% NT sistemoje, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 5,88 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 13,57 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2). Smėlingame lengvame priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 5,88-6,57 t/ha ribose. Neariminio žemės dirbimo taikymas nebuvo pranašesnis prieš ariminį žemės dirbimą derliaus formavimuisi – vidutinis grūdų derlius buvo toks pat abiejose žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derliaus CT sistemoje nepadidino, tačiau NT sistemoje padidino 12%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 0,07 kg grūdų derliaus nuostolį CT-3 sistemoje ir 9,74 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2).

2018 metais dirvų ruošimas ir vasarinių augalų sėja prasidėjo balandžio 8-12 dienomis. Gegužę vyravo sausi, giedri ir šilti orai. Tai buvo karščiausia gegužė nuo 1961 metų. Dėl mažo kritulių kiekio ir stiproko vėjo, dirvožemis labai greitai išdžiūvo, todėl vasarojus dygo ilgiau nei įprastai. Birželio mėnesį dirvos drėgmė 0-10 cm jos sluoksnyje pasiekė augalų vytimo kiekį. Vidutinio sunkumo priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 3,98-5,07 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 7% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių padidino CT sistemoje 21%, tačiau 21% sumažino NT sistemoje, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 10,27 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 7,58 kg grūdų derliaus nuostolį NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2). Smėlingame lengvame priemolyje v. kviečių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 3,68-4,27 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas buvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 6% didesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derliaus CT sistemoje padidino 12%, bet NT sistemoje efektas buvo atvirkštinis – derlius sumažėjo 8%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 5,70 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 4,69 kg grūdų derliaus nuostolį NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2).

Vasariniai miežiai.

141 paveikslas. Sėjomainos augalų derlingumai (t/ha) ilgalaikėse skirtingo intensyvumo ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose. Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

2003 m. <u>vidutinio sunkumo priemolyje</u> NT sistemoje derlingumas buvo vidutiniškai 23% mažesnis nei CT sistemoje. Tręšimas padidintomis trąšų normomis CT sistemoje nebuvo labai

efektyvus, o NT sistemoje buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 3% ir 13% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 1.95 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 7.32 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė 5,72 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) 4,95 t ha^{-1}, t.y. 13% mažiau nei CT. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje beveik nepakito, o NT sistemoje išaugo 13%, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo neefektyvus – grūdų derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui tesiekė 0,86 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis siekė 9,14 kg. Vis tik, žemės dirbimo supaprastinimas nebuvo palankus miežių derliui. Vidutinėmis ir padidintomis trąšų normomis tręšiami vasariniai miežiai, auginti NT sistemoje atseikėjo atitinkamai 13% ir 3% mažesnį grūdų derlių nei žemę dirbant tradiciškai (141 ir 142 pav.).

2008 m. vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose derlingumas buvo vidutiniškai 18% mažesnis nei CT sistemoje. Tręšimas padidintomis trąšų normomis nebuvo labai efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 4% ir 6% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 2,14 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 2,62 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė 4,37 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) 3,46 t ha^{-1}, t.y. buvo 21% mažesnis nei CT. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje beveik nepakito, o NT sistemoje padidėjo 8%, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo neefektyvus – grūdų derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui tesiekė 0,77 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis siekė 4,31 kg. Vis tik, kaip ir 2003 metais, žemės dirbimo supaprastinimas nebuvo palankus miežių derliui. Vidutinėmis ir padidintomis trąšų normomis tręšiami vasariniai miežiai, auginti NT sistemoje atseikėjo atitinkamai 21% ir 15% mažesnį grūdų derlių nei žemę dirbant tradiciškai (141 ir 142 pav.).

2013 m. vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose derlingumas buvo vidutiniškai 4% didesnis nei CT sistemoje. Tręšiant padidintomis trąšų normomis grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 10% ir 5% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 6,71 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 3,55 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė 4,48 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) buvo šiek tiek didesnis ir siekė 4,53 t ha^{-1}. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje padidėjo 7%, o NT sistemoje tik 3%, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Visgi, šiais metais, azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo efektyvesnis nei 2003 ir 2008 metais – grūdų derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui tesiekė 5,00 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis buvo mažesnis nei 2003 ir 2008 metais ir siekė 2,33 kg. Priešingai nei 2003 ir 2008 metais, žemės dirbimo supaprastinimas (NT) 2013 metais lėmė iš esmės tokius pačius miežių derlius kaip ir CT (141 ir 142 pav.).

2016 metais miežių derlius dėl sausringo pavasario neigiamos įtakos javų dygimui ir augimui buvo žemas. Vidutinio sunkumo priemolyje CT ir NT sistemose derlingumas buvo labai panašus. Tręšimas padidintomis trąšų normomis buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 19% ir 28% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis. Kiekvienas papildomas N trąšų v.m. kilogramas, viršijantis vidutinę normą, atseikėjo 8,73 kg grūdų priedą CT-3 sistemoje ir 12,39 kg derliaus priedą NT-3 sistemoje. Smėlingame lengvame priemolyje, patręšus vidutine trąšų norma ir žemę dirbant tradiciškai (CT) miežių derlingumas siekė tik 2,40 t ha^{-1}, o neariminio dirbimo sistemoje (NT) 3,16 t ha^{-1}, t.y. buvo 32% didesnis nei CT. Patręšus padidinta trąšų norma, derlingumas CT sistemoje padidėjo 30%, o NT sistemoje iš esmės nebepakito, palyginus su vidutinėmis normomis patręštais miežiais. Azoto trąšų normos padidinimas CT sistemoje buvo labai

efektyvus – grūdų derliaus priedas kiekvienam papildomai įneštam N trąšų v.m. kilogramui siekė 12,17 kg. Tuo tarpu, NT sistemoje jis tesiekė 1,00 kg. Tačiau priešingai nei 2003 ir 2008 metais, žemės dirbimo supaprastinimas buvo palankus miežių derliui. Vidutinėmis ir padidintomis trąšų normomis tręšiami vasariniai miežiai, auginti NT sistemoje atseikėjo atitinkamai 32% ir 3% didesnį grūdų derlių nei žemę dirbant tradiciškai (141 ir 142 pav.).

2022 metais balandžio mėnesį vyravo permainingi orai - šiltos dienos bei šaltos naktys. Žemiausia temperatūra buvo balandžio 3 d. naktį, kai ji nukrito iki -2 °C. Aukščiausia oro temperatūra šį mėnesį siekė 18-19 °C. Kritulių per šį mėnesį iškrito 53,6 mm, o tai sudarė 146 % daugiamečio vidurkio (36,8 mm). Mėnesio viduryje viršutinis dirvos sluoksnis įšilo iki 9-10 °C. Antrajame balandžio mėnesio dešimtadienyje prasidėjo lauko darbai, buvo ruošiamos dirvos vasarinių augalų sėjai. Jų sėja prasidėjo panašiai kaip pernai. Vidutinio sunkumo priemolyje v. miežių derliai buvo maži ir skirtingose agrotechnologijose svyravo 2,45-2,90 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 9% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių CT sistemoje sumažino 11%, o NT sistemoje padidino vos 3%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 3,20 kg grūdų derliaus nuostolį CT-3 sistemoje ir vos 0,82 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2). Smėlingame lengvame priemolyje v. miežių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 2,41-3,03 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas buvo palankesnis derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo net 16% didesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių padidino 15% CT sistemoje ir 2% sumažino NT sistemoje, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 3,87 kg grūdų derliaus priedą CT-3 sistemoje ir 0,54 kg grūdų derliaus nuostolį NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2) (141 ir 142 pav.).

Žirniai

2004 metais vidutinio sunkumo priemolyje CT ir NT sistemose derlingumas buvo labai panašus. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis nebuvo efektyvus. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 15% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis PK trąšų normomis buvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 12% ir 26% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis (141 ir 142 pav.).

2009 metais vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 18% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis CT sistemoje buvo nuostolingas – derlingumas sumažėjo 15%. NT sistemoje tręšiant derlingumas padidėjo 4%. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 3% didesnis nei CT. Tręšimas padidintomis PK trąšų normomis nebuvo efektyvus - grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai tik 1% ir 5% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis.

2014 metais vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 14% didesnis nei CT. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis CT sistemoje nebuvo efektyvus – derlingumas iš esmės nepadidėjo. NT sistemoje tręšiant derlingumas padidėjo 27%. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 11% didesnis nei CT. Tręšiant padidintomis PK trąšų normomis grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 10% ir 1% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis.

2017 metais vidutinio sunkumo priemolyje NT sistemose pupų (auginamų vietoje žirnių) derlingumas buvo vidutiniškai 16% mažesnis nei CT. Tręšimas padidintomis kalio trąšų normomis buvo efektyvus – derlingumas CT ir NT sistemose padidėjo atitinkamai 7% ir 5%. Smėlingame lengvame priemolyje, NT sistemose žirnių derlingumas buvo vidutiniškai 8% mažesnis nei CT. Tręšiant padidintomis PK trąšų normomis grūdų derlingumas CT-3 ir NT-3 sistemose buvo atitinkamai 9% ir 8% didesnis nei tręšiant vidutinėmis normomis.

142 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų derliaus priedai (t/ha) ilgalaikėse intensyviose ariminėje ir neariminėje žemės dirbimo-tręšimo sistemose, palyginus su įprastomis technologijomis.

Čia: CT-2 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, CT-3 – ariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis, NT-2 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas vidutinėmis trąšų normomis, NT-3 – neariminis žemės dirbimas, tręšimas padidintomis trąšų normomis

2019 metais į sėjomainos rotaciją buvo įtraukti vasariniai kvietrugiai. Vidutinio sunkumo priemolyje derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 2,68-3,28 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo 3% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derlių CT sistemoje neįtakojo, o NT sistemoje padidino 22%, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 0,02 kg grūdų derliaus nuostolį CT-3 sistemoje ir 10,51 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2) (141 ir 142 pav.). Smėlingame lengvame priemolyje v. miežių derliai skirtingose agrotechnologijose svyravo 2,74-3,05 t/ha ribose. Neariminio žrmės dirbimo taikymas nebuvo palankus derliaus formavimuisi – grūdų derlius buvo vidutiniškai 8% mažesnis nei ariminio žemės dirbimo sistemose. Technologijų intensyvinimas (maksimalus tręšimas) grūdų derliaus neįtakojo CT sistemoje, bet jį padidino 4% NT sistemoje, o kiekvienas papildomai įneštų N trąšų kilograma lėmė 0,82 kg grūdų derliaus nuostolį CT-3 sistemoje ir 2,08 kg grūdų derliaus priedą NT-3 sistemoje, palyginus su tausojančiomis technologijomis (CT-2 ir NT-2).

3. Organinių trąšų (biosubstratų) efektyvumas

Geriausi substratai yra tie, kurie gaminami iš skysto paukščių mėšlo. Tokiuose substratuose yra daugiausiai augalų mitybai ir dirvožemio gerinimui reikalingų medžiagų. Skysto paukščių mėšlo biusubstrate organinių medžiagų yra 2,1-2,6 karto daugiau, azoto - 2,3-2,8 karto daugiau, fosforo - 1,6-2,2 karto daugiau ir kalio - 1,2-1,9 karto daugiau nei kiaulių ar galvijų mėšlo biosubstrate (63 lentelė).

63 lentelė. Biodujų gamybos procese perdirbto skysto biosubstrato cheminė sudėtis tyrimų metais

Biosubstratas	pH	Sausa medžiaga %	Organinė medžiaga %	Bendras azotas mg/kg	Azotas tirpus H_2O mg/kg	Fosforas (P_2O_5) mg/kg	Kalis (K_2O) mg/kg	Savitasis elektros laidis mS/m
Skystas kiaulių mėšlo	8,7	2,7	1,8	2259,3	1804,7	987,7	1435,0	344,7
Skystas paukščių mėšlo	8,5	5,9	3,7	6425,0	2953,3	1846,0	2726,7	516,7
Skystas galvijų mėšlo	8,2	2,4	1,4	2845,0	1350,0	1250,0	2300,0	316,5

Separuotuose biosubstratuose augalų mitybai ir dirvožemio gerinimui reikalingų medžiagų koncentracijos yra esmingai didesnė nei skystuose biosubstratuose - organinių medžiagų yra 8,5-14,6 karto didesnė, azoto – 1,2-2,9 karto didesnė, fosforo – 6,2-11,7 karto didesnė nei kiaulių ar galvijų mėšlo biosubstrate, o kalio - 1,5 karto didesnė tik palyginus su su skystu paukščių mėšlo biosubstratu (64 lentelė).

64 lentelė. Separuotų biosubstratų cheminė sudėtis

Tyrimo rezultatai	pH	Sausa medžiaga %	Org.me-džiaga %	Bendras N mg/kg	Fosforas (P_2O_5) mg/kg	Kalis (K_2O) mg/kg
Separuotas kiaulių mėšlo biosubstratas	7,8	29,4	26,3	6573,3	6100,0	1200,0
Separuotas paukščių mėšlo biosubstratas	7,8	39,7	31,6	7433,3	21600,0	4100,0

Biodujų gamybos procese gautas biosubstratas teigiamai veikia dirvožemio mikroorganizmus. Tiriant dirvožemį, paimtą iš laukų, tręštų skirtingomis anaerobiniu būdu perdirbtos biomasės trąšomis, buvo nustatyta, kad jame vyravo aktinobakterijos, acidobakterijos ir proteobakterijos,

kurios sudarė daugiau nei 55% visos prokariotų bendruomenės. Kitos filogenetinės grupės, tokios kaip Verrucomicrobia ir Bakteroidai, taip pat buvo identifikuotos kaip vietinės dirvožemio mikrobiotos dalis. Pastebėta, kad digestato panaudojimo laikotarpis reikšmingos įtakos prokariotų įvairovei dirvožemyje neturėjo. Priešingai, mėginių ėmimo laikas buvo pagrindinis veiksnys, skatinantis β įvairovę. Koreliacija su dirvožemio pH taip pat buvo pastebėta keliose taksonominėse grupėse, o tai rodo jo svarbą formuojant prokariotų bendruomenės sudėtį. Mūsų tyrimas parodė, kad dirvožemio prokariotų bendruomenės turtingumui ir įvairovei pasirinktų organinių trąšų naudojimas neturėjo įtakos, o kiti veiksniai, tokie kaip pasėlių rūšis ir sezoniniai, buvo pagrindiniai veiksniai, lemiantys prokariotų bendruomenės sudėties kitimą. [80]

Biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas gali būti naudojamas ir žolinių augalų tręšimui [85, 86]. 2010 – 2014 m. LAMMC Žemdirbystės institute atliktų tyrimų duomenimis nustatyta, kad paprastųjų šunažolių derlingumas, tręšiant jas tiek mineralinėmis, tiek organinėmis trąšomis yra labai panašus pirmaisiais metais, tačiau vertinant vėlesniaisiais metais buvo nustatyta, kad biodujų biosubstratas yra net pranašesnis – žolynai buvo vešlesni, juose buvo rasta mažiau piktžolių, o derlingumas buvo didesnis net iki dviejų kartų [85].

Kita vertus, nors žolynai, tręšti biodujų gamybos procese perdirbtu biosubstratu derėjo panašiai, kaip ir tręšti mineralinėmis trąšomis, azoto kiekis juose, o tuo tarpu ir baltymų koncentracija buvo gerokai mažesnė nei mineralinėmis trąšomis tręštuose žolynuose [85], kas verčia manyti, kad būtina rasti papildomų technologinių priemonių žolynų kokybei gerinti. Vienas iš variantų galėtų būti papildomų mineralinių trąšų naudojimas intensyviame žolynų augime.

Nors daugeliu atvejų organinės trąšos yra pakankamos augalų augimui, tačiau svarbu paminėti, kad esant nepalankioms klimatinėms sąlygoms arba netikėtiems meteorologiniams reiškiniams, būtina operatyviai reaguoti bei papildomai augalų augimą stimuliuoti sintetinėmis trąšomis. Tiek jau minėtame ŽŪM finansuotame darbe, tiek kituose tyrimuose buvo nustatyta, kad atskirais metais, nesant papildomo tręšimo, augalų derlingumas prilygsta tręštiems sintetinėmis trąšomis, o mažiau derlingame dirvožemyje, tik papildomas tręšimas padėjo pasiekti optimalų augalų derlingumą [69].

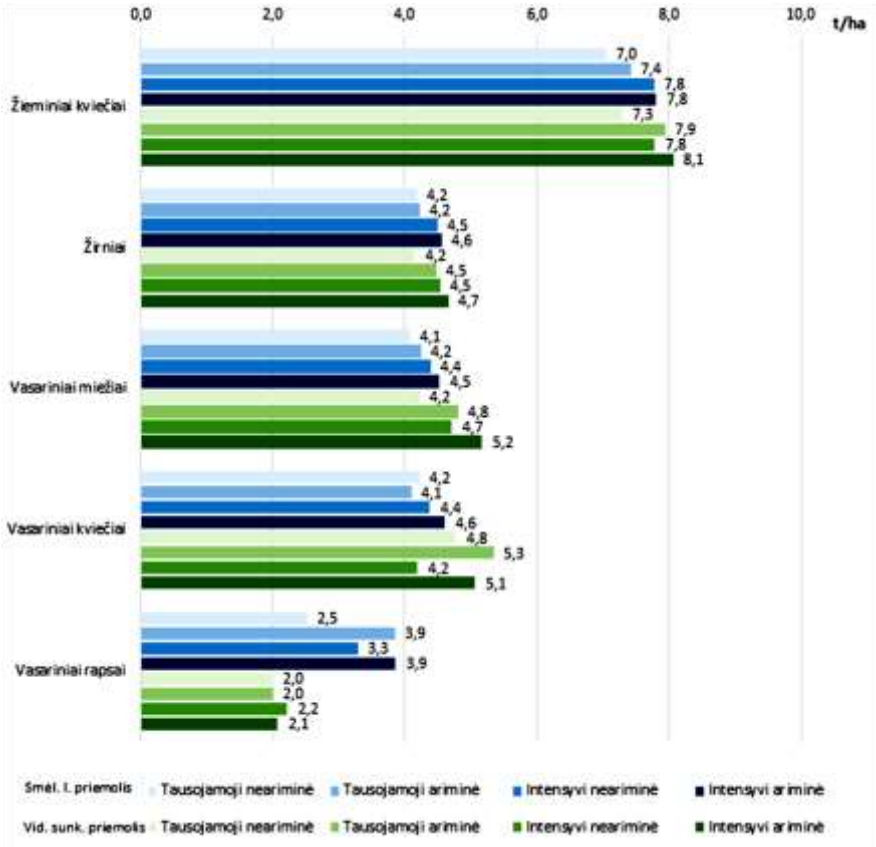
4. Skirtingo intensyvumo ilgamčių žemdirbystės technologijų aplinkosauginis, energetinis ir ekonominis vertinimas

4.1. Vidutiniai sėjomainos augalų derlingumai. Skaičiavimuose pateikiamas to pačio augalo skirtingais metais išauginto derliaus vidurkis, taip siekiant sumžainti galimą atitinkamų metų meteorologinių sąlygų įtaką rezultatams (143 pav.).

Vidutinio sunkumo priemolyje didžiausias ž. kviečių derlius buvo išauginamas intensyvioje ariminėje sistemoje (CT-3), o intensyvioje neariminėje (NT-3), tausojamojoje ariminėje (CT-2) ir tausojamojoje neariminėje (NT-2) sistemose derlingumas buvo atitinkamai 4%, 2% ir 10% mažesnis nei CT-3 sistemoje. Didžiausias v. rapsų derlius buvo išauginamas CT-3 sistemoje, o NT-3, CT-2 ir NT-2 sistemose jis buvo atitinkamai 5% didesnis, bei 5% ir 5% mažesnis nei CT-3 sistemoje. Didžiausias v. kviečių derlius buvo išauginamas CT-2 sistemoje, o NT-3, CT-3 ir NT-2 sistemose jis buvo atitinkamai 21%, 4% ir 9% mažesnis nei CT-2 sistemoje. Didžiausias v. miežių derlius buvo išauginamas CT-3 sistemoje, o NT-3, CT-2 ir NT-2 sistemose derlingumas buvo atitinkamai 10%, 8% ir 19% mažesnis nei CT-3 sistemoje. Didžiausias žirnių derlius gautas CT-3 sistemoje, o NT-3, CT-2 ir NT-2 sistemose jis buvo atitinkamai 4%, 4% ir 11% mažesnis nei CT-3 sistemoje.

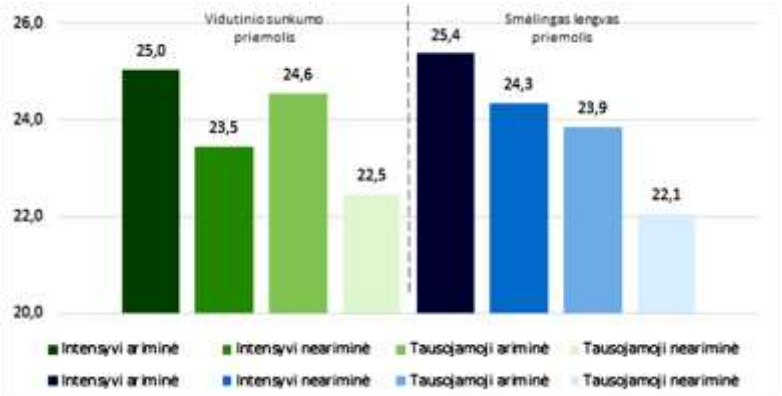
Smėlingame lengvame priemolyje didžiausias ž. kviečių derlius buvo išauginamas intensyvioje ariminėje sistemoje (CT-3), o intensyvioje neariminėje (NT-3), tausojamojoje ariminėje (CT-2) ir tausojamojoje neariminėje (NT-2) sistemose jis buvo atitinkamai 0%, 5% ir 10% mažesnis nei CT-3 sistemoje (143 pav.). Didžiausias v. rapsų derlius buvo išauginamas CT-3 ir CT-2 sistemose, o NT-3 ir NT-2 sistemose jis buvo atitinkamai 13% ir 36% mažesnis nei CT-3 ir CT-2 sistemose. Didžiausias v. kviečių derlius buvo išauginamas CT-3 sistemoje, o NT-3, CT-2 ir NT-2 sistemose jis buvo atitinkamai 4%, 11% ir 9% mažesnis nei CT-3 sistemoje. Didžiausias v.miežių derlius gautas CT-3

sistemoje, o NT-3, CT-2 ir NT-2 sistemose derlingumas buvo atitinkamai 2%, 7% ir 9% mažesnis nei CT-3 sistemoje. Didžiausias žirnių derlius buvo išauginamas CT-3 sistemoje, o NT-3, CT-2 ir NT-2 sistemose derlingumas buvo atitinkamai 2%, 9% ir 9% mažesnis nei CT-3 sistemoje.



143 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų vidutiniai derlingumai (t/ha) 2000-2021 m. taikant skirtingas žemdirbystes technolgijas.

Taigi, ariminė žemės dirbimo sistema buvo pranašesnė prieš neariminę, užtikrinant aukščiausius auginamų augalų derlingumus. Tiek vidutinio sunkumo priemolyje, tiek ir smėlingame lengvame priemolyje didžiausias suminis kultūrų derlius gaunamas taikant intensyvią ariminę technolgiją, o mažiausias – taikant tausojamąją neariminę technologiją (144 pav.).



144 paveikslas. Suminis sėjomainos augalų derlius, skirtingose agrotechnologijose

4.2. ŠESD emisijų vertinimas ilgamčiuose žemdirbystės technologijų bandymuose

Ilgamečiuose tiksliuosiuose lauko eksperimentuose auginant grūdinius augalus, ŠESD emisijos (CO_2 ekv. t/ha) priklausė nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties ir taikomų agrotechnologijų intensyvumo (145 pav.).

Žieminius kviečius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausios ŠESD emisijos buvo registruotos tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 39%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 24% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 30%.

Žieminius kviečius auginant smėlingame lengvame priemolyje, ŠESD emisijos buvo 4% didesnės nei vidutinio sunkumo priemolyje. Mažiausios ŠESD emisijos buvo registruotos tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2), o jos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 37%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 22% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 29%.

Vasarinius rapsus auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausios ŠESD emisijos buvo registruoto tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 44%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 23% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 34%.

Vasarinius rapsus auginant smėlingame lengvame priemolyje, ŠESD emisijos buvo 31% didesnės nei vidutinio sunkumo priemolyje. Mažiausios ŠESD emisijos buvo registruotos tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2), o jos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 18%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 27% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 9%.

Vasarinius kviečius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausios ŠESD emisijos buvo registruoto tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 57%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 38% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 44%.

Vasarinius kviečius auginant smėlingame lengvame priemolyje, ŠESD emisijos buvo 15% didesnės nei vidutinio sunkumo priemolyje. Mažiausios ŠESD emisijos buvo registruotos tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2), o jos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 36%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 24% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 32%.

Vasarinius miežius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausios ŠESD emisijos buvo registruoto tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 58%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 34% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 43%.

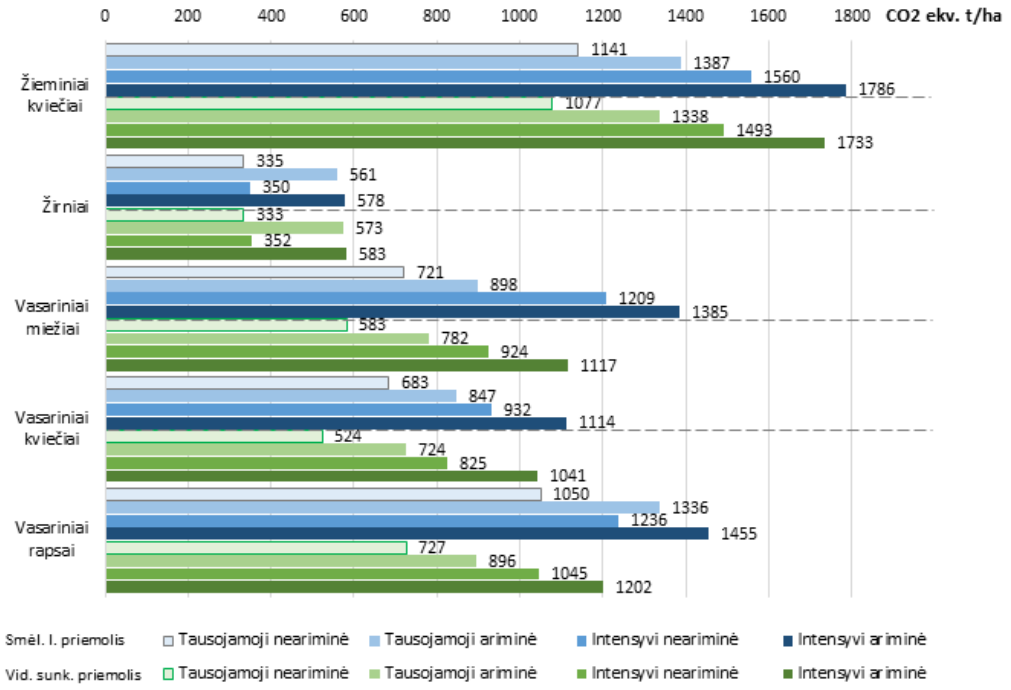
Vasarinius miežius auginant smėlingame lengvame priemolyje, ŠESD emisijos buvo 24% didesnės nei vidutinio sunkumo priemolyje. Mažiausios ŠESD emisijos buvo registruotos tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2), o jos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 68%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 25% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas padidino dar 54%.

Žirnius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausios ŠESD emisijos buvo registruoto tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino nežymiai, t.y. tik 6%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 72% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijų iš esmės nebe padidino dar 34%.

Žirnius auginant smėlingame lengvame priemolyje, ŠESD emisijos buvo beveik tokios pačios, kaip ir vidutinio sunkumo priemolyje. Mažiausios ŠESD emisijos buvo registruoto tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2), o jos intensyvinimas (NT-3) ŠESD emisijas padidino 4%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 67% didesnes emisijas nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) ŠESD emisijas tepadidino dar 3%.

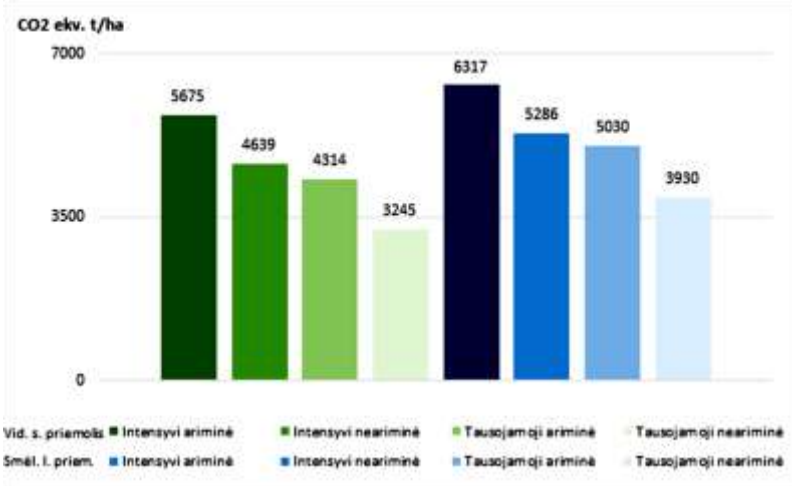
Apibendrinat galima teigti, kad vidutinio sunkumo priemolyje žieminių javų auginimas lemia didžiausias ŠESD emisijas. Vasarinių rapsų auginimas lėmė vidutiniškai 31% mažesnes, vasariniai kviečiai 45% mažesnes, vasariniai miežiai 40% mažesnes ir žirniai 67% mažesnes ŠESD emisijas nei

auginant žieminius kviečius. Smėlingame lengvame priemolyje žieminių javų auginimas lemia didžiausias ŠESD emisijas. Vasarinių rapsų auginimas lėmė vidutiniškai 14% mažesnes, vasariniai kviečiai 39% mažesnes, vasariniai miežiai 28% mažesnes, o žirniai 69% mažesnes ŠESD emisijas nei auginant žieminius kviečius.



145 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų absoliučios emisijos skirtingose agrotechnologijose

Susumavus visų 1999-2022 metais augintų augalų pasėlių ir taikytų agrotechnologijų emisijas galima įvertinti jų įtaką ŠESD emisijų švelninimui (146 pav.). Vidutinio sunkumo priemolyje intensyvi ariminė agrotechnologija lėmė didžiausias sumines ŠESD emisijas. Intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 18% mažesnes, tausojamoji ariminė 24% mažesnes, o tausojamoji neariminė 43% mažesnes ŠESD emisijas nei intensyvi ariminė technologija. Smėlingame lengvame priemolyje intensyvi ariminė agrotechnologija lemia didžiausias ŠESD emisijas. Intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 16% mažesnes, tausojamoji ariminė 20% mažesnes, o tausojamoji neariminė 38% mažesnes ŠESD emisijas nei intensyvi ariminė technologija.



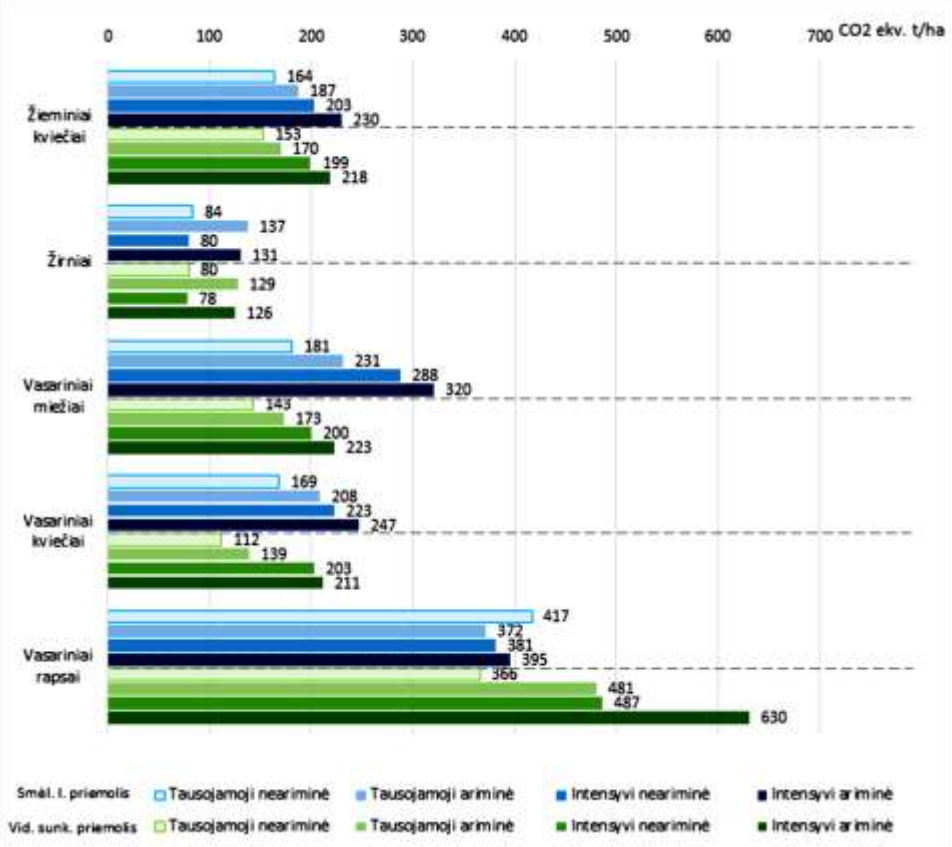
146 paveikslas. Sėjomainos augalų absoliučios suminės emisijos skirtingose agrotechnologijose

Vigi, absoliutūs dydžiai parodo tik bendrą ŠESD emisijų mastą, tačiau neatspindi ryšio tarp emisijų ir derliaus. Norint nustatyti kiek emisijų tenka vienam derliaus vienetui, taikant atitinkamą agrotenchnologiją, reikalingi santykiniai dyžiai.

Vidutinio sunkumo priemolyje intensyvi ariminė technologija, norint išauginti vieną toną žieminių kviečių, vasarinių rapsų, vasarinių kviečių ir vasarinių miežių grūdų, lėmė didžiausias santykines ŠESD emisijas. Auginat žirnius, didžiausios santykinės ŠESD emisijos buvo nustatytos tausojamojoje ariminėje sistemoje (147 pav.).

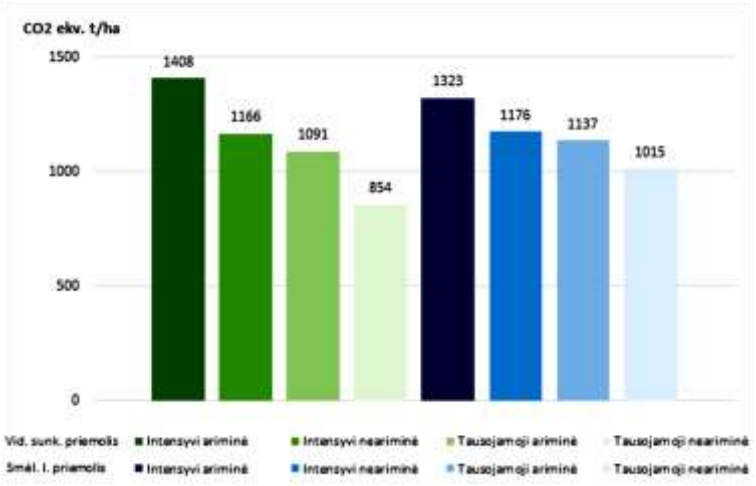
Smėlingame lengvame priemolyje intensyvi ariminė technologija, norint išauginti vieną toną žieminių kviečių, vasarinių kviečių ir vasarinių miežių grūdų, lėmė didžiausias santykines ŠESD emisijas. Auginat žirnius, didžiausios santykinės ŠESD emisijos buvo nustatytos tausojamojoje ariminėje sistemoje, o auginat vasarinius rapsus – tausojamojoje neariminėje sistemoje.

Susumavus visų 1999-2022 metais augintų augalų pasėlių ir taikytų agrotechnologijų santykines emisijas galima įvertinti šių technologijų įtaką ŠESD emisijų švelninimui (148 pav.).



147 paveikslas. Sėjomainos augalų santykinės (tenkančios vienam derliaus vienetui) emisijos skirtingose agrotechnologijose

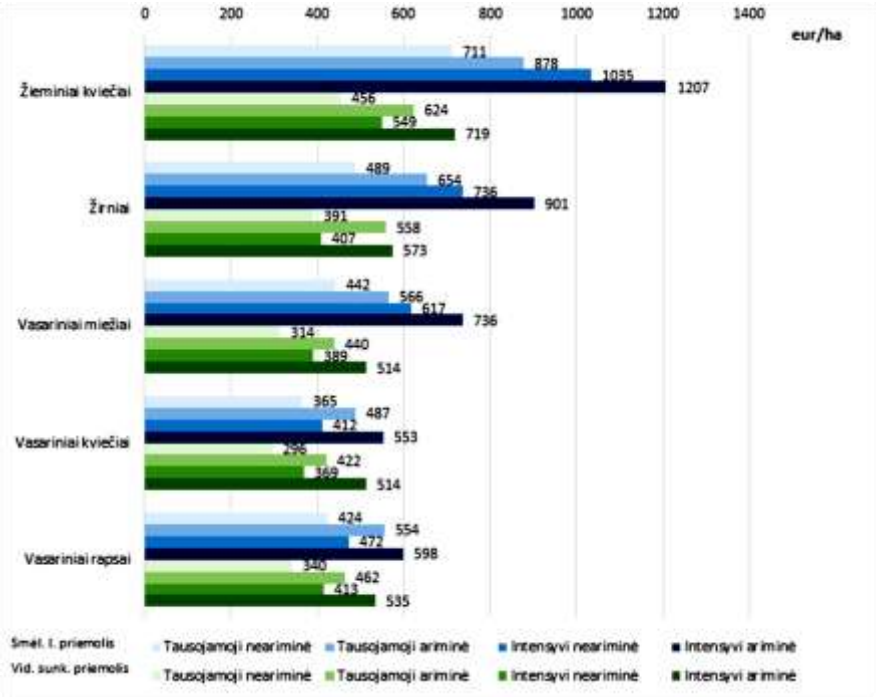
Vidutinio sunkumo priemolyje intensyvi ariminė agrotechnologija lemia didžiausias santykines ŠESD emisijas. Intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 17% mažesnes, tausojamoji ariminė 23% mažesnes, o tausojamoji neariminė 39% mažesnes ŠESD emisijas nei intensyvi ariminė technologija. Smėlingame lengvame priemolyje intensyvi ariminė agrotechnologija lemia didžiausias ŠESD emisijas. Intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 11% mažesnes, tausojamoji ariminė 14% mažesnes, o tausojamoji neariminė 23% mažesnes ŠESD emisijas nei intensyvi ariminė technologija. Taigi, tausojamosios ariminės ir tausojamosios neariminės technologijos naudojimas smėlingame lengvame priemolyje visgi lėmė 4-19% didesnes emisijas nei tokių pačių technologijų taikymas vidutinio sunkumo priemolyje.



148 paveikslas. Sėjomainos augalų santykinės (tenkančios vienam derliaus vienetui) suminės emisijos taikant skirtingas agrotechnolgijas

4.3. Kaštų vertinimas ilgamčiuose žemdirbystės technologijų bandymuose

Ilgamečiuose tiksliuosiuose lauko eksperimentuose auginant grūdinius augalus, kaštai priklausė nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties ir taikomų agrotechnologijų (149 pav.).



149 paveikslas. Sėjomainos augalų auginimo absoliutūs kaštai taikant skirtingas žemdirbystes technologijas

Žieminius kviečius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 20%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 37% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 15%.

Žieminius kviečius auginant smėlingame lengvame priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 46%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 23% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 37%.

Vasarinius rapsus auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 21%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 36% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 16%. Auginant smėlingame lengvame priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 11%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 31% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 8%.

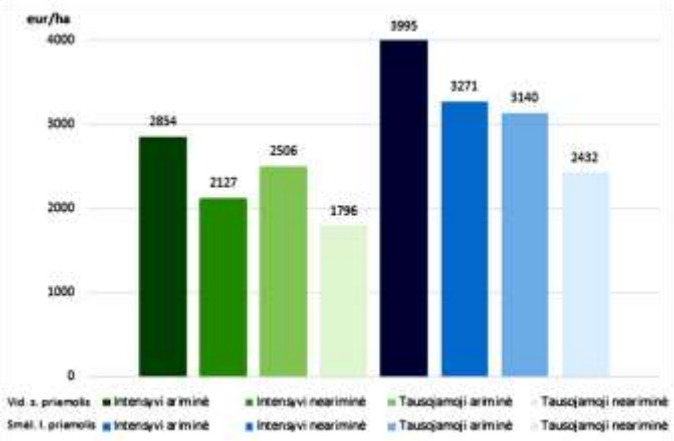
Vasarinius kviečius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 25%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 43% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 22%. V. kviečius auginant smėlingame lengvame priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 13%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 33% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 14%.

Vasarinius miežius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 24%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 40% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 17%. V. miežius auginant smėlingame lengvame priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 40%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 28% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 30%.

Žirnius auginant vidutinio sunkumo priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2). Neariminės sistemos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 4%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 43% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 3%. Smėlingame lengvame priemolyje, mažiausi kaštai buvo registruoti tausojamojoje neariminėje sistemoje (NT-2), o jos intensyvinimas (NT-3) kaštus padidino 51%. Ariminė tausojamoji sistema (CT-2) lėmė 34% didesnius kaštus nei neariminė tausojamoji (NT-2), o jos intensyvinimas (CT-3) kaštus padidino dar 38%.

Apibendrinat galima teigti, kad tiek vidutinio sunkumo priemolyje, tiek smėlingame lengvame priemolyje didžiausi kaštai esti taikant intensyvią ariminę technologiją ir auginant žieminius kviečius.

Susumavus visų 1999-2022 metais augintų augalų pasėlių ir taikytų agrotechnologijų emisijas galima įvertinti jų įtaką absoliutiems suminiams kaštams (150 pav.).

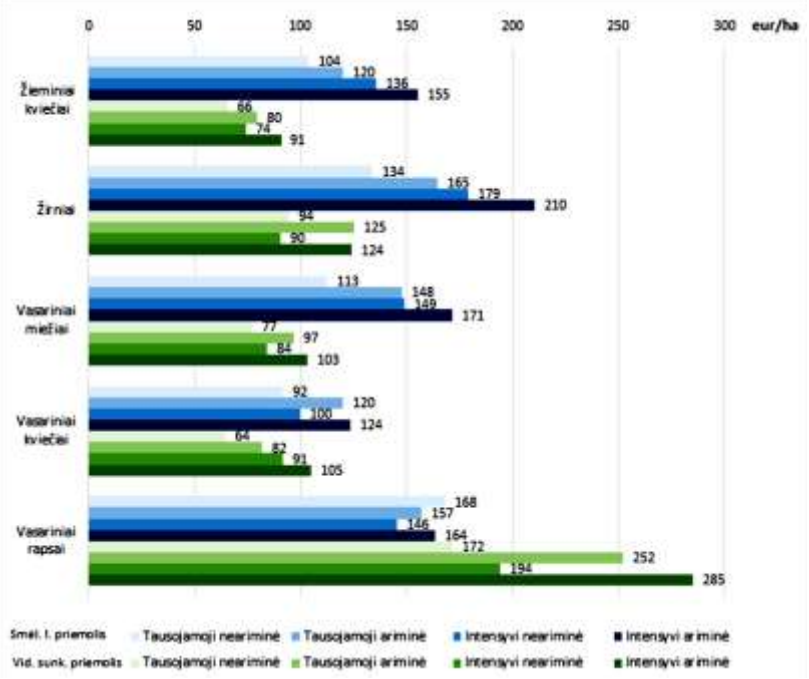


150 paveikslas. Sėjomainos augalų kultūrų absoliutūs suminiai kaštai skirtingose agrotechnolgijose

Skirtingos granuliometrinės sudėties dirvožemiuose didžiausius kaštus lėmė intensyvi ariminė agrotechnologija. Tačiau reikia pastebėti, kad vidutinio sunkumo priemolyje visų agrotechnologijų ilgametis taikymas nulėmė vidutiniškai 28% mažesnius absoliučius suminius kaštus nei tokių pačių technologijų taikymas smėlingame lengvame priemolyje.

Absoliutūs dydžiai parodo tik bendrus kaštus, tačiau neatspindi ryšio tarp kaštų ir derliaus. Norint nustatyti kokie kaštai tenka vienam derliaus vienetui, taikant atitinkamą agrotenchnologiją, reikalingi santykiniai dyžiai.

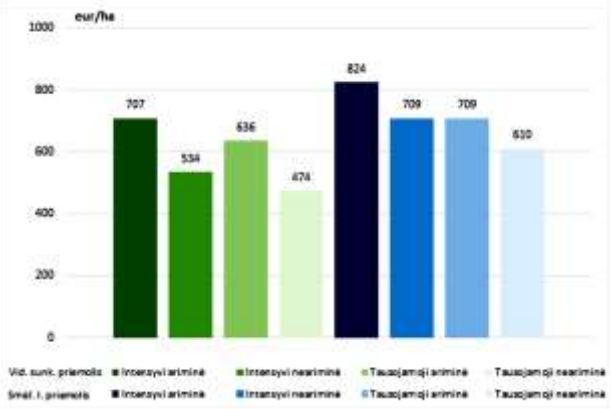
Vidutinio sunkumo priemolyje intensyvi ariminė technologija, norint išauginti vieną toną žieminių kviečių, vasarinių rapsų, vasarinių kviečių ir vasarinių miežių grūdų, lėmė didžiausius kaštus. Auginat žirnius, didžiausi kaštai nustatyti tausojamojoje ariminėje sistemoje (151 pav.).



151 paveikslas. Sėjomainos augalų santykiniai (tenkantys vienam derliaus vienetui) kaštai, taikant skirtingas žemdirbystės technolgijas

Smėlingame lengvame priemolyje intensyvi ariminė technologija, norint išauginti vieną toną žieminių kviečių, vasarinių kviečių, vasarinių miežių grūdų ir žirnių, lėmė didžiausius kaštus. Auginat vasarinius rapsus, didžiausi kaštai buvo nustatyti tausojamojoje ariminėje sistemoje.

Susumavome visų 1999-2022 metais augintų augalų pasėlių ir taikytų agrotechnologijų santykinius kaštus (152 pav.).

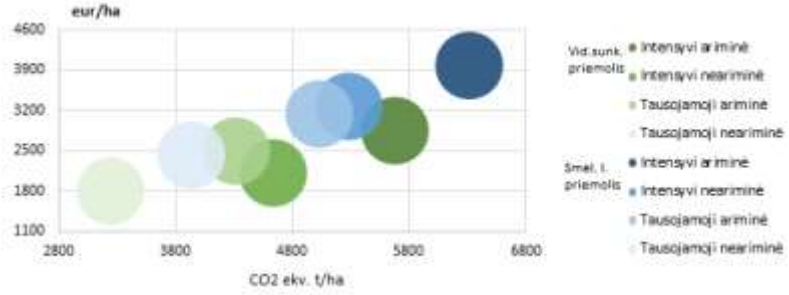


152 paveikslas. Augalų kultūrų santykiniai (tenkantys vienam derliaus vienetui) suminiai kaštai taikant skirtingas žemdirbystes technolgijas

Ir vidutinio sunkumo priemolyje, ir smėlingame lengvame priemolyje intensyvi ariminė technologija lemia didžiausius santykinius kaštus. Tačiau reikia pastebėti, kad vidutinio sunkumo priemolyje visų agrotechnologijų ilgametis taikymas nulėmė vidutiniškai 18% mažesnius santykinius kaštus nei tos pačios technologijos smėlingame lengvame priemolyje. Vidutinio sunkumo priemolyje intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 24% mažesnius, tausojamoji ariminė 10% mažesnius, o tausojamoji neariminė 33% mažesnius santykinius kaštus nei intensyvi ariminė technologija. Smėlingame lengvame priemolyje intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 14% mažesnius, tausojamoji ariminė 14% mažesnius, o tausojamoji neariminė 26% mažesnius santykinius kaštus nei intensyvi ariminė technologija.

4.4. Bendras emisijų ir kaštų palyginimas ilgamčiuose žemdirbystės technologijų bandymuose

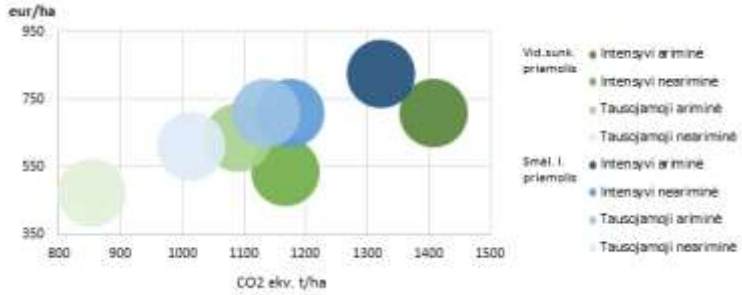
Bendram emisijų ir kaštų palyginimui, taikant skirtingas žemdirbystės technologijas, pritaikytas grafinis palyginimo metodas (153 pav.).



153 paveikslas. Sėjomainos augalų absoliučių suminių emisijų ir kaštų palyginimas taikant skirtingas žemdirbystės technologijas

Vidurio Lietuvos rudžemiuose vystant augalininkystę, svarbu įvertinti dirvožemio sąlygas, jo granuliometrinę sudėtį, planuojamą derlių ir jam siekti pasirenkamas priemones bei intensyvumą. Ilgamčiai skirtingo intensyvumo technologijų tyrimai įrodė, kad tiek ariminių, tiek ir neariminių skirtingo intensyvumo technologijų taikymas sunkesnės granuliometrinės sudėties (vidutinio sunkumo priemolis) dirvožemiuose yra tvaresnis – išryškėjo didesnis potencialas švelninti ŠESD emisijas, taupiau naudoti finansinius resursus ir lengviau valdyti gamybos kaštus (153 pav.). 1999-2022 metais augintų sėjomainos augalų didžiausios absoliučios suminės emisijos ir kaštai buvo taikant intensyvią ariminę technologiją smėlingame lengvame priemolyje, o mažiausi šie rodikliai – taikant tausojančią neariminę technologiją vidutinio sunkumo priemolyje.

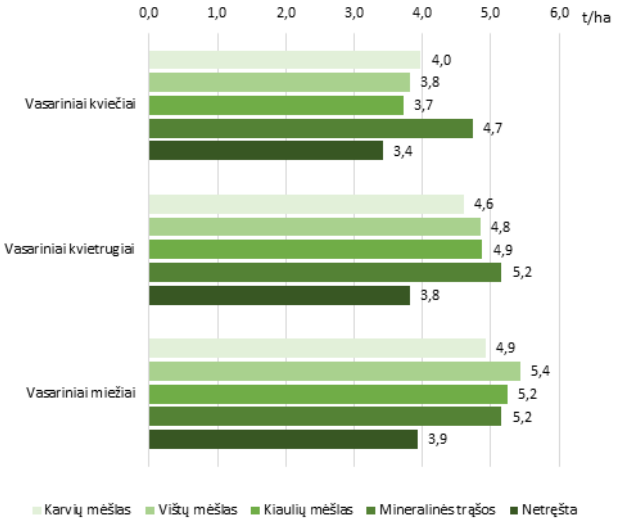
Truputį kitokie rezultatai atsiskleidė vertinant santykinius emisijų ir kaštų rezultatus. 1999-2022 metais augintų sėjomainos augalų didžiausios santykinės emisijos buvo taikant intensyvią ariminę technologiją vidutinio sunkumo priemolyje, o didžiausi kaštai – taikant intensyvią ariminę technologiją smėlingame lengvame priemolyje. Mažiausi šie rodikliai nustatyti, taikant tausojančią neariminę technologiją vidutinio sunkumo priemolyje (154 pav.).



154 paveikslas. Sėjomainos augalų santykinių (tenkančių vienam derliaus vienetui) suminių emisijų ir kaštų palyginimas taikant skirtingas žemdirbystes technologijas

5. Tręšimo oganinėmis trąšomis aplinkosauginis, energetinis ir ekonominis vertinimas

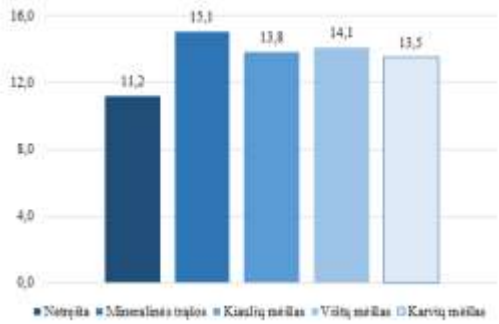
5.1. Vidutiniai sėjomainos rotacijos augalų derlingumai. Pirmaisiais tyrimo metais mineralinės trąšos vasarinių kviečių derlingumą padidino 38%, galvijų mėšlo biosubstratas 18%, paukščių mėšlo biosubstratas 12% ir kiaulių mėšlo biosubstratas 9%, palyginus su netręštais javais (155 pav.).



155 paveikslas. Augalų deringumas taikant skirtingą tręšimą biosubstratais

Antraisiais metais auginant vasarinius kvietrugius, mineralinės trąšos derlingumą padidino 37%, galvijų mėšlo biosubstratas 21%, paukščių mėšlo biosubstratas 26% ir kiaulių mėšlo biosubstratas 29%, palyginus su netręštais javais. Trečiaisiais metais augintų vasarinių miežių derlingumas tręšiant mineralinėmis trąšomis buvo 33%, galvijų mėšlo biosubstratu 26%, paukščių mėšlo biosubstratu 38% ir kiaulių mėšlo biosubstrat 35% didesnis, palyginus su netręštais javais.

Susumavus visų augalų derlius naudojant tas pačias trąšas, buvo paygintas sėjomainos rotacijos suminis derlingumas (156 pav.). Organinių trąšų (kiaulių, paukščių, galvijų mėšlo biosubstratų) efektyvumas, siekiant derlių, buvo mažesnis nei trčšiant mineralinėmis trąšomis. Didžiausias suminis absoliutus derlius gautas, naudojant mineralines trąšas, t.y. 35% didesnis nei javų netręšiant. Tręšiant galvijų mėšlo biosubstratu suminis derlius buvo 21%, paukščių mėšlo biosubstratu 26% ir kiaulių mėšlo biosubstratu 23% didesnis, palyginus su netręštais javais.

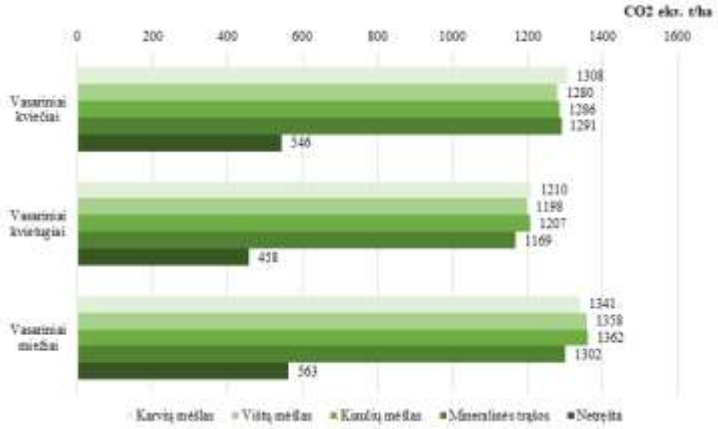


156 paveikslas. Suminis absoliutus augalų derlius taikant skirtingą tręšimą

5.2. ŠESD emisijų vertinimas tręšimo oganinėmis trąšomis bandyme

Pirmaisiais tyrimo metais visų trąšų (mineralinės trąšos ir biosubstratai) vasarinių kvičių pasėlyje ŠESD emisijas padidino beveik viendai, t.y. 2,3-2,4 karto (157 pav.). Antraisiais metais auginant vasarinius kvietrugius, tręšimas mineralinėmis trąšomis emisijas padidino 2,55 karto, galvijų mėšlo biosubstratas 2,64 karto, paukščių mėšlo biosubstratas 2,62 karto ir kiaulių mėšlo biosubstratas 2,64 karto, palyginus su netręštais javais. Trečiaisiais metais augintų vasarinių miežių

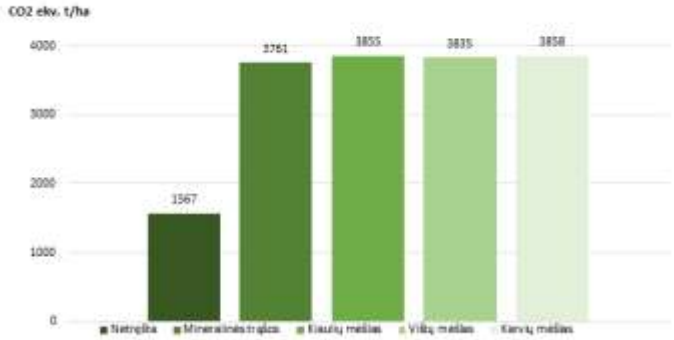
pasėlyje, tręšiant mineralinėmis ŠESD emisijos buvo 2,31 karto, galvijų mėšlo biosubstratu 2,38 karto, paukščių mėšlo biosubstratu 2,41 karto ir kiaulių mėšlo biosubstrat 2,38 karto didesnės, palyginus su netręštais javais.



157 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų absoliučios emisijos taikant skirtingą tręšimą

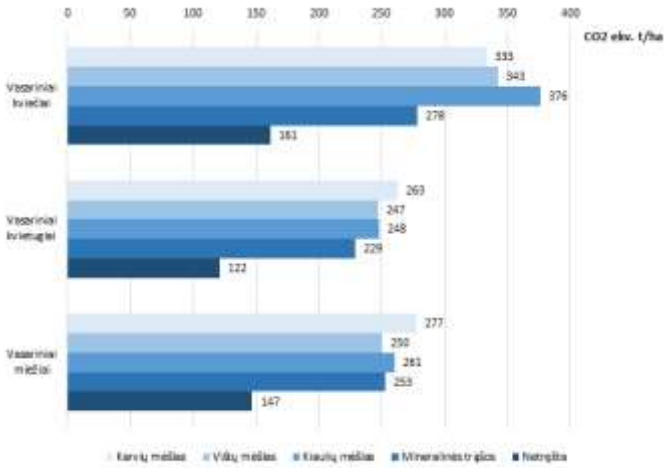
Apskaičiavus absoliučias sumines emisijas, nustatyta, kad tiek mineralinės trąšos, tiek ir organinės trąšos ŠESD emisijas padidino 2,40-2,46 karto, palyginus su netręštais javais. Esminių skirtumų trap tręšimo variantų nebuvo nustatyta (158 pav.).

Truputį kitokie rezultatai buvo gauti, analizuojant santykines emisijas, t.y. emisijas, tenkančios vienam derliaus vienetui. Pirmaisiais tyrimo metais mineralinės trąšos auginant vasarinius kviečius santykines ŠESD emisijas padidino 73%, galvijų mėšlo biosubstratas 107%, paukščių mėšlo biosubstratas 113% ir kiaulių mėšlo biosubstratas 134%, palyginus su netręštais javais (159 pav.). Antraisiais metais auginant vasarinius kvietrugius, mineralinės trąšos santykines ŠESD emisijas padidino 88%, galvijų mėšlo biosubstratas 116%, paukščių mėšlo biosubstratas 102% ir kiaulių mėšlo biosubstratas 103%, palyginus su netręštais javais. Trečiaisiais metais augintų vasarinių miežių pasėlyje santykinės ŠESD emisijos tręšiant mineralinėmis trąšomis buvo 72%, galvijų mėšlo biosubstratu 88%, paukščių mėšlo biosubstratu 70% ir kiaulių mėšlo biosubstrat 78% didesnės, palyginus su netręštais javais.

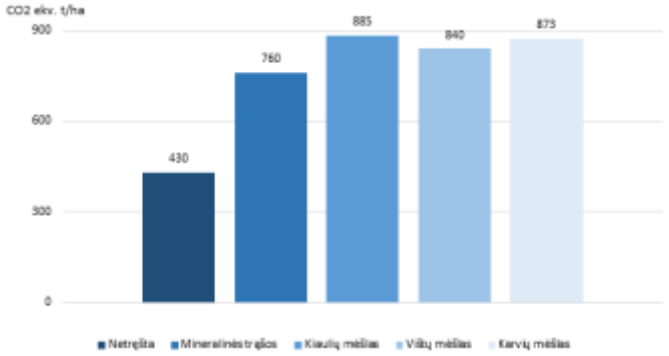


158 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų absoliučios suminės emisijos taikant skirtingą tręšimą

Vertinant santykines sumines ŠESD emisijas, nustatyta, kad mineralinės trąšos jas padidino 77%, palyginus su santykinėmis emisijomis netręštų javų pasėliuose (160 pav.). Kiaulių mėšlo biosubstratas santykines emisijas padidino 2,1 karto, palyginus su netręštais pasėliais arba 16%, palyginus su mineralinėmis trąšomis tręšiamais pasėliais. Paukščių mėšlo biosubstratas santykines emisijas padidino 1,9 karto, palyginus su netręštais pasėliais arba 11%, palyginus su mineralinėmis trąšomis tręšiamais pasėliais. Galvijų mėšlo biosubstratas santykines emisijas padidino 2,0 karto, palyginus su netręštais pasėliais arba 15%, palyginus su mineralinėmis trąšomis tręšiamais pasėliais.



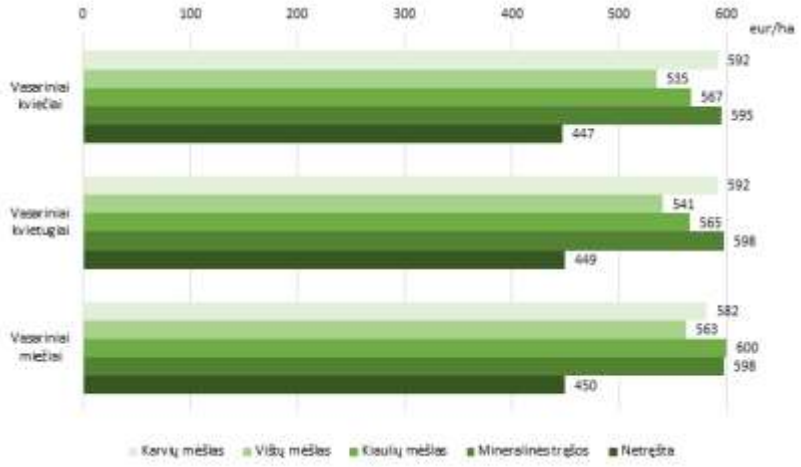
159 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų santykinės (tenkančios vienam derliaus vienetui) emisijos, taikant skirtingą tręšimą



160 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų santykinės (tenkančios vienam derliaus vienetui) suminės emisijos taikant skirtingą tręšimą

5.3. Kaštų vertinimas tręšimo oganinėmis trąšomis bandyme

Visais tyrimo metais mažiausi kaštai buvo apskaičiuoti netręšiamuose pasėliuose. Pirmaisiais tyrimo metais mineralinės trąšos vasarinių kviečių auginimo kaštus padidino 33%, galvijų mėšlo biosubstratas 32%, paukščių mėšlo biosubstratas 20% ir kiaulių mėšlo biosubstratas 27%, palyginus su netręštų javų auginimo kaštais (161 pav.). Naudojant paukščių mėšlo biosubstratą kaštai buvo 6-10% mažesni nei naudojant galvijų ar kiaulių mšlo biosubstratą.

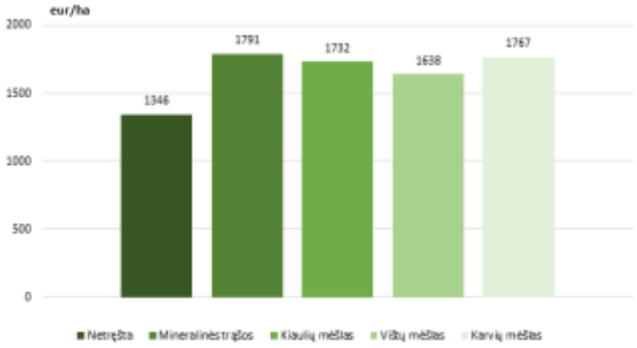


161 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų absoliutūs kaštai taikant skirtingą tręšimą

Antraisiais tyrimo metais mineralinės trąšos vasarinių kvietrugių, kaip ir vasarinių kviečių, auginimo kaštus padidino 33%, galvijų mėšlo biosubstratas 32%, paukščių mėšlo biosubstratas 20% ir kiaulių mėšlo biosubstratas 27%, palyginus su netręštų javų auginimo kaštais (161 pav.). Naudojant paukščių mėšlo biosubstratą kaštai buvo 9-10% mažesni nei naudojant galvijų ar kiaulių mšlo biosubstratą.

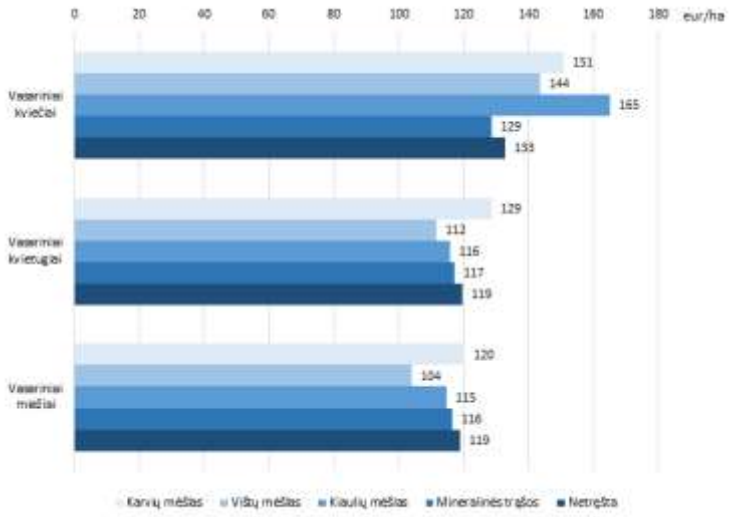
Trečiaisiais tyrimo metais mineralinės trąšos vasarinių miežių auginimo kaštus padidino 33%, galvijų mėšlo biosubstratas 29%, paukščių mėšlo biosubstratas 25% ir kiaulių mėšlo biosubstratas 33%, palyginus su netręštų javų auginimo kaštais (161 pav.). Naudojant paukščių mėšlo biosubstratą kaštai buvo 3-6% mažesni nei naudojant galvijų ar kiaulių mšlo biosubstratą. Be to, trečiaisiais tyrimo metais išryškėjo kiaulių mėšlo biosubstrato išaugę kaštai, palyginus su galvijų ir paukščių mšlo biosubstratų naudojimo kaštais.

Įvertinus absoliučius suminius sėjomainos rotacijos kaštus nustatyta, kad tręšiant kiaulių ar galvijų mėšlo biosubstratu kaštai siekė 1732-1767 eur/ha ir iš esmės nesiskyrė nuo kaštų tręšiant augalus mineralinėmis trąšomis (1791 eur/ha), tačiau buvo 31-33% didesni nei visiškai netręšiant (162 pav.). Tręšiant vištų mėšlo biosubstratu kaštai siekė 1638 eur/ha ir buvo 22% didesni nei visiškai netręšiant.



162 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų absoliutūs suminiai kaštai taikant skirtingą tręšimą

Pirmaisiais tyrimo metais (auginami vasariniai kviečiai) sėjomainos rotacijos augalų auginimo santykiniai (tenkantys vienam derliaus vienetui) kaštai mažiausi buvo tręšiant mineralinėmis trąšomis, o didžiausi – tręšiant kiaulių mėšlo biosubstratu (163 pav.). Santykiniai kaštai, tręšiant galvijų mėšlo biosubstratu buvo 8% mažesni, o tręšiant paukščių mėšlo biosubstratu 13% mažesni, nei tręšiant kiaulių mėšlo biosubstratu.

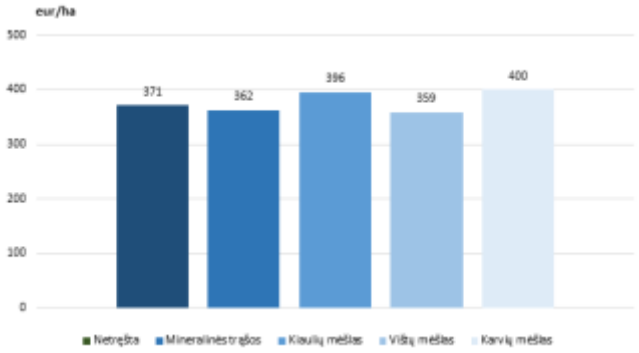


163 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų santykiniai (tenkantys vienam derliaus vienetui) kaštai taikant skirtingą tręšimą

Antraisiais tyrimo metais (auginami vasariniai kvietrugiai) sėjomainos rotacijos augalų auginimo santykiniai kaštai didžiausi buvo tręšiant galvijų mėšlo biosubstratu, kituose variantuose kaštai iš esmės nesiskyrė ir buvo 8-13% mažesni, nei tręšiant galvijų mėšlo biosubstratu.

Trečiaisiais tyrimo metais (auginami vasariniai miežiai) sėjomainos rotacijos augalų auginimo santykiniai kaštai tręšiant mineralinėmis trąšomis, galvijų ir kiaulių mėšlo biosubstratu bei visiškai netręšiant buvo labai panašūs, bet 11-15% didesni nei tręšiant paukščių mėšlo biosubstratu.

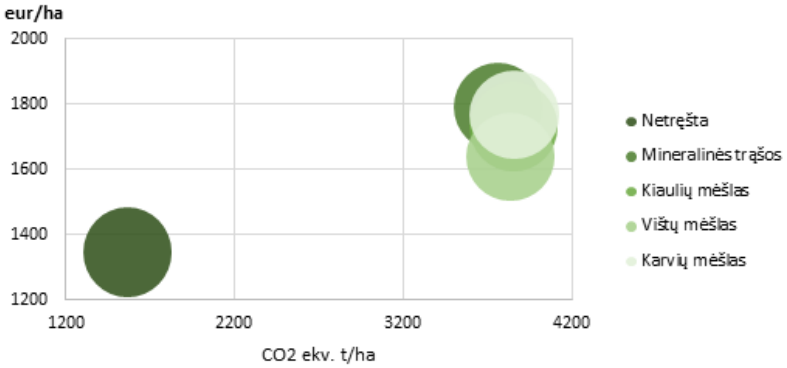
Įvertinus santykinius sėjomainos rotacijos kaštus, tenkančius vienam derliaus vienetui, nustatyta, kad tręšiant kiaulių ar galvijų mėšlo biosubstratu jie yra didžiausi (396-400 eur/ha) ir buvo vidutiniškai 9% didesni nei visiškai netręšiant, tręšiant mineralinėmis trąšomis ar paukščių mėšlo biosubstratu (164 pav.).



164 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų auginimo santykiniai (tenkantys vienam derliaus vienetui) kaštai taikant skirtingą tręšimą

5.4. Bendras emisijų ir kaštų palyginimas tręšimo oganinėmis trąšomis bandyme

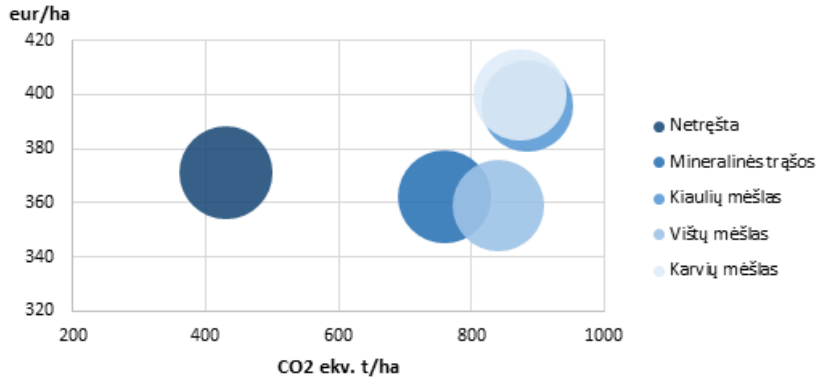
Bendram emisijų ir kaštų palyginimui, taikant skirtingas žemdirbystės technologijas, pritaikytas grafinis palyginimo metodas. Vidurio Lietuvos rudžemiuose vystant augalininkystę, svarbu įvertinti ne tik dirvožemio sąlygas, bet ir siekiamą derlių bei jam siekti pasirenkamas priemones. Skirtingo tręšimo technologijų tyrimai įrodė, kad sėjomainos rotacijos augalų auginimo absoliučios suminės emisijos ir kaštai, tręšiant mineralinėmis trąšomis bei galvijų ar kiaulių mėšlo biosubstratu buvo labai panašūs, o tręšiant paukščių mėšlo biosubstratu ŠESD emisijos buvo tokios pačios, tačiau kaštai mažesni nei tręšiant galvijų ar kiaulių mėšlo biosubstratu. Tačiau pažymėtina tai, kad visos tręšimo priemonės esmingai didino tiek sumines ŠESD emisijas, tiek ir kaštus, palyginus su visiškai netrštų javų auginimu (165 pav.).



165 paveikslas. Sėjomainos rotacijos augalų auginimo absoliučių suminių emisijų ir kaštų palyginimas taikant skirtingą tręšimą

Truputį kitokie rezultatai atsiskleidė vertinant santykinius emisijų ir kaštų rezultatus. Augintų sėjomainos augalų didžiausios santykinės emisijos ir didžiausi kaštai buvo tręšiant galvijų ar kiaulių

mėšlo biosubstratu. Tręšiant paukščių mėšlo biosubstratu kaštai prilygo tręšimo mineralinėmis trąšomis kaštamas, tačiau santykinės ŠESD emisijos buvo didesnė paukščių mėšlo biosubstratu tręštuose pasėliuose (166 pav.). Verta pastebėti, kad tręšimo paukščių mėšlo biosubstratu arba mineralinėmis trąšomis santykiniai kaštai, tenkantys vienam derliaus vienetui, buvo mažesni nei visškai netręšiant, tačiausantykinės ŠESD emisijos beveik dvigubai didesnės nei visai netrėšiant.



166 paveikslas. Augalų kultūrų santykinių (tenkančių vienam derliaus vienetui) suminių emisijų ir kaštų palyginimas taikant skirtingus tręšimo būdus

IŠVADOS

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas ekonominiu požiūriu atskleidė, kad:

1. Ilgamečiuose tiksliuosiuose lauko eksperimentuose auginant grūdinius augalus, kaštai priklausė nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties ir taikomų agrotechnologijų. Skirtingos granuliometrinės sudėties dirvožemiuose didžiausius absoliučius ir santykinius kaštus lėmė intensyvi ariminė agrotechnologija. Tačiau reikia pastebėti, kad vidutinio sunkumo priemolyje visų agrotechnologijų ilgametis taikymas nulėmė vidutiniškai 28% mažesnius absoliučius ir 18% mažesnius santykinius suminius kaštus nei tokių pačių technologijų taikymas smėlingame lengvame priemolyje.
2. Ariminė žemės dirbimo sistema buvo pranašesnė prieš neariminę, užtikrinant aukščiausius auginamų augalų derlingumus. Tiek vidutinio sunkumo priemolyje, tiek ir smėlingame lengvame priemolyje didžiausias suminis kultūrų derlius gaunamas taikant intensyvią ariminę technolgiją, o mažiausias – taikant tausojamąją neariminę technologiją.
3. Organinių trąšų (kiaulių, paukščių, galvijų mėšlo biosubstratų) efektyvumas, siekiant derlingumų, prilygo arba buvo mažesnis nei tręšiant mineralinėmis trąšomis. Didžiausias suminis sėjomainos rotacijos augalų absoliutus derlius gautas, naudojant mineralines trąšas, t.y. 35% didesnis nei javų netręšiant. Tręšiant galvijų mėšlo biosubstratu suminis derlius buvo 21%, paukščių mėšlo biosubstratu 26% ir kiaulių mėšlo biosubstratu 23% didesnis, palyginus su netręštais javais.
4. Tręšiant kiaulių ar galvijų mėšlo biosubstratu absoliutūs kaštai siekė 1732-1767 eur/ha ir iš esmės nesiskyrė nuo kaštų tręšiant augalus mineralinėmis trąšomis (1791 eur/ha), tačiau buvo 31-33% didesni nei visiškai netręšiant (162 pav.). Tręšiant vištų mėšlo biosubstratu kaštai siekė 1638 eur/ha ir buvo 22% didesni nei visiškai netręšiant. Įvertinus santykinius sėjomainos rotacijos kaštus, tenkančius vienam derliaus vienetui, nustatyta, kad tręšiant kiaulių ar galvijų mėšlo biosubstratu jie yra didžiausi (396-400 eur/ha) ir buvo vidutiniškai 9% didesni nei visiškai netręšiant, tręšiant mineralinėmis trąšomis ar paukščių mėšlo biosubstratu
5. Visų tipų (kiaulių, vištų, karvių mėšlo) biodujų gamybos procese perdirbtas biosubstratas esmingai didino miežių grūdų derlingumą, o iš kiaulių ir vištų mėšlo pagaminto biosubstrato naudojimas augalų tręšimui savo įtaka grūdų produktyvumui prilygo sintetinėms azoto trąšoms.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas energetiniu požiūriu atskleidė, kad:

1. Mažiausios kuro sąnaudos vienai tonai derliaus išauginti nustatytos taikant tausojamąją neariminę technologiją, o didžiausios – taikant intensyvią ariminę technologiją.
2. Tausojamosios ariminės ir neariminės žemės ūkio technologijos vidutinio sunkumo priemolyje leidžia sumažinti mineralinių trąšų normas vidutiniškai 49%, o smėlingame lengvame priemolyje 44%, palyginus su intensyviomis žemės ūkio technologijomis.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas aplinkosauginiu požiūriu nustatyta, kad:

1. Dirvožemio CO_2 emisijos (matavimai *in situ*) labiausiai priklausė nuo meteorologinių sąlygų, dirvožemio granuliometrinės sudėties, o žemės dirbimo sistemų įtaka dirvos 0-10 cm sluoksnio CO_2 apykaitai ne visada buvo ryški. Visgi, 2008-2022 metų dirvožemio CO_2 emisijų matavimų vidutiniai duomenys atskleidė, kad neariminio žemės dirbimo (NT-2 ir NT-3) sistemose emisijos buvo vidutiniškai 29% didesnės, o smėlingame lengvame priemolyje 31% didesnės nei ariminio žemės dirbimo (CT-2 ir CT-3) sistemose. Tai rodo, kad neariminio žemės dirbimo sistemos lemia didesnį dirvožemio gyvybingumą ir aktyvesnį autotrofinį+heterotrofinį dirvožemio kvėpavimą.
2. Ilgamečių (2000-2021 m.) tyrimo rezultatų analizė atskleidė, kad vidutinio sunkumo priemolyje intensyvi ariminė agrotechnologija lėmė didžiausias sumines ŠESD emisijas (CO2 ekv.). Intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 18% mažesnes, tausojamoji ariminė 24% mažesnes, o tausojamoji neariminė 43% mažesnes ŠESD emisijas nei intensyvi ariminė technologija. Smėlingame lengvame priemolyje intensyvi ariminė agrotechnologija lemia didžiausias ŠESD emisijas. Intensyvi neariminė technologija lėmė vidutiniškai 16% mažesnes, tausojamoji ariminė 20% mažesnes, o tausojamoji neariminė 38% mažesnes ŠESD emisijas nei intensyvi ariminė technologija. Intensyvi ariminė agrotechnologija lėmė didžiausias ne tik sumines ŠESD emisijas (CO2 ekv.), bet ir santykines emisijas (tenkančios vienam derliaus vienetui), o mažiausios santykinės emisijos buvo tausojamojoje neariminėje sistemoje.
3. Organinių trąšų (kiaulių, paukščių, galvijų mėšlo biosubstratų) eksperimente tiek mineralinės trąšos, tiek ir organinės trąšos absoliučias ir santykines (tenkančias vienam derliaus vienetui) ŠESD emisijas (CO2 ekv.) padidino 2,40-2,46 karto, palyginus su netręštais javais. Esminių skirtumų trap tręšimo variantų nebuvo nustatyta.
4. Visi žemės ūkio augalai didino CO_2 išsiskyrimą iš dirvožemio. Didžiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas nustatytas pašarinėje ir Norfolko sėjomainose, kuriose augintos daugiametės žolės arba tręšta mėšlu. Nuolatiniame pūdyme ir trilaukėje sėjomainoje (kurioje taip pat yra juodas pūdymas) ir rugių monopasėlyje nustatytas mažiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas. Priešsėliai su didesniu organinių liekanų įnašu skatina CO_2 emisijas.

Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo vertinimas dirvosauginiu požiūriu nustatyta, kad:

1. Agrocheminių ir fizikinių savybių pokyčių kryptis ir mastas priklauso nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties. Be to, ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas lemia augalų mitybos elementų ir organinės anglies stratifikaciją – jie koncentruojasi armens viršutiniame 0-10 cm sluoksnyje:
   1.1. Vidutinio sunkumo priemolyje, nenaudojant P trąšų, per 20 metų dirvožemio fosforingumas sumažėjo nuo didelio iki vidutinio. Nei žemės dirbimas (ariminis, neariminis), nei technologijų intensyvumas (intensyvi su gausiu NK tręšimu, įprastinė su tausojančiu NK tręšimu) neturėjo esminės įtakos fosforingumo kitimo skirtumams – dirvožemio fosforingumas ženkliai sumažėjo visose sistemose ir visame armenyje. Smėlingame lengvame priemolyje, kasmet

naudojant P trąšas, po 20 metų 0-10 cm sluoksnyje dirvožemis iš vidutinio fosforingumo visose žemės dirbimo sistemose tapo fosforingu, tačiau šie teigiami pokyčiai CT sistemose siekė 41-48%, o NT sistemose – net 52-63%. 10-20 cm sluoksnyje dirvožemis iš mažo ar vidutinio fosforingumo visose sistemose tapo/išliko vidutinio fosforingumo. Visgi, šiame dirvos sluoksnyje CT sistemų taikymas dirvožemio fosforingumą pagerino 49-54%, o NT taikymas – tik 18-33%.

1.2. Vidutinio sunkumo priemolyje, per 20 metų dirvožemis iš didelio kalingumo tapo tik kalingu. Nei žemės dirbimas (ariminis, neariminis), nei technologijų intensyvumas (intensyvi su gausiu NK tręšimu, įprastinė su tausojančiu NK tręšimu) neturėjo esminės įtakos kalingumo sumažėjimo stabdymui – dirvožemio kalingumas sumažėjo visose sistemose ir visame armenyje. Smėlingame lengvame priemolyje dirvožemio kalingumo pokyčius nulėmė žemės dirbimas. 0-10 cm sluoksnyje dirvožemis iš vidutinio kalingumo visose sistemose tapo kalingu, tačiau šie teigiami pokyčiai CT sistemose siekė 13-20%, o NT sistemose – net 52-83%. 10-20 cm sluoksnyje dirvožemis per 20 metų CT sistemose iš vidutinio kalingumo tapo kalingu, o NT sistemose – iš kalingo sumažėjo iki vidutinio kalingumo.

1.3. Vidutinio sunkumo priemolyje per 1999-2020 m. laikotarpį CT sistemose, 0-10 cm dirvos sluoksnyje pH sumažėjo vidutiniškai 4%, o 10-20 cm sluoksnyje 1-3%. NT sistemose 0-10 ir 10-20 cm dirvos sluoksniuose registravome pH sumažėjimą atitinkamai 9-10% ir 2-5%. Smėlingame lengvame priemolyje CT sistemose, 0-10 cm dirvos sluoksnyje pH padidėjo 3-4%, o 10-20 cm sluoksnyje 4-5%. NT sistemose šiuose dirvos sluoksniuose registravome pH padidėjimą atitinkamai 3-5% ir 8-11%.

1.4. Vidutinio sunkumo priemolyje, per 20 metų dirvožemyje N-sum koncentracija sumažėjo. Nei žemės dirbimas (ariminis, neariminis), nei technologijų intensyvumas (intensyvi su gausiu tręšimu, įprastinė su tausojančiu tręšimu) neturėjo esminės įtakos šio mažėjimo švelninimui visame armenyje. Dirvožemyje, turtingesniame organinėmis medžiagomis, susidarė palankesnė fizikocheminė terpė (šiaudai suveikė kaip purenanti priemonė) – geresnis drėgmės režimas, geresnė struktūra lėmė palankesnes sąlygas N-sum pereiti į augalams prieinamus junginius ir būti jų pasisavintam. Todėl N-sum koncentracija, nepaisant įterpamų N trąšų, nuosekliai mažėjo. Smėlingame lengvame priemolyje, per 20 metų skirtinguose armens sluoksniuose turinčiuose nedaug organinių medžiagų, nesusidarė palanki fizikocheminė terpė (šiaudai suveikė kaip poras kemšanti priemonė) – apsunkintas drėgmės režimas, prastesnė struktūra nelėmė palankių sąlygų N-sum pereiti į augalams lengvai prieinamus junginius, todėl N-sum koncentracija, nuosekliai didėjo.

1.5. Organinės anglies (humuso) stratifikacija neariminio žemės dirbimo (NT) sistemose buvo ryški abiejuose bandymuose. Per 1999-2020 m. tyrimų laikotarpį šioje sistemoje reikšmių santykis 0-10 cm / 10-20 cm dirvos sluoksniuose vidutinio sunkumo priemolyje padidėjo 12-24%, o smėlingame lengvame priemolyje 10-23%. CT sistemose šis santykis iš esmės nepakito. Tiek vidutinio sunkumo, tiek ir smėlingame priemolyje ariminio žemės dirbimo pakeitimas neariminiu nebuvo pranašesnis – C-org mineralizacija nesulėtėjo.

2. Organinės anglies sekvestracija priklauso nuo dirvožemio granuliometrinės sudėties, žemės dirbimo, augalinių liekanų įterpimo. Taikant įprastinę neariminę technologiją, C-org sekvestracija buvo spartesnė nei abiejose ariminėse technologijose ir intensyvioje neariminėje technologijoje, tačiau tik viršutiniame armens (0-10 cm) sluoksnyje. Vidutinio sunkumo priemolyje, neariminėje sistemoje C-org kiekis, nepriklausomai nuo šiaudų panaudojimo būdo ir tręšimo, buvo 16-24% didesnis nei tradicinio žemės dirbimo sistemoje, tačiau toks pranašumas pasireiškė tik 0-10 cm dirvos sluoksnyje. Smėlingame lengvame priemolyje, neariminėje sistemoje C-org kiekis buvo 18% didesnis nei tradicinio žemės dirbimo sistemoje tik šiaudus pašalinant iš lauko ir tik 0-10 cm dirvos sluoksnyje. Šiaudų fone C-org sankaupos 0-10 ir 10-20 cm sluoksniuose, neariminėje sistemoje buvo atitinkamai 9% ir 16% mažesnės nei tradicinio ariminio žemės dirbimo sistemoje.

Tik sunkesnės granuliometrinės sudėties dirvožemiuose neariminio žemės dirbimo pranšumas C-org sankaupoms yra ryškus, ir tik viršutiniame dirvos sluoksnyje

3. Ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas didina dirvožemio agregatų patvarumą, bendrąjį poringumą, mezoporų tūrį ir vandentalpą 0-10 cm dirvos sluoksnyje, bet mažina 10-20 cm sluoksnyje. Visgi, vertinant visą armenį, konstatuota, kad vidutinio sunkumo priemolyje bendras dirvožemio agregatų (>0,25 mm) patvarumas per tyrimų laikotarpį sumažėjo visose sistemose: CT-2 ir CT-3 sistemose – atitinkamai 11% ir 14%, o NT-2 ir NT-3 sistemose - 3% ir 10%. Smėlingame lengvame priemolyje armenyje bendras dirvožemio agregatų esmingai nepakito nė vienoje sistemoje.
4. Ilgametis neariminių technologijų (ir intensyvios, ir įprastinės) taikymas lemia geresnę vandentalpą augalams pasiekiamo vandens kiekį, tačiau tik armens viršutiniame 0-10 cm sluoksnyje. Dirvos 0-10 cm sluoksnio gravimetrinė drėgmė augalų vegetacijos laikotarpiu labiausiai priklausė nuo meteorologinių sąlygų, dirvožemio granuliometrinės sudėties, o agrotechnologijų įtaka jai ne visada buvo ryški.
5. Ilgamečių sėjomaininių lauko eksperimentų rezultatų apibendrinimas:
    5.1. Po daugiau kaip pusšimčio metų skirtingos augalų kaitos ypač išryškėjo daugiamečių žolių ir tręšimo mėšlu teigiamas poveikis dirvožemio derlingumui. Didžiausi organinės anglies ir suminio azoto kiekiai nustatyti sėjomainose, kuriose auginamos daugiametės žolės ar/ir tręšiama mėšlu: Norfolko, pašarinėje, lauko su kaupiamaisiais ir intensyvioje. Sideracinėje sėjomainoje, kurioje dirvožemio derlingumui palaikyti auginti įvairūs augalai žaliajai trąšai, dirvožemio organinės anglies ir suminio azoto kiekiai didžiausi pirmais metais po žaliosios trąšos įterpimo, o vėliau - esmingai mažėja. Sideratų žaliosios trąšos teigiamas poveikis trunka tik 1-2 metus, jie veikia kaip trumpalaikė trąša. Javų ir trilaukėje sėjomainose bei rugių monopasėlyje dirvožemio derlingumas mažesnis. Nuolatiniame juodajame pūdyme organinės anglies ir suminio azoto buvo iki 2 kartų mažiau nei Norfolko sėjomainoje. Mėšlu netręšiamas juodasis pūdymas dirvožemio derlingumą mažina labiausiai. Didžiausią organinės anglies kaupimo potencialą turi: a) Norfolko tipo sėjomainos, kur kasmet dirvožemio derlingumą mažinantys augalai yra pakeičiami dirvožemio derlingumą didinančiais, b) intensyvios tarpiniais pasėliais prisotintos sėjomainos, c) lauko ir pašarinės sėjomainos su daugiametėmis žolėmis ir plačia augalų kaita.
    5.2. Visi žemės ūkio augalai didino CO_2 išsiskyrimą iš dirvožemio. Didžiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas nustatytas pašarinėje ir Norfolko sėjomainose, kuriose augintos daugiametės žolės arba tręšta mėšlu. Nuolatiniame pūdyme ir trilaukėje sėjomainoje (kurioje taip pat yra juodas pūdymas) ir rugių monopasėlyje nustatytas mažiausias CO_2 apykaitos intensyvumas ir dirvožemio biologinis aktyvumas. Priešsėliai su didesniu organinių liekanų įnašu skatina CO_2 emisijas.
    5.3. Sėjomainos augalų poveikis po jų einančių žemės ūkio augalų derliaus potencialui daugeliu atvejų išlieka esminis. Dabartinėmis intensyvaus ūkininkavimo ir klimato kaitos sąlygomis ilgalaikės augalų kaitos reikšmė nemažėja. Nors rugiai iš visų žemės ūkio augalų yra mažiausiai jautrūs priešsėliui, tačiau ir jų derlingumas monopasėlyje (nekaitant daugiau kaip 50 metų) esmingai sumažėja. Tik optimalus tręšimas mineralinėmis trąšomis ir šiuolaikinių augalų apsaugos priemonių naudojimas palaiko nors ir esmingai mažesnį negu sėjomainose, bet stabilų monopasėlio derlingumą. Žieminių rugių derlingumas gautas net 12,2-18,4 proc. didesnis patręšus galvijų mėšlu žolinėje ir pūdyminėje grandyse. Iš visų javų žieminiai kviečiai jautriausi priešsėliui, tinkamiausi - daugiausia organikos dirvožemyje paliekantys. Vasariniai miežiai produktyvesni būna pasėti po kaupiamųjų augalų ir sėjomainose, kuriose bent vienas narys per rotaciją tręšiamas organinėmis trąšomis, įskaitant ir po avižų mėšlu tręšiamoje javų sėjomainoje.

Naudotos literatūros sąrašas

1. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 Energy, Chapter 3
2. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry
3. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 Energy, Chapter 3 Mobile Combustion, IPCC, 2006, prieiga per internetą: < https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf >;
4. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 11 N2O Emissions From Managed Soils, And CO2 Emissions From Lime And Urea Application, IPCC, 2006, prieiga per internetą: < https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf >.
5. Arlauskienė A., Maikštėnienė S. 2006. The influence of different legume crops on the nitrogen circulation cycle in the agrocenoses. Grasslands cience in Europe. Vol. 11, p. 330–332.
6. Arlauskienė, A., Cesevičienė, J., & Velykis, A. (2019). Improving mineral nitrogen control by combining catch crops, fertilisation, and straw management in a clay loam soil. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science, 69(5), 422-431.
7. Aulakh M., Kabba, S., Baddesha, H. S., ir kt. 2003. Crop yields and phosphorus fertilizer transformations after 25 years of applications to a subtropical soil under groundnutbased cropping systems. Field Crops Research, vol. 83, iss. 3, p. 283–296.
8. Balnytė S. 2010. Agroekosistemų optimizavimas augalų kaita, tarpiniais pasėliais ir organinėmis trąšomis ekologinėje žemdirbystėje. Daktaro disertacija: biomedicinos mokslai, agronomija. Akademija. 106 p.
9. Barčauskaitė, K. Polichlorbifenilų Ir Policiklinių Aromatinių Angliavandenilių Kiekiai Lietuvoje Gaminamuose Kompostuose Jų Įtaka Dirvožemiui Bei Augalams.
10. Barčauskaitė, K.; Žydelis, R.; Mažeika, R. Screening of Chemical Composition and Risk Index of Different Origin Composts Produced in Lithuania. *Environmental Science and Pollution Research 2020 27:19* **2020**, *27*, 24480–24494, doi:10.1007/S11356-020-08605-7.
11. Benckiser, G., Schartel, T., & Weiske, A. (2015). Control of NO 3− and N 2 O emissions in agroecosystems: a review. Agronomy for sustainable development, 35(3), 1059-1074.
12. Bučienė A. 2003. Žemdirbystės sistemų ekologiniai ryšiai: Monografija. Klaipėda, p. 176.
13. Čiuberkienė D., Ežerinskas V. 2000. Agrocheminių rodiklių ir maisto medžiagų migracijos kitimai įvairiai kalkintame ir tręštame dirvožemyje. Žemdirbystė. Mokslo darbai. T. 71, p. 32–48.
14. D1-778 Dėl Reikalavimų Techninio Komposto, Techninio Raugo Ir Stabilato Kokybei Ir Naudojimui Patvirtinimo Available online: https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.4EDB57C49DC0/asr (accessed on 26 October 2022).
15. Dirsė, A. 2001. Žemės ūkio augalų vegetacijos laikotarpių drėgmingumas. Žemės ūkio mokslai, nr. 3, p. 51–56.
16. Duchovskis P., Juknys R., Brazaitytė A., Žukauskaitė I. 2003. Plant response to integrated impact of natural and anthropogenic stress factors. Russian journal of plant physiology. Vol. 50 (2), p. 147–154.
17. Feiza V., Feizienė D., Auškalnis A., Kadžienė G. 2010. Sustainable tillage: results from long-term field experiments on Cambisol. Zemdirbyste-Agriculture, 97 (2): 3–14.
18. Feiza V., Feiziene D., Kadziene G., Lazauskas S., Deveikyte I., Slepetiene A., Seibutis V. 2011. Soil state in the 11th year of three tillage systems application on a cambisol. Journal of Food, Agriculture and Environment, 9 (3–4): 1088–1095.
19. Feiza V., Feizienė D., Sinkevičienė A., Bogužas V., Putramentaite A., Lazauskas S., Deveikytė I., Seibutis V., Steponavičienė V., Pranaitienė S. 2015. Soil water capacity, pore-size distribution and CO2 e-flux in different soils after long-term no-till management. Zemdirbyste-Agriculture, 102 (1): 3–14.
20. Feizienė D., Feiza V., Kadžienė G., Vaidelienė A., Povilaitis V., Deveikytė I. 2012. CO2 fluxes and drivers as affected by soil type, tillage and fertilization. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B: Soil and Plant Science, 62 (4): 311–328. DOI: 10.1080/09064710.2011.614272.
21. Feiziene D., Feiza V., Karklins A., Versuliene A., Janusauskaite D., Antanaitis S. 2018. After-effects of long-term tillage and residue management on topsoil state in Boreal conditions. European Journal of Agronomy, 94: 12–24.
22. Feizienė D., Feiza V., Slepetiene A., Liaudanskiene I., Kadziene G., Deveikytė I., Vaideliene A. 2011. Long-term influence of tillage and fertilization on net carbon dioxide exchange rate on two soils with different textures. Journal of Environmental Quality, 40 (6): 1787–1796.
23. Feiziene D., Janusauskaite Dalia, Feiza V., Putramentaite A., Sinkeviciene A., Suproniene S., Seibutis V., Kadziene G., Deveikyte I., Lazauskas S., Janusauskaite Daiva, Povilaitis V. 2015. After-effect of long-term soil management on soil respiration and other qualitative parameters under prolonged dry soil conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 39: 633–651 DOI: 10.3906/tar-1405-88 2015.
24. García-Sánchez, M., Siles, J. A., Cajthaml, T., García-Romera, I., Tlustoš, P., & Száková, J. (2015). Effect of digestate and fly ash applications on soil functional properties and microbial communities. European Journal of Soil Biology, 71, 1-12.

25. Grace, P. R., Ladd, J. N., Robertson, G. P., & Gage, S. H. (2006). SOCRATES—a simple model for predicting long-term changes in soil organic carbon in terrestrial ecosystems. Soil Biology and Biochemistry, 38(5), 1172-1176.
26. Gužys, S. 2013. Fosforo ir kalio medžiagų migracija ir išplovimas skirtingai tręštų kultūrinių augalų sėjomainų rotacijose. Vandens ūkio inžinerija, 42 (62): 40–48.
27. Hobley, E. U., Baldock, J., & Wilson, B. (2016). Environmental and human influences on organic carbon fractions down the soil profile. Agriculture, Ecosystems & Environment, 223, 152-166.
28. Hsiao, T. C., Steduto, P., Fereres, E. 2007. A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. Irrigation Science, vol. 25, iss. 3, p. 189–207.
29. Yamaguchi-Shinozaki K., Kasuga M., Liu Q., Nakashima K., Sakuma Y., Abe H., Shinwari Z. K., Seki M. and Shinozaki K. 2002. Biological mechanisms of drought stress response. Jircas working report, p. 1–8.
30. Younie D. 2000. The role and management of grassland in organic farming. Hopkins A., ed. Grass: its Production an Utilization. Blackwell Science, UK, p. 365–393.
31. Jodaugienė D., Bogužas V., Mikučionienė R., Auželienė I., Zemeckis R. 2015. Sėjomainų ir priešsėlių poveikis su auginamų javų derliumi išnešamų maisto medžiagų kiekiui. Žemės ūkio mokslai. T. 22 (1), p. 26–35.
32. Jurgutis, L.; Slepetiene, A.; Volungevicius, J.; Amaleviciute-Volunge, K. Biogas Production from Chicken Manure at Different Organic Loading Rates in a Mesophilic Full Scale Anaerobic Digestion Plant. *Biomass Bioenergy* **2020**, *141*, 105693, doi:10.1016/J.BIOMBIOE.2020.105693.
33. Karathanasi, A. D., Wells, K. L. 1990. Conservation Tillage Effects on the Potassium Status of Some Kentucky Soils. Soil Science Society of America Journal, vol. 54, nr. 3, p. 800–806.
34. Keesstra, S. D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., ... & Bardgett, R. D. (2016). The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. Soil.
35. Kochiieru M., Feiziene D**.**, Feiza V., Volungevicius J., Velykis A., Slepetiene A., Deveikyte I., Seibutis V. 2020. Freezing-thawing impact on aggregate stability as affected by land management, soil genesis and soil chemical and physical quality. Soil and Tillage Research, 203.
36. Končius, D. 2007. Periodinio kalkinimo ir tręšimo įtaka fosforo formų bei mineralinių fosfatų frakcijų pokyčiams dirvožemyje. Žemdirbystė, t. 94, nr. 1, p. 74–88.
37. Kravchenko, A. N., & Guber, A. K. (2017). Soil pores and their contributions to soil carbon processes. Geoderma, 287, 31-39.
38. Kučinskas, J., Žekonienė, V. 1999. Tręšimo problemos ir jų sprendimo būdai Lietuvos ekologiniuose ūkiuose. Su ekologiškais produktais į Europą. Kaunas, p. 78–91.
39. Lal, R. (2009). Challenges and opportunities in soil organic matter research. European Journal of Soil Science, 60(2), 158-169.
40. Lal, R. 2011. Sequestering carbon in soils of agroecosystems. Food Policy, vol. 36, p. 33–39.
41. Liaudanskienė, I., Dirvožemio organinės anglies išsaugojimo galimybės. 2012. http://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/dirvozemio-organines-anglies-issaugojimo-galimybes/. Žiūrėta 2019-04-02.
42. Lilienfein, J., Wilcke, W., Ayarza. M., ir kt. 2000. Chemical fractionation of phosphorus, sulphur, and molybdenum in Brazilian savannah Oxisols under different land use. Geoderma,vol. 96, iss. 1–2, p. 31–46.
43. Lin, Y., Ye, G., Kuzyakov, Y., Liu, D., Fan, J., & Ding, W. (2019). Long-term manure application increases soil organic matter and aggregation, and alters microbial community structure and keystone taxa. Soil Biology and Biochemistry, 134, 187-196.
44. Loes, A. K., Oggard, A. 2001. Long term change in extractable soil phosphorus (P) in organic dairy farming systems. Plant and soil, 237, 321.
45. Mallarino, A. P., Bordoli, J. M., Borges, R. 1999. Phosphorus and potassium placement effects on early growth and nutrient uptake of no-till corn and relationships with grain yield. Agron J 91: 37–45.
46. Marcinkonis, S., Baltrenaite, E., Lazauskas, S. 2011. Extraction and mapping of soil factor using factor analysis and geoestatistical analysis on intensively manured heterogeneous soils in Lithuania Pol. J. Environ. Stud., 20, p. 67–74.
47. Mattson, L. 1998. P in Swedish long-term soil fertility experiments/ Seminar "Phosphorus Balance and Utilization Agriculture. Towards Sustainability" proceedings, p. 69–76.
48. Mažvila, J., Vaišvila, Z. J. 1998. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita: monografija. Kaunas, p. 196.
49. *Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai „I dalis pagrindinio žemės dirbimo darbai 2018"*, Lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2018, prieiga per internetą: < https://www.laei.lt/x_file_download.php?pid=3064 >;
50. *Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai „II dalis pasėlių priežiūra ir šienapjūtės darbai 2018"*, 2018, prieiga per internetą: < https://www.laei.lt/x_file_download.php?pid=3102 >;

51. *Mechanizuotų žemės ūkio paslaugų įkainiai „III dalis derliaus nuėmimo darbai 2018“*, lietuvos agrarinės ekonomikos institutas, 2018, prieiga per internetą: < https://www.laei.lt/x_file_download.php?pid=3133 >;
52. *Mobile Combustion*, IPCC, 2006, prieiga per internetą: < https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf >;
53. Montanarella, L., & Alva, I. L. (2015). Putting soils on the agenda: the three Rio Conventions and the post-2015 development agenda. Current Opinion in Environmental Sustainability, 15, 41-48.
54. Nakayama N., Saneoka H., Moghaieb R. E. A., Gnasiri S., Fujita P. K. 2007. Response of growth, photosinthetic gas axchange, translocation of 13 Clabelled photosynhate and N accumulation in two Soybean (Glycine max L. Merrill) cultivars to drougcht sterss. International Journal of Agriculture and Biology. Vol. 09 (5), p. 669–674.
55. Neyroud, J. A., Lischer, P. 2003. Do different methods used to estimate phosphorus availability across Europe give comparable results? Journal of Plant Nutrition and Soil Science 166: 422–431.
56. Pheav, S., Bell, R. W., White, P. F., ir kt.. 2003. Fate of applied fertilizer phosphorus in a highly weathered sandy soil under lowland rice cropping, and its residual effect. Field Crops Research,vol. 81, iss. 1, p. 1–16.
57. Povilaitis, V.; Lazauskas, S.; Antanaitis, Š.; Feizienė, D.; Feiza, V.; Tilvikienė, V. Relationship between Spring Barley Productivity and Growing Management in Lithuania's Lowland. *http://dx.doi.org/10.1080/09064710.2017.1367834* **2017**, *68*, 86–95, doi:10.1080/09064710.2017.1367834.
58. Praspaliauskas, M.; Pedišius, N. A Review of Sludge Characteristics in Lithuania's Wastewater Treatment Plants and Perspectives of Its Usage in Thermal Processes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **2017**, *67*, 899–907, doi:10.1016/J.RSER.2016.09.041
59. Repšienė R., Plesevičienė A. K., Čiuberkis S. 2005. Mėšlo normų įtaka dirvožemio savybėms ir agrocenozės produktyvumui. Žemdirbystė: Mokslo darbai. T 1 (89), p. 18–30.
60. Rutigiano, F. A., D'ascoli, R., Virzo de Santo A. 2004. Soil microbiol metabolism and nutrient status in a Mediterranean area as affected by plant cover. Soil Biology and Biochemistry, vol. 36, iss. 11, p. 1719–1729.
61. Sainju, U. M. (2014). Cropping sequence and nitrogen fertilization impact on surface residue, soil carbon sequestration, and crop yields. Agronomy Journal, 106(4), 1231-1242.
62. Sainju, U. M., Stevens, W. B., Caesar-TonThat, T., Liebig, M. A., & Wang, J. (2014). Net global warming potential and greenhouse gas intensity influenced by irrigation, tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization. Journal of Environmental Quality, 43(3), 777-788.
63. Sánchez-Navarro, V., Zornoza, R., Faz, Á., & Fernández, J. A. (2020). Comparison of soil organic carbon pools, microbial activity and crop yield and quality in two vegetable multiple cropping systems under mediterranean conditions. Scientia Horticulturae, 261, 109025.
64. Shen, J., LI, R., Zhang, F., ir kt. 2004. Crop yields, soil fertility and phosphorus fractions in response to long-term fertilization under the rice monoculture system on a calcareous soil. Field Crops Research, vol. 86, iss. 2–3, p. 225–238.
65. Sieling K., Christen O. 2015. Crop rotation effects on yield of oilseed rape, wheat and barley and residual effects on the subsequen wheat. Archives of Agronomy and Soil Science. Vol. 61, No. 11, p. 1531–1549.
66. Sivojiene, D.; Kacergius, A.; Baksiene, E.; Maseviciene, A.; Zickiene, L. The Influence of Organic Fertilizers on the Abundance of Soil Microorganism Communities, Agrochemical Indicators, and Yield in East Lithuanian Light Soils. *Plants 2021, Vol. 10, Page 2648* **2021**, *10*, 2648, doi:10.3390/PLANTS10122648.
67. Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., Denef, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dy¬namics. Soil & Tillage Research, vol. 79, p. 7–31.
68. Skinulienė, L., Bogužas, V., Steponavičienė, V., Sinkevičienė, A., Marcinkevičienė, A., & Sinkevičius, A. (2019). Effect of long-term crop rotations on soil CO2 emission and earthworms. Žemės ūkio mokslai, 26(2).
69. Skinulienė, Lina, et al. Effect of 50-year term different crop rotations on soil organic matter. In: Soil Organic Matter [elektroninis išteklius]: 7th International Symposium on Soil Organic Matter, Hilton Adelaide, 6-11 October.[Adelaide], 2019. 2019.
70. Skinulienė, Lina, et al. Influence of long-term crop rotation on winter and spring cereal productivity. In: 26th NJF Congress: Agriculture for the Next 100 Years, 27-29 June, 2018 Kaunas r. Lithuania: Programme and Summaries of Presentations. Akademija, 2018. 2018.
71. Slepetiene, A., Volungevicius, J., Jurgutis, L., Liaudanskiene, I., Amaleviciute-Volunge, K., Slepetys, J., & Ceseviciene, J. (2020). The potential of digestate as a biofertilizer in eroded soils of Lithuania. Waste Management, 102, 441-451.
72. Slepetiene, A.; Volungevicius, J.; Jurgutis, L.; Liaudanskiene, I.; Amaleviciute-Volunge, K.; Slepetys, J.; Ceseviciene, J. The Potential of Digestate as a Biofertilizer in Eroded Soils of Lithuania. *Waste Management* **2020**, *102*, 441–451, doi:10.1016/J.WASMAN.2019.11.008.

73. Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., ... & Scholes, B. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. Philosophical transactions of the royal Society B: Biological Sciences, 363(1492), 789-813.
74. Staugaitis G., Mažeika R., Antanaitis A., Antanaitis Š. 2011. Komposto, naudojamo žemės ūkyje, kokybės reikalavimų analizė ir įvertinimas: taikomojo mokslinio tyrimo ataskaita, Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras, Agrocheminių tyrimų laboratorija, p. 52–78.
75. Staugaitis, G., Gvildienė, K., & Mažeika, R. (2015). Įvairios kilmės kompostų poveikis lapinėms salotoms ir dirvožemio savybėms. Žemės ūkio mokslai, 22(3).
76. Stockmann, U., Adams, M. A., Crawford, J. W., Field, D. J., Henakaarchchi, N., Jenkins, M., ... & Wheeler, I. (2013). The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. Agriculture, Ecosystems & Environment, 164, 80-99.
77. Suproniene, S.; Doyeni, M.O.; Viti, C.; Tilvikiene, V.; Pini, F. Characterization of the Soil Prokaryotic Community With Respect to Time and Fertilization With Animal Waste–Based Digestate in a Humid Continental Climate. *Front Environ Sci* **2022**, *10*, 625, doi:10.3389/FENVS.2022.852241/BIBTEX.
78. Šarauskis, E., Masilionytė, L., Juknevičius, D., Buragienė, S., & Kriaučiūnienė, Z. (2019). Energy use efficiency, GHG emissions, and cost-effectiveness of organic and sustainable fertilisation. Energy, 172, 1151-1160.
79. Tilvikiene V., Kadžiuliene Ž., Liaudanskiene I., Zvicevicius E., Cerniauskiene Z., Cipliene A., Raila A.J., Baltrusaitis J. 2020. The quality and energy potential of introduced energy crops in Northern part of temperate climate zone. Renewable Energy, 9 November. 151: 887–895.
80. Tilvikiene V., Venslauskas K., Povilaitis V., Navickas K., Zuperka V., Kadziuliene Z. 2020. The effect of digestate and mineral fertilisation of cocksfoot grass on greenhouse gas emissions in a cocksfoot-based biogas production system. Energy, Sustainability and Society, 10: 13.
81. Tilvikienė, V., Šlepetienė, A., & Kadžiulienė, Ž. (2018). Effects of 5 years of digestate application on biomass production and quality of cocksfoot (Dactylis glomerata L.). Grass and Forage Science, 73(1), 206-217.
82. Tilvikienė, V.; Šlepetienė, A.; Kadžiulienė Effects of 5 Years of Digestate Application on Biomass Production and Quality of Cocksfoot (Dactylis Glomerata L.). *Grass and Forage Science* **2018**, *73*, 206–217, doi:10.1111/GFS.12306.
83. Tilvikiene, V.; Venslauskas, K.; Povilaitis, V.; Navickas, K.; Zuperka, V.; Kadziuliene, Z. The Effect of Digestate and Mineral Fertilisation of Cocksfoot Grass on Greenhouse Gas Emissions in a Cocksfoot-Based Biogas Production System. *Energy Sustain Soc* **2020**, *10*, 1–15, doi:10.1186/S13705-020-00245-6/TABLES/8.
84. Toleikienė, M., Brophy, C., Arlauskienė, A., Rasmussen, J., Gecaitė, V., & Kadžiulienė, Ž. (2019). The introduction of soybean in an organic crop rotation in the Nemoral zone: the impact on subsequent spring wheat productivity. Zemdirbyste-Agriculture, 106(4).
85. Trąšos Ir Dirvožemio Gerinimo Priemonės - Vatzum.Lt Available online: https://www.vatzum.lt/lt/veiklos-sritys/agrochemija/trasos-ir-dirvozemio-gerinimo-priemones/ (accessed on 26 October 2022).
86. Trąšos. Biomasės Koncentratas. Kompostas - Kurana - Bioetanolio Ir Biodujų Gamyklą. Žalia Energija. Produktai Ūkininkams Available online: http://www.kurana.lt/lt/trasos-biomases-koncentratas-kompostas/ (accessed on 26 October 2022).
87. Vaišvila, Z. 1996. Judriųjų azoto, fosforo ir kalio įtaka žemėsūkio augalų mitybai. Habilitacinis darbas. Vilnius, p. 76–97.
88. Valentinuzzi, F., Cavani, L., Porfido, C., Terzano, R., Pii, Y., Cesco, S., ... & Mimmo, T. (2020). The fertilising potential of manure-based biogas fermentation residues: pelleted vs. liquid digestate. Heliyon, 6(2), e03325.
89. Velička, R., Rimkevičienė, M., Kriaučiūnienė, Z., Marcinkevičienė, A. 2006. Augalų liekanose sukaupto lignino skaidymo priemolio glėjiškame rudžemyje dėsningumai. Žemės ūkio mokslai, nr. 3. P. 10–15.
90. Višniauskė, I.; Barčauskaitė, K.; Bakšienė, E.; Mažeika, R. Evaluation of Contamination Levels of Different Types of Composts and Their Suitability for Usage in Agriculture. *Zemdirbyste* **2018**, *105*, 211–220, doi:10.13080/Z-A.2018.105.027.
91. W e i s k e A. Potential for carbon sequestration in European agriculture // Policy-Oriented Research. – Document number: MEACAP WP3 D10a, 2007, p. 1–5.
92. Wang, Y.; Zhu, Y.; Zhang, S.; Wang, Y. What Could Promote Farmers to Replace Chemical Fertilizers with Organic Fertilizers? *J Clean Prod* **2018**, *199*, 882–890, doi:10.1016/J.JCLEPRO.2018.07.222.
93. Wang, J. J., Bowden, R. D., Lajtha, K., Washko, S. E., Wurzbacher, S. J., & Simpson, M. J. (2019). Long-term nitrogen addition suppresses microbial degradation, enhances soil carbon storage, and alters the molecular composition of soil organic matter. Biogeochemistry, 142(2), 299-313.
94. White, R. E. 2006. Principles and Practice of Soil Science: The Soil as a Natural Resource. Cornwall: Blackwell Science Ltd. 363 p.
95. Wilkins R. J., Vidrih, T. 2000. Grassland for and beyond 2000. Grassland Science in Europe. Vol. 5, p. 9–17.

96. XIII-1927 Lietuvos Respublikos Tręšiamųjų Produktų Įstatymas Available online: https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/ff770612199611e9bd28d9a28a9e9ad9 (accessed on 26 October 2022).
97. Zuokaitė, E.; Zigmontienė, A. INVESTIGATION INTO TOTAL CARBON IN SEWAGE SLUDGE AND COMPOST. *Mokslas - Lietuvos ateitis* **2010**, *2*, 119–124, doi:10.3846/MLA.2010.103.

REZULTATŲ SKLAIDA

1. A. Galinis, V. Boguzas, M. Cesnavicius, V. Feiza, D. Feiziene, M. Kochiieru, V. Lekavicius, E. Neniskis, E. Norvaisa, L. Skinuliene, V. Tilvikiene. Agriculture in the Context of Economy Decarbonisation Modelling. Conference of sustainable development of energy, water and environment systems. Dubrovnik, 10-15.10.2021.
2. D.Feizienė, V.Tilvikienė, V.Feiza, A.Galinis, V.Lekavičius, M.Kochiieru, M. Česnavičius, V. Bogužas, L.Skinulienė. Skirtingų žemdirbystės technologijų efektyvumo ir perspektyvumo įvertinimas ekonominiu, energetiniu ir aplinkosauginiu požiūriu. Stendinis pranešimas žemės ūkio technologijų parodoje „Agrovizija 2022“. 2022 m. birželio 29 – liepos 1 d.
3. M. Kochiieru, V. Feiza, D. Feiziene. Relationship between soil agrochemical properties, macropores and water-stable aggregates under different tillage. 5th International soil physics symposium. 2022.06.03, Akademija, Lithuania.
4. M. Kochiieru, V. Feiza, D. Feiziene, A. Šlepetirnė. Daugiau organinės medžiagos – geresnė dirvožemio struktūra. Mano ūkis. 2021.04.
5. D. Feizienė. Šiaudų panaudojimo būdai dirvožemiams gerinti. Mano ūkis. 2022.08.

SUDERINTA:

(*Tyrimų priežiūros komisijos pirmininkas*)

(Vardas, Pavardė)

(*Data*)

PRIEDAI

1 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės vidutinio sunkumo priemolio dirvoje auginant žieminius kviečius

Darbai		Priemonė	Technologijos			
			CT-3	NT-3	CT-2	NT-2
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
4	Dirvos purenimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
5	Rudeninis tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2000	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 24 kg v.m./ha arba 40 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) 0; K trąšos (KCl) - 24 kg v.m./ha arba 40 kg trąšos/ha
		2005	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 74 kg v.m./ha arba 123 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 74 kg v.m./ha arba 123 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 50 kg v.m./ha arba 88 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 50 kg v.m./ha arba 88kg trąšos/ha
		2010	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) – 18 kg v.m./ha arba 30 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 18 kg v.m./ha arba 30 kg trąšos/ha
		2015	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 40 kg v.m./ha arba 67 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 40 kg v.m./ha arba 67 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 16 kg v.m./ha arba 27 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 16 kg v.m./ha arba 27 kg trąšos/ha
		2020	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 24 kg v.m./ha arba 40 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 24 kg v.m./ha arba 40 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	

7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
8	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2000	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha
		2005	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha
		2010	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha
		2015	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha
		2020	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha
10	Fungicidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Augimo reguliatoriai (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
12	Insekticidų purškimas (vieną kartą)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.

13	Fungicidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2000	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	-	-
		2005	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N12 arba 35 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N12 arba 35 kg trąšos/ha
		2010	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N19 arba 56 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N19 arba 56 kg trąšos/ha
		2015	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N10 arba 29 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N10 arba 29 kg trąšos/ha
		2020	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 176 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 176 kg trąšos/ha
15	II-asis augimo reguliatorių purškimas	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
16	II-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	-	-
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	-	-
		2000	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	-	-
		2005	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 88 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 88 kg trąšos/ha	-	-
		2010	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N37 arba 109 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N37 arba 109 kg trąšos/ha	-	-
		2015	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N31 arba 91 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N31 arba 91 kg trąšos/ha	-	-
		2020	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N50 arba 147 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N50 arba 147 kg trąšos/ha	-	-

		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2000	7,66	7,76	7,50	7,67
		2005	7,91	7,66	7,38	7,25
		2010	6,32	4,96	6,64	4,43
		2015	9,29	9,82	9,21	8,63
		2020	9,12	8,72	8,95	8,54
	Šiaudai t/ha	2000	6,89	6,98	6,75	6,90
		2005	7,12	6,89	6,64	6,53
		2010	5,69	4,46	5,98	3,99
		2015	8,36	8,84	8,29	7,77
		2020	8,21	7,85	8,06	7,69

2 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės smėlingo lengvo priemolio dirvoje auginant žieminius kviečius

Darbai		**Priemonė**	**Technologijos**			
			CT-3	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
4	Dirvos purenimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
5	Rudeninis tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2000	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 183 kg v.m./ha arba 963 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 65 kg v.m./ha arba 108 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 183 kg v.m./ha arba 963 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 65 kg v.m./ha arba 108 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 93 kg v.m./ha arba 489 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 47 kg v.m./ha arba 78 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 93 kg v.m./ha arba 489 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 47 kg v.m./ha arba 78 kg trąšos/ha
		2005	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 268 kg v.m./ha arba 1410 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 170 kg v.m./ha arba 283 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 268 kg v.m./ha arba 1410 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 170 kg v.m./ha arba 283 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 149 kg v.m./ha arba 784 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 96 kg v.m./ha arba 160 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 149 kg v.m./ha arba 784 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 96 kg v.m./ha arba 160 kg trąšos/ha

		2010	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 185 kg v.m./ha arba 974 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 102 kg v.m./ha arba 170 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 185 kg v.m./ha arba 974 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 102 kg v.m./ha arba 170 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 65 kg v.m./ha arba 342 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 41 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 65 kg v.m./ha arba 342 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 41 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha
		2015	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 256 kg v.m./ha arba 1347 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 111 kg v.m./ha arba 185 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 256 kg v.m./ha arba 1347 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 111 kg v.m./ha arba 185 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 136 kg v.m./ha arba 716 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 45 kg v.m./ha arba 75kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 136 kg v.m./ha arba 716 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 45 kg v.m./ha arba 75kg trąšos/ha
		2020	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 250 kg v.m./ha arba 1316 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 190 kg v.m./ha arba 316 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 250 kg v.m./ha arba 1316 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 190 kg v.m./ha arba 316 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 133 kg v.m./ha arba 700 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 113 kg v.m./ha arba 188 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 133 kg v.m./ha arba 700 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 113 kg v.m./ha arba 188 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
8	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2000	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha
		2005	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha
		2010	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha
		2015	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N140 arba 412 kg trąšos/ha

		2020	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 294 kg trąšos/ha
10	Fungicidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Augimo reguliatoriai (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
12	Insekticidų purškimas (vieną kartą)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.
13	Fungicidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2000	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	-	-
		2005	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N47 arba 138 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N47 arba 138 kg trąšos/ha
		2010	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 265 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N52 arba 153 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N52 arba 153 kg trąšos/ha
		2015	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N41 arba 121 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N41 arba 121 kg trąšos/ha
		2020	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 176 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 176 kg trąšos/ha
15	II-asis augimo reguliatorių purškimas	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg

		Produktai	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
16	II-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	-	-
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	-	-
		2000	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	-	-
		2005	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N53 arba 156 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N53 arba 156 kg trąšos/ha	-	-
		2010	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N61 arba 179 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N61 arba 179 kg trąšos/ha	-	-
		2015	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N59 arba 174 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N59 arba 174 kg trąšos/ha	-	-
		2020	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 176 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 176 kg trąšos/ha	-	-
		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2000	7,20	6,68	6,19	5,72
		2005	6,95	6,33	6,65	5,73
		2010	7,75	7,54	7,91	6,86
		2015	8,63	9,57	8,72	9,32
		2020	8,51	8,77	7,64	7,60
	Šiaudai t/ha	2000	6,48	6,01	5,57	5,15
		2005	6,26	5,70	5,99	5,16
		2010	6,98	6,79	7,12	6,17
		2015	7,77	8,61	7,85	8,39
		2020	7,66	7,89	6,88	6,84

3 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės vidutinio sunkumo priemolio dirvoje auginant vasarinius rapsus

			Technologijos			
Darbai		**Priemonė**	**CT-3**	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-

		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES - 80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES - 80/95, svoris 1240 kg	-
5	Tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2006	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 63 kg v.m./ha arba 105 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 63 kg v.m./ha arba 105 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 47 kg v.m./ha arba 78 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 47 kg v.m./ha arba 78 kg trąšos/ha
		2011	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 71 kg v.m./ha arba 118 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 71 kg v.m./ha arba 118 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 49 kg v.m./ha arba 82 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 49 kg v.m./ha arba 82 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 6,5 kg/ha	Sėklos norma 6,5 kg/ha	Sėklos norma 6,5 kg/ha	Sėklos norma 6,5 kg/ha
8	Herbicidų+insekticidų purškimas išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2006	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha

		2011	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha
10	Insekticidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Insekticidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
	Insekticidų purškimas (III-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2006	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N70 arba 200 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N70 arba 200 kg trąšos/ha	-	-
		2011	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 228 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 228 kg trąšos/ha	-	-
	Insekticidų purškimas (IV-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha

		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2006	1,42	1,74	1,42	1,77
		2011	2,73	2,71	2,58	2,24
	Šiaudai t/ha	2006	2,27	2,78	2,27	2,83
		2011	4,37	4,34	4,13	3,58

4 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės smėlingo lengvo priemolio dirvoje auginant vasarinius rapsus

			Technologijos			
Darbai		**Priemonė**	**CT-3**	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES - 80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES - 80/95, svoris 1240 kg	-
5	Rudeninis tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2006	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 11 kg v.m./ha arba 58 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 72 kg v.m./ha arba 120 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 11 kg v.m./ha arba 58 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 72 kg v.m./ha arba 120 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 7 kg v.m./ha arba 37 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 56 kg v.m./ha arba 93 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 7 kg v.m./ha arba 37 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 56 kg v.m./ha arba 93 kg trąšos/ha
		2011	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 17 kg v.m./ha arba 89 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 84 kg v.m./ha arba 140 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 17 kg v.m./ha arba 89 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 84 kg v.m./ha arba 140 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 12 kg v.m./ha arba 63 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 62 kg v.m./ha arba 103 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 12 kg v.m./ha arba 63 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 62 kg v.m./ha arba 103 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-

		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 6,5 kg/ha	Sėklos norma 6,5 kg/ha	Sėklos norma 6,5 kg/ha	Sėklos norma 6,5 kg/ha
8	Herbicidų+insekticidų purškimas išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha	Sultan (2,5 l/ha) +Fastak (0,15 l/ha) Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2006	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha
		2011	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 285 kg trąšos/ha
10	Insekticidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Insekticidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,15 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
	Insekticidų purškimas (III-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg

		Produktai	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2006	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha
		2011	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha
	Insekticidų purškimas (IV-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Karate zeon (0,13 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2006	2,92	2,82	2,70	2,49
		2011	4,80	3,77	5,01	2,55
	Šiaudai t/ha	2006	4,67	4,51	4,32	3,98
		2011	7,68	6,03	8,02	4,08

5 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės vidutinio sunkumo priemolio dirvoje auginant vasarinius kviečius

			Technologijos			
Darbai		**Priemonė**	**CT-3**	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-

		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
5	tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2002	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 24 kg v.m./ha arba 40 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 24 kg v.m./ha arba 40 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 9 kg v.m./ha arba 15 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) 0; K trąšos (KCl) - 9 kg v.m./ha arba 15 kg trąšos/ha
		2007	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 41 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 41 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 25 kg v.m./ha arba 42 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 25 kg v.m./ha arba 42kg trąšos/ha
		2012	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) – 27 kg v.m./ha arba 45 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 27 kg v.m./ha arba 45 kg trąšos/ha
		2018	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 46 kg v.m./ha arba 77 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 46 kg v.m./ha arba 77 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
		Produktai	-	-	-	-
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 270 kg/ha	Sėklos norma 270 kg/ha	Sėklos norma 270 kg/ha	Sėklos norma 270 kg/ha
8	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg

		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2002	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 86 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 86 kg trąšos/ha
		2007	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N48 arba 137 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N48 arba 137 kg trąšos/ha
		2012	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N44 arba 126 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N44 arba 126 kg trąšos/ha
		2018	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N48 arba 137 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N48 arba 137 kg trąšos/ha
10	Fungicidų ir insekticidų purškimas (mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Augimo reguliatoriai	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2002	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N25 arba 71 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N25 arba 71 kg trąšos/ha	-	-
		2007	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N40 arba 114 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N40 arba 114 kg trąšos/ha	-	-
		2012	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N35 arba 100 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N35 arba 100 kg trąšos/ha	-	-

		2018	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N42 arba 120 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N42 arba 120 kg trąšos/ha	-	-
		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2002	3,51	2,99	4,28	3,66
		2007	6,00	3,81	6,64	5,02
		2012	5,70	5,36	6,26	6,44
		2018	5,07	4,61	4,20	3,98
	Šiaudai t/ha	2002	3,51	2,99	4,28	3,66
		2007	6,00	3,81	6,64	5,02
		2012	5,70	5,36	6,26	6,44
		2018	5,07	4,61	4,20	3,98

6 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės smėlingo lengvo priemolio dirvoje auginant vasarinius kviečius

			Technologijos			
Darbai		**Priemonė**	**CT-3**	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
5	tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2002	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 21 kg v.m./ha arba 110 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 60 kg v.m./ha arba 100 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 21 kg v.m./ha arba 110 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 60 kg v.m./ha arba 100 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 16 kg v.m./ha arba 84 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 44 kg v.m./ha arba 73 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 16 kg v.m./ha arba 84 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 44 kg v.m./ha arba 73 kg trąšos/ha

		2007	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 19 kg v.m./ha arba 100 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 52 kg v.m./ha arba 87 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 19 kg v.m./ha arba 100 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 52 kg v.m./ha arba 87 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 13 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 37 kg v.m./ha arba 62 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 13 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 37 kg v.m./ha arba 62 kg trąšos/ha
		2012	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 15 kg v.m./ha arba 79 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 55 kg v.m./ha arba 92 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 15 kg v.m./ha arba 79 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 55 kg v.m./ha arba 92 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 10 kg v.m./ha arba 53 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 40 kg v.m./ha arba 67 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 10 kg v.m./ha arba 53 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 40 kg v.m./ha arba 67 kg trąšos/ha
		2018	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 21 kg v.m./ha arba 110 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 83 kg v.m./ha arba 138 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 21 kg v.m./ha arba 110 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 83 kg v.m./ha arba 138 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 15 kg v.m./ha arba 79 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 15 kg v.m./ha arba 79 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 42 kg v.m./ha arba 70 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 270 kg/ha	Sėklos norma 270 kg/ha	Sėklos norma 270 kg/ha	Sėklos norma 270 kg/ha
8	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2002	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha
		2007	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha

		2012	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha
		2018	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha
10	Fungicidų ir insekticidų purškimas (mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Augimo reguliatoriai	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2002	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	-	-
		2007	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	-	-
		2012	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	-	-
		2018	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 71 kg trąšos/ha	-	-
		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2002	4,05	3,72	4,04	3,54
		2007	4,16	3,40	3,78	3,09
		2012	6,14	6,47	4,93	5,99
		2018	4,09	3,93	3,68	4,27
	Šiaudai t/ha	2002	4,05	3,72	4,04	3,54
		2007	4,16	3,40	3,78	3,09
		2012	6,14	6,47	4,93	5,99
		2018	4,09	3,93	3,68	4,27

7 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės vidutinio sunkumo priemolio dirvoje auginant vasarinius miežius

Darbai		Priemonė	Technologijos			
			CT-3	NT-3	CT-2	NT-2
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
5	Rudeninis tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2003	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 44 kg v.m./ha arba 73 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 44 kg v.m./ha arba 73 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha
		2008	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 48 kg v.m./ha arba 80 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 48 kg v.m./ha arba 80 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 32 kg v.m./ha arba 53 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 32 kg v.m./ha arba 53kg trąšos/ha
		2013	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) – 18 kg v.m./ha arba 30 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 18 kg v.m./ha arba 30 kg trąšos/ha
		2016	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 36 kg v.m./ha arba 60 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 36 kg v.m./ha arba 60 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 20 kg v.m./ha arba 33 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 20 kg v.m./ha arba 33 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 180 kg/ha	Sėklos norma 180 kg/ha	Sėklos norma 180 kg/ha	Sėklos norma 180 kg/ha
8	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg

		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2003	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 86 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 86 kg trąšos/ha
		2008	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N64 arba 183 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N64 arba 183 kg trąšos/ha
		2013	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N87 arba 256 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N87 arba 256 kg trąšos/ha
		2016	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N87 arba 256 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N87 arba 256 kg trąšos/ha
10	Fungicidų ir insekticidų purškimas (mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Bulldock (0,3 l/ha)+Imput (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Augimo reguliatoriai	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Optima (0,3 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2003	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 86 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N30 arba 86 kg trąšos/ha	-	-
		2008	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 129 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 129 kg trąšos/ha	-	-
		2013	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	-	-
		2016	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	-	-

		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2003	6,34	5,12	6,18	4,52
		2008	4,86	4,01	4,68	3,79
		2013	5,62	5,72	5,11	5,45
		2016	3,86	4,02	3,24	3,14
	Šiaudai t/ha	2003	7,56	6,14	7,43	5,28
		2008	5,78	4,77	5,57	4,51
		2013	5,06	5,15	4,59	4,90
		2016	2,53	3,22	2,59	2,51

8 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės smėlingo lengvo priemolio dirvoje auginant vasarinius miežius.

Darbai		**Priemonė**	**Technologijos**			
			CT-3	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
5	Rudeninis tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2003	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 14 kg v.m./ha arba 74 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 41 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 14 kg v.m./ha arba 74 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 41 kg v.m./ha arba 68 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 7 kg v.m./ha arba 37 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 25 kg v.m./ha arba 42 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 7 kg v.m./ha arba 37 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 25 kg v.m./ha arba 42 kg trąšos/ha
		2008	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 70 kg v.m./ha arba 368 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 50 kg v.m./ha arba 83 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 70 kg v.m./ha arba 368 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 50 kg v.m./ha arba 83 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 20 kg v.m./ha arba 105 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 20 kg v.m./ha arba 105 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha
		2013	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 65 kg v.m./ha arba 342 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 46 kg v.m./ha arba 77 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 65 kg v.m./ha arba 342 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 46 kg v.m./ha arba 77 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 17 kg v.m./ha arba 89 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 17 kg v.m./ha arba 89 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha

		2016	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 33 kg v.m./ha arba 174 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 81 kg v.m./ha arba 135 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 33 kg v.m./ha arba 174 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 81 kg v.m./ha arba 135 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 11 kg v.m./ha arba 58 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 39 kg v.m./ha arba 65kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 11 kg v.m./ha arba 58 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 39 kg v.m./ha arba 65kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
8	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
9	Pagrindinis tręšimas pavasarį	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2003	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N115 arba 329 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N115 arba 329 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 257 kg trąšos/ha
		2008	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N100 arba 286 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N85 arba 243 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N85 arba 243 kg trąšos/ha
		2013	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N120 arba 353 kg trąšos/ha
		2016	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N110 arba 314 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N110 arba 314 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N110 arba 314 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N110 arba 314 kg trąšos/ha
10	Fungicidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11	Augimo reguliatoriai (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Cikocelis (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha

12	Insekticidų purškimas (vieną kartą)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.
13	Fungicidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
14	I-asis papildomas tręšimas	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2003	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N45 arba 132 kg trąšos/ha	-	-
		2008	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N50 arba 143 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N50 arba 143 kg trąšos/ha	-	-
		2013	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	-	-
		2016	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N60 arba 171 kg trąšos/ha	-	-
15	II-asis augimo reguliatorių purškimas	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Modus (0,4 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2003	5,78	5,95	5,72	5,20
		2008	4,42	3,74	4,37	3,46
		2013	4,78	4,67	4,48	4,53
		2016	3,13	3,22	2,40	3,16
	Šiaudai t/ha	2003	6,87	7,08	6,81	6,19
		2008	4,86	4,11	4,81	3,81
		2013	4,30	4,20	4,03	4,08
		2016	2,50	2,58	1,92	2,50

9 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės vidutinio sunkumo priemolio dirvoje auginant žirnius

Darbai		**Priemonė**	**Technologijos**			
			CT-3	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	

		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
4	Dirvos purenimas (8-10 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
5	Tręšimas PK trąšomis prieš sėją (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2004	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) – 56 kg v.m./ha arba 93 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) – 56 kg v.m./ha arba 93 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) – 29 kg v.m./ha arba 48 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 29 kg v.m./ha arba 48kg trąšos/ha
		2009	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 31 kg v.m./ha arba 52 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 31 kg v.m./ha arba 52 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) – 10 kg v.m./ha arba 17 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 10 kg v.m./ha arba 17 kg trąšos/ha
		2014	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 10 kg v.m./ha arba 17 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 10 kg v.m./ha arba 17 kg trąšos/ha
		2019	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 52 kg v.m./ha arba 87 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 52 kg v.m./ha arba 87 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 28 kg v.m./ha arba 47 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 0; K trąšos (KCl) - 28 kg v.m./ha arba 47 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
	Volavimas	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg
		Padargas	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"
8	Herbicidų purškimas (iš karto po sėjos ant dirvos)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg

		Produktai	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha
	N trešimas po sėjos	2004	0	0	0	0
		2009	0	0	0	0
		2014	0	0	0	0
		2019	0	0	0	0
10	Herbicidų purškimas (BBCH 11-30 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha
12	Insekticidų purškimas (BBCH 11-30 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.
13	Fungicidų purškimas (BBCH 39-65 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
15	Insekticidų purškimas (II-asis purškimas, BBCH 39-60 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2004	4,55	4,49	4,47	4,43
		2009	4,75	4,30	4,57	4,14
		2014	4,09	5,18	4,01	4,09
		2019	5,25	4,20	4,84	3,96
	Šiaudai t/ha	2004	5,92	5,84	5,81	5,75
		2009	6,18	5,59	5,94	5,38
		2014	5,31	6,74	5,21	5,32
		2019	6,82	5,47	6,29	5,15

10 priedas. Pagal skirtingas žemdirbystės technologijas atliekami darbai ir taikomos priemonės smėlingo lengvo priemolio dirvoje auginant žirnius

Darbai		**Priemonė**	**Technologijos**			
			CT-3	**NT-3**	**CT-2**	**NT-2**
1	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg		Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg		Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	
2	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	-	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg

		Padargas	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	-	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	-	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	-
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	-
4	Dirvos purenimas (8-10 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
5	Rudeninis tręšimas PK trąšomis (mišinys)	Traktorius	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg
		2004	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 221 kg v.m./ha arba 1163 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 90 kg v.m./ha arba 150 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 221 kg v.m./ha arba 1163 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 90 kg v.m./ha arba 150 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 69 kg v.m./ha arba 363 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 52 kg v.m./ha arba 87 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 69 kg v.m./ha arba 363 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 52 kg v.m./ha arba 87 kg trąšos/ha
		2009	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 131 kg v.m./ha arba 689 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 53 kg v.m./ha arba 88 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 131 kg v.m./ha arba 689 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 53 kg v.m./ha arba 88 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 10 kg v.m./ha arba 53 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 26 kg v.m./ha arba 43 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 10 kg v.m./ha arba 53 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 26 kg v.m./ha arba 43 kg trąšos/ha
		2014	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 200 kg v.m./ha arba 1053 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 57 kg v.m./ha arba 96 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 200 kg v.m./ha arba 1053 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 57 kg v.m./ha arba 95 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 50 kg v.m./ha arba 263 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 31 kg v.m./ha arba 52 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 50 kg v.m./ha arba 263 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 31 kg v.m./ha arba 52 kg trąšos/ha
		2020	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 120 kg v.m./ha arba 632 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 60 kg v.m./ha arba 1008 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 120 kg v.m./ha arba 632 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 60 kg v.m./ha arba 100 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 60 kg v.m./ha arba 316 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha	P trąšos (granuliuotas superfosfatas) – 60 kg v.m./ha arba 316 kg trąšos/ha; K trąšos (KCl) - 30 kg v.m./ha arba 50 kg trąšos/ha
6	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg		Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	
		Padargas	Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.		Kultivatorius KLG-4, svoris 2000 kg.	
7	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
	Volavimas	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg
		Padargas	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"	Kembridžo tipo volai "Agro-Factory II"
8	Herbicidų purškimas (iš	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg

	karto po sėjos ant dirvos)	Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha	Fenix 3,0 l/ha. Tirpalo norma 200 l/ha
9	N tręšimas po sėjos	2004	0	0	0	0
		2009	0	0	0	0
		2014	0	0	0	0
		2019	0	0	0	0
10	Herbicidų purškimas (BBCH 11-30 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha	Basagran 1,0 l/ha+Agil 1,0 l/ha.Tirpalo norma 200 l/ha
12	Insekticidų purškimas (BBCH 11-30 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Fastac 50EC (0,2 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.
13	Fungicidų purškimas (BBCH 39-65 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Signum(0,5 kg/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
15	Insekticidų purškimas (II-asis purškimas, BBCH 39-60 tarpsnis)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Proteus (0,75 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
		Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
		2004	3,11	2,80	2,78	2,23
		2009	4,45	4,69	4,40	4,46
		2014	5,26	5,59	4,79	5,54
		2019	5,44	4,92	4,93	4,50
	Šiaudai t/ha	2004	4,04	3,64	3,62	2,90
		2009	5,79	6,10	5,72	5,80
		2014	6,83	7,27	6,23	7,20
		2019	7,07	6,40	6,41	5,85

11 priedas. Vasarinių kviečių auginimo technologijose atliekami darbai ir taikomos priemonės (organinių trąšų tyrimai)

Darbai		**Priemonė**	**Netręšta**	**Tręšta mineralinėmis trąšomis**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (kiaulių mėšlo biosubstratu)**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (vištų mėšlo biosubstratu)**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (karvių mėšlo biosubstratu)**
1.	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg

		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg
2.	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
3.	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg
4.	Dirvos purenimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.
5.	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.
6.	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
7.	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
8.	Pagrindinis tręšimas pavasarį 2018	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg

		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2018	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 56250 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 14516 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 34615 kg trąšos/ha
9.	Pagrindinis tręšimas pavasarį 2019	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2019	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 17647 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 17647 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 26470 kg trąšos/ha
10.	Fungicidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
11.	Augimo reguliatoriai (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
12.	Insekticidų purškimas (vieną kartą)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.
13.	Fungicidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha

14.	II-asis tręšimas 2018	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2018	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 50000 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 12903 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 30769 kg trąšos/ha
15.	II-asis tręšimas 2019	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2018	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 15686 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 15686 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 23529 kg trąšos/ha
	Kūlimas	Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
	Derliai t/ha	2018	3,87	5,47	4,88	4,39	4,47
		2019	2,97	4,00	2,56	3,23	3,48

12 priedas. Vasarinių kvietrugių auginimo technologijose atliekami darbai ir taikomos priemonės (organinių trąšų tyrimai)

Darbai		**Priemonė**	**Netręšta**	**Tręšta mineralinėmis trąšomis**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (kiaulių mėšlo biosubstratu)**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (vištų mėšlo biosubstratu)**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (karvių mėšlo biosubstratu)**
16.	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg
17.	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
18.	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg

		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg
19.	Dirvos purenimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.
20.	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.
21.	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
22.	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
23.	Pagrindinis tręšimas pavasarį 2019	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2019	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 17647 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 17647 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 26470 kg trąšos/ha
24.	Pagrindinis tręšimas pavasarį 2020	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg

		Produktas 2020	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 27272 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 15254 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 28125 kg trąšos/ha
25.	Fungicidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
26.	Augimo reguliatoriai (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
27.	Insekticidų purškimas (vieną kartą)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.
28.	Fungicidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
29.	II-asis tręšimas 2019	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2019	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 15686 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 15686 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 23529 kg trąšos/ha
30.	II-asis tręšimas 2020	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg

		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2020	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 24242 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 13559 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 25000 kg trąšos/ha
	Kūlimas	Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
	Derliai t/ha	2019	4,31	4,64	4,76	4,80	4,55
		2020	3,33	5,67	4,99	4,89	4,66

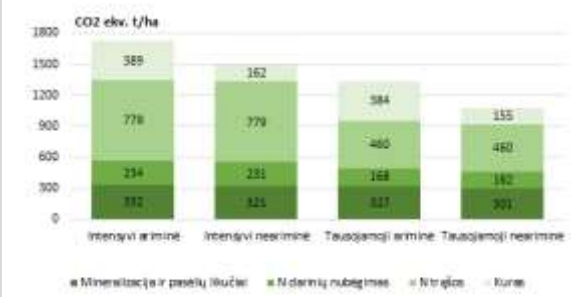
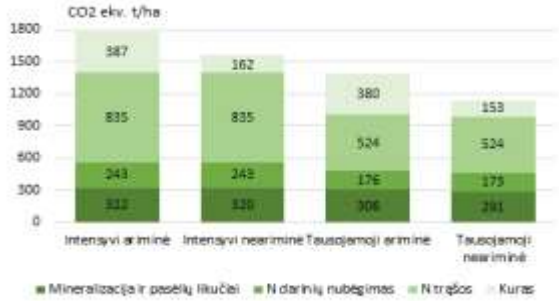
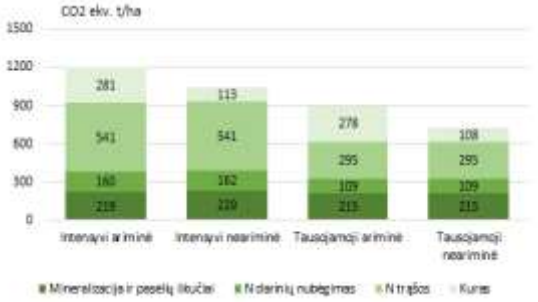
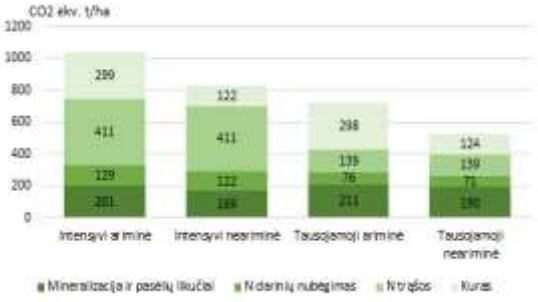
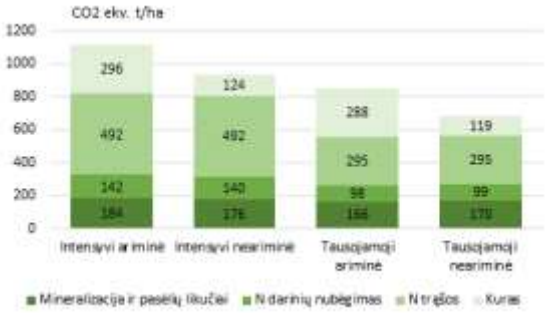
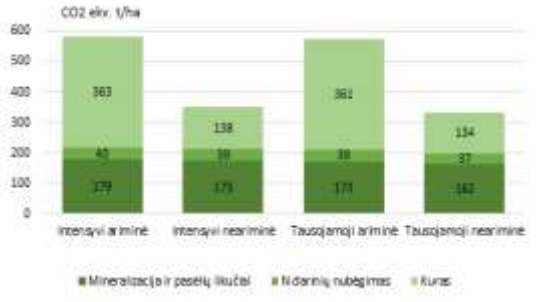
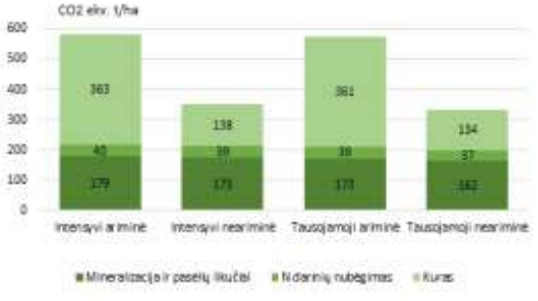
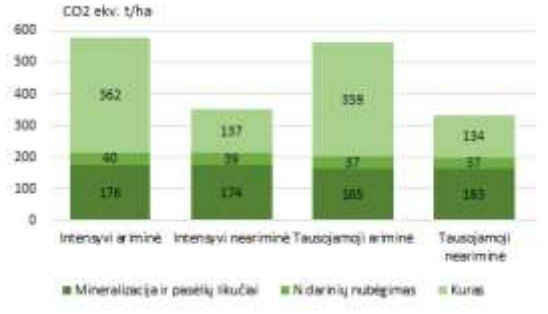
13 priedas. Vasarinių miežių auginimo technologijose atliekami darbai ir taikomos priemonės (organinių trąšų tyrimai)

Darbai		**Priemonė**	**Netręšta**	**Tręšta mineralinėmis trąšomis**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (kiaulių mėšlo biosubstratu)**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (vištų mėšlo biosubstratu)**	**Tręšta orgainėmis trąšomis (karvių mėšlo biosubstratu)**
31.	Dirvos skutimas (10-12 cm)	Traktorius	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A‘ galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg	Skutiklis Carrier XL-425, svoris 5000 kg
32.	Purškimas herbicidais (glifosatu)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo	Glifosatas (3 l/ha). 200 l/ha tirpalo
33.	Dirvos arimas (20-22 cm)	Traktorius	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg	John Deere 6910, galia 99 kW, svoris 5600 kg
		Padargas	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg	Plūgas 4 korp. vartomas ES -80/95, svoris 1240 kg
34.	Dirvos purenimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.	Akėčios "Jar-Met", svoris 235 kg.
35.	Priešsėjinis dirvos purenimas ir trąšų įterpimas (4-5 cm)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.	Germinatorius UP 3.5, svoris 1900 kg.

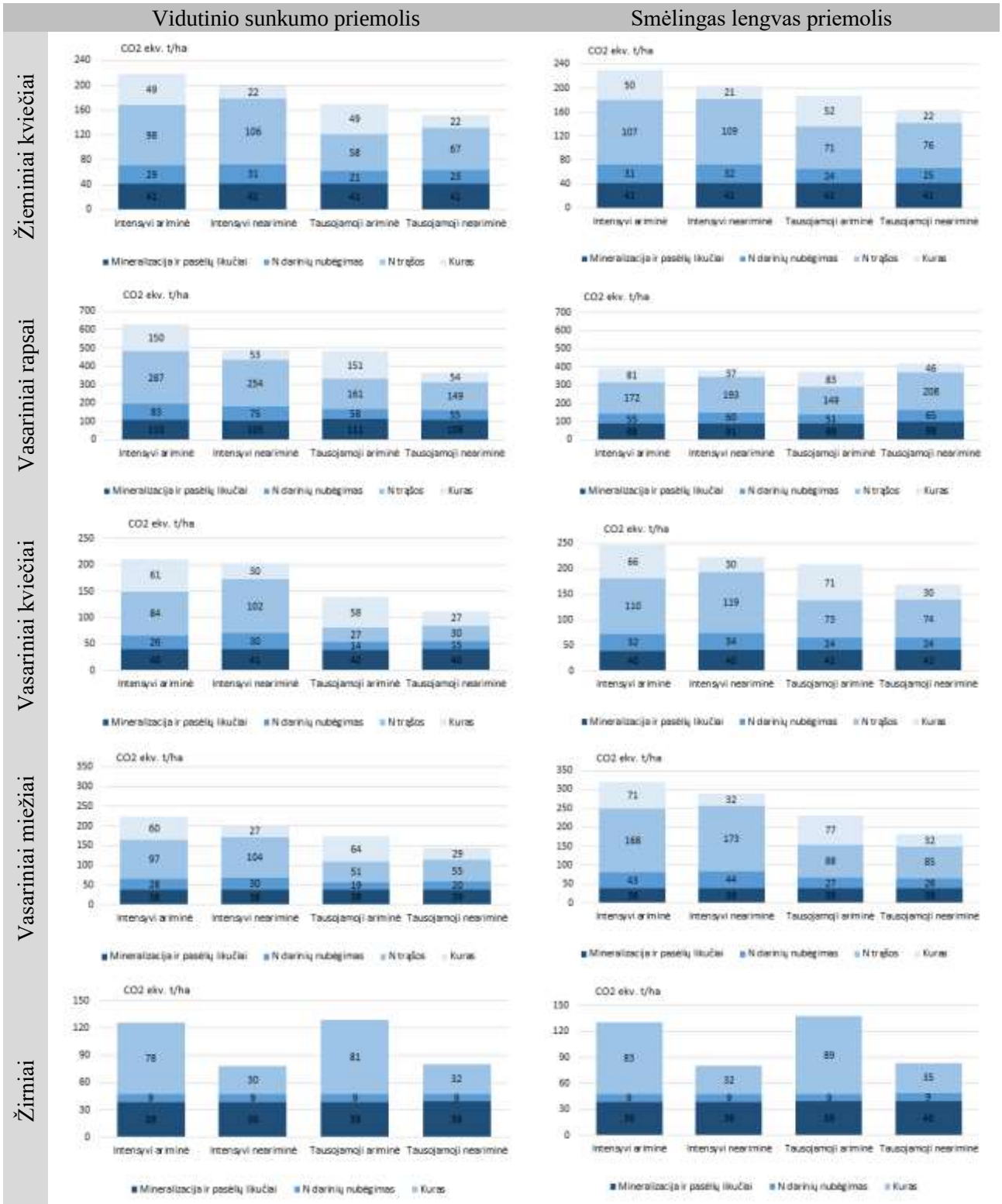
36.	Sėja	Traktorius	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg	Valtra T234A, galia 175 kW, svoris 13500 kg
		Padargas	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg	Sėjamoji Rapid 400C, svoris 5400 kg
		Produktai	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha	Sėklos norma 200 kg/ha
37.	Herbicidų purškimas (1 kartą išpurškiama mišinys)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Grodil (20 g/ha) +Trimer (20 g/ha) +MCPA Super (1 l/ha) + Lignum (0,1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
38.	Pagrindinis tręšimas pavasarį 2020	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2020	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 27272 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 15254 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 28125 kg trąšos/ha
39.	Pagrindinis tręšimas pavasarį 2021	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2021	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 264 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 34883 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 25000 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N90 arba 20930 kg trąšos/ha
40.	Fungicidų purškimas (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Leander (0,5 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
41.	Augimo reguliatoriai (I-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg

		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Moxa (400 ml/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
42.	Insekticidų purškimas (vieną kartą)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.	Kaiso (150 g/ha). Tirpalo norma 200 l/ha.
43.	Fungicidų purškimas (II-asis purškimas)	Traktorius	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg	Case IH Mexsun 125, galia 93 kW, svoris 8700 kg
		Padargas	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg	Purkštuvas Caffini standart fox, svoris 790 kg
		Produktai	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha	Amistar XTRA (1 l/ha). Tirpalo norma 200 l/ha
44.	II-asis tręšimas 2020	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2020	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 24242 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 13559 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 25000 kg trąšos/ha
45.	II-asis tręšimas 2021	Traktorius	-	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg	Case IH Formal 105A, galia 78 kW, svoris 4500 kg
		Padargas	-	Tręšiamoji Kverneland Exacta CL-EW, svoris 400 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg	Srutovežis "Pomot T 516", svoris 5000 kg
		Produktas 2021	-	Amonio salietra – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 235 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 31007 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 22222 kg trąšos/ha	Digestatas – norma (veikliąja medžiaga) N80 arba 18604 kg trąšos/ha
	Kūlimas	Padargas	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg	Kombainas Claas Tucan 320, galia 140 kW, svoris 12100 kg
	Derliai t/ha	2020	4,70	4,81	5,52	5,54	5,68
		2021	3,16	5,51	4,96	5,31	4,17

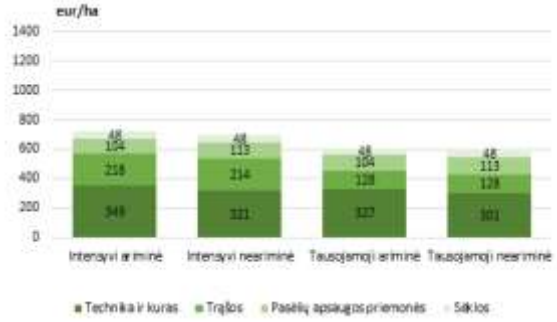
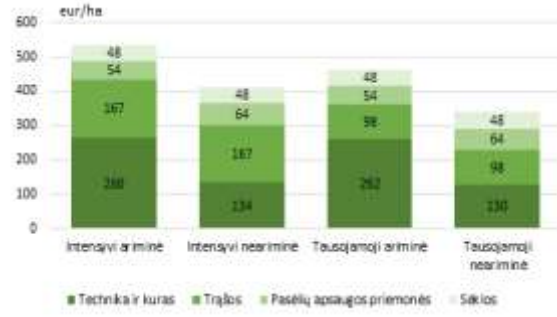
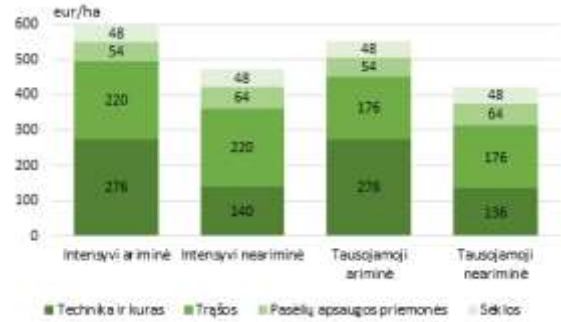
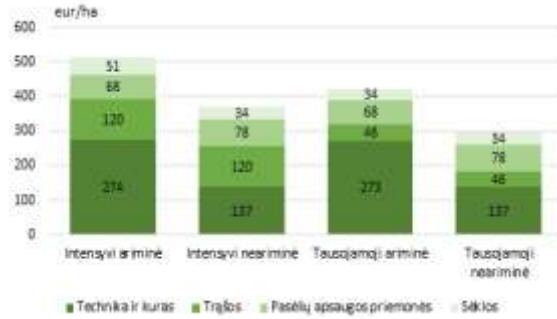
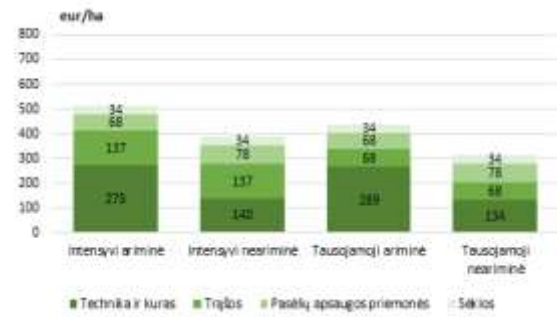
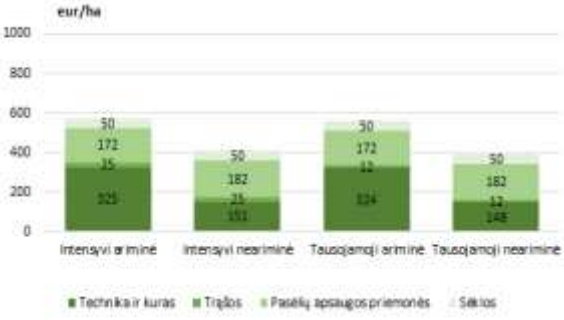
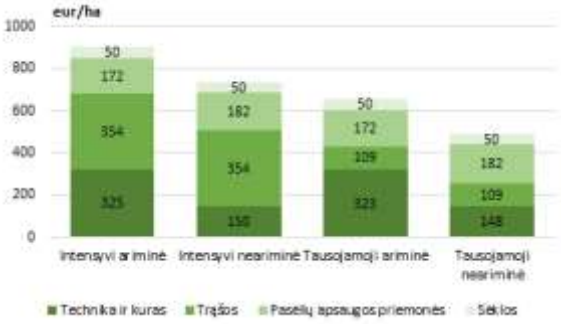
14 priedas. Absoliučių emisijų pasiskirstymas sėjomainos rotacijos augalus auginant vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio dirvoje, taikant skirtingas žemdirbystes technologijas

	Vidutinio sunkumo priemolis	Smėlingas lengvas priemolis
Žieminiai kviečiai		
Vasariniai rapsai		
Vasariniai kviečiai		
Vasariniai miežiai		
Žirniai		

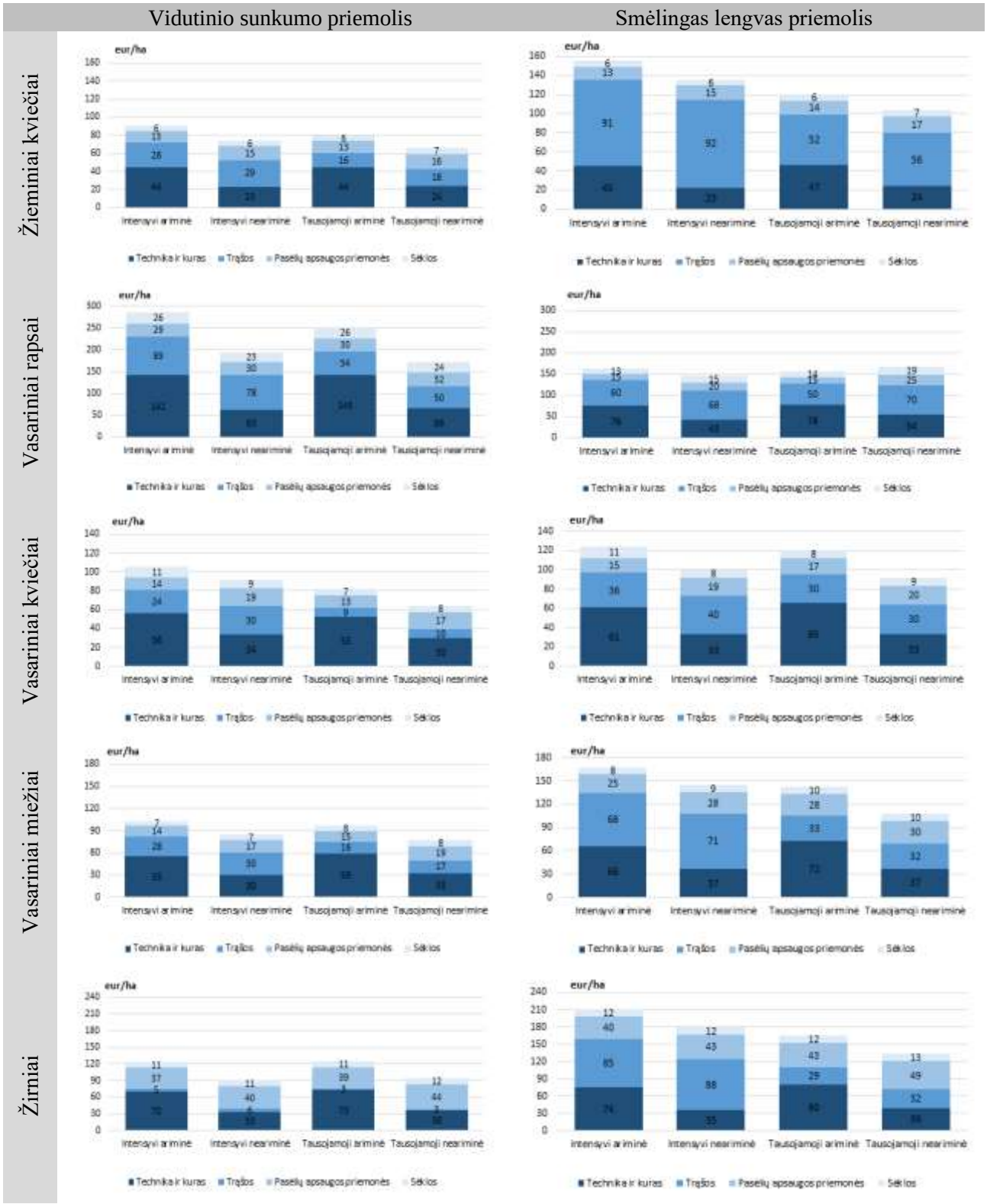
15 priedas. Santykinis (vienam derliaus vienetui) emisijų pasiskirstymas sėjomainos rotacijos augalus auginant vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio dirvoje, taikant skirtingas žemdirbystes technologijas



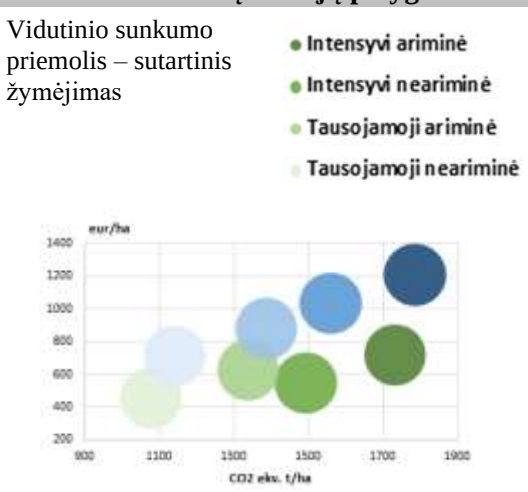
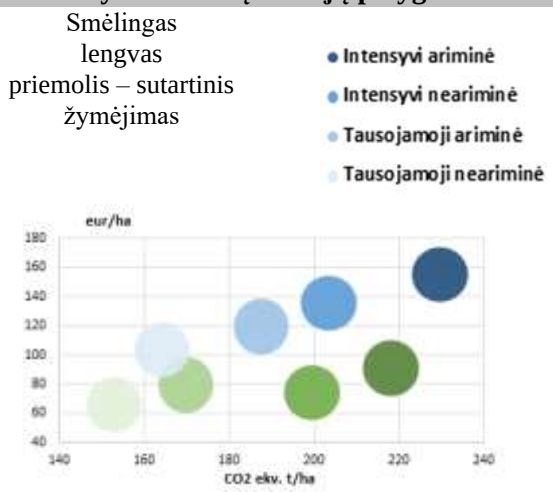
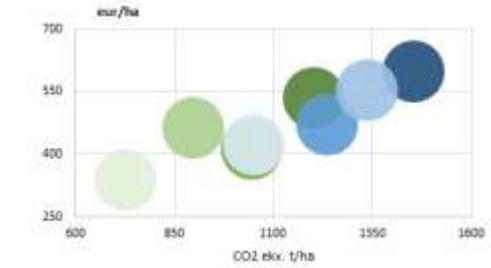
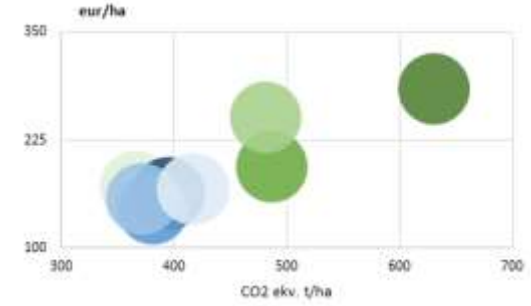
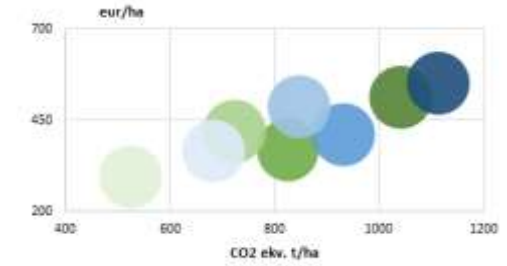
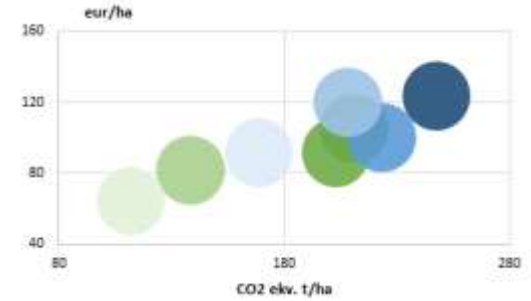
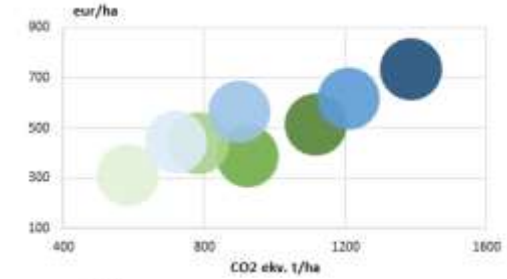
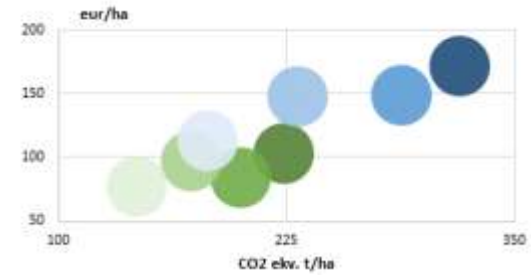
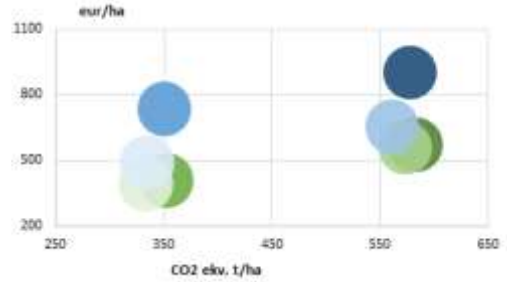
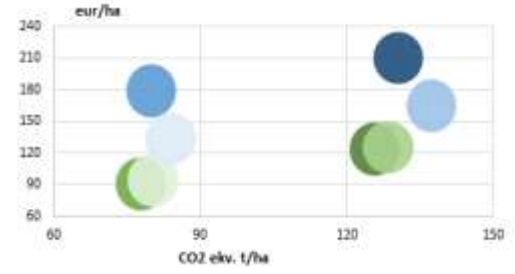
16 priedas. Absoliučių kaštų pasiskirstymas sėjomainos rotacijos augalus auginant vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio dirvoje, taikant skirtingas žemdirbystes technologijas

	Vidutinio sunkumo priemolis	Smėlingas lengvas priemolis
Žieminiai kviečiai		
Vasariniai rapsai		
Vasariniai kviečiai		
Vasariniai miežiai		
Žirniai		

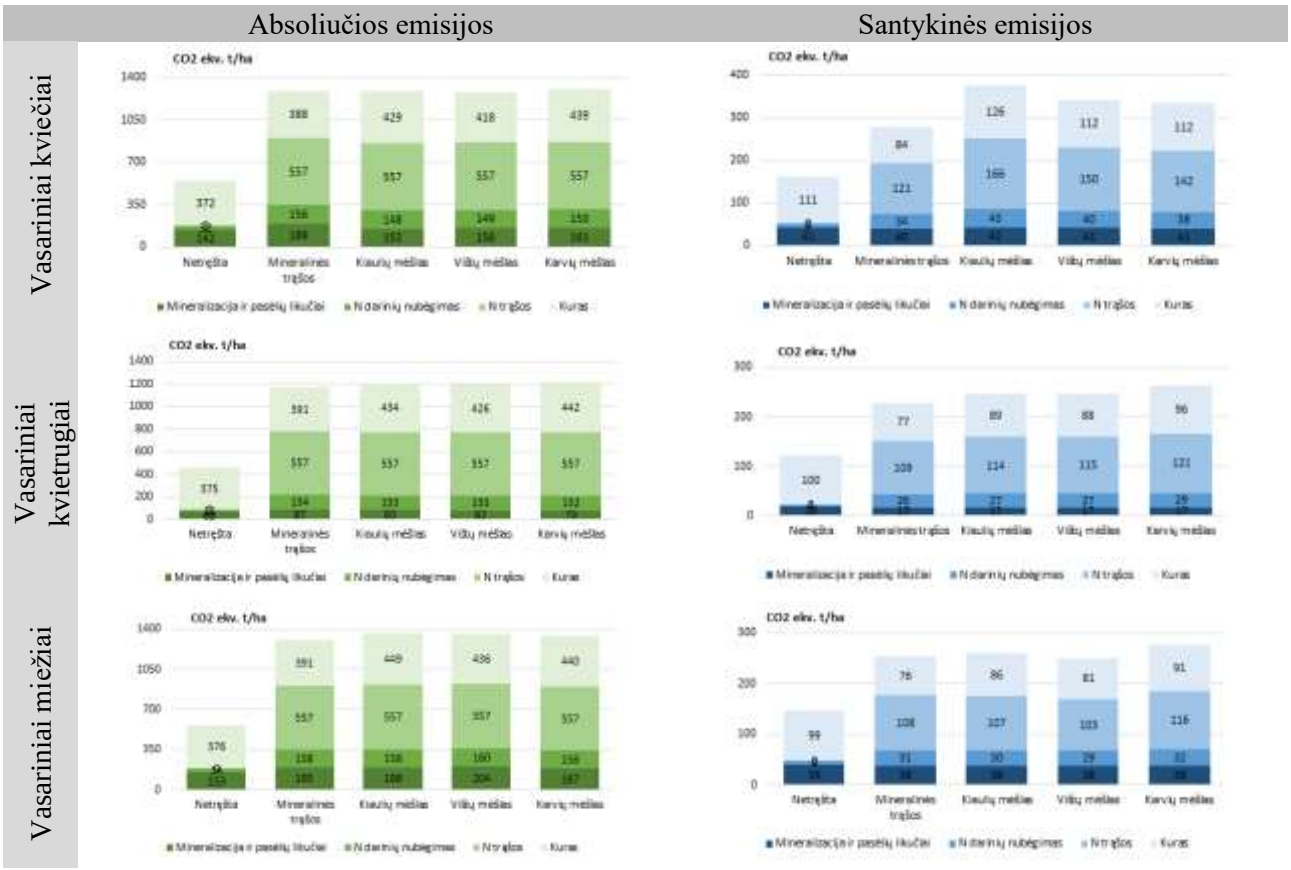
17 priedas. Santykinis (vienam derliaus vienetui) kaštų pasiskirstymas sėjomainos rotacijos augalus auginant vidutinio sunkumo ir smėlingo lengvo priemolio dirvoje, taikant skirtingas žemdirbystes technologijas



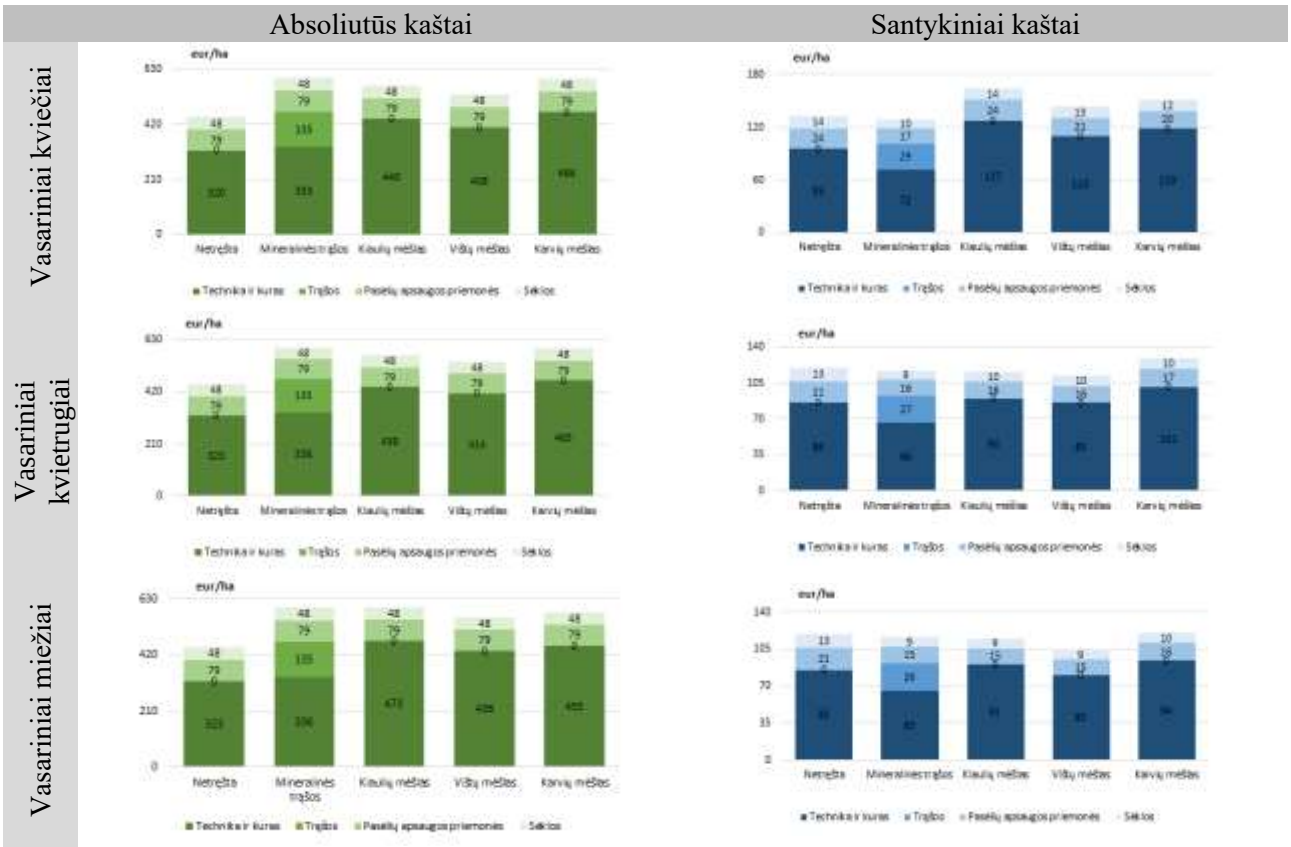
18 priedas. Absoliutus ir santykinis (vienam derliaus vienetui) kaštų/emisijų palyginimas taikant skirtingas žemės ūkio technologijas skirtinguose dirvožemiuose

	Absoliutus kaštų/emisijų palyginimas	Santykinis kaštų/emisijų palyginimas
Žieminiai kviečiai		
Vasariniai rapsai		
Vasariniai kviečiai		
Vasariniai miežiai		
Žirniai		

19 priedas. Absoliutus ir santykinis emisijų pasiskirstymas skirtingai tręšiant augalus



20 priedas. Absoliutus ir santykinis kaštų pasiskirstymas skirtingai tręšiant augalus



21 priedas. Absoliutus ir santykinis (vienam derliaus vienetui) kaštų/emisijų palyginimas taikant skirtingas žemės ūkio augalų tręšimą