

LIETUVOS AGRARINIŲ IR MIŠKŲ MOKSLŲ CENTRAS

TVIRTINU:

Direktorius
Gintaras Brazauskas
2024 m. lapkričio mėn. 8 d.

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

STUDIJA „EKOLOGINIAI AUGALININKYSTĖS ŪKIAI: INOVACIJOS IR PATIRTYS“ (2024 M. GALUTINĖ ATASKAITA)

Tyrimo vadovas

Žydrė Kadžiulienė

Tyrimų vykdytojai: Aušra Arlauskienė, vyriausioji mokslo darbuotoja
Lina Šarūnaitė, vyresnioji mokslo darbuotoja
Monika Toleikienė, vyresnioji mokslo darbuotoja
Žydrė Kadžiulienė, vyriausioji mokslo darbuotoja

Akademija

2024

TURINYS

ĮVADAS.....	3
Ekologinio ūkininkavimo aspektai	3
EKOLOGINIO ŪKININKAVIMO SITUACIJA ŠALYJE	5
EKOLOGINIŲ AUGALININKYSTĖS ŪKIŲ KRYPTIS IR PASIRINKIMO SPECIFIKA	6
EKOLOGINIŲ ŪKIŲ DIRVOŽEMIO SAVYBIŲ POKYČIAI SKIRTINGOMIS KLIMATINĖMIS BEI ŪKININKAVIMO SĄLYGOMIS	8
SĖJOMAINŲ TAIKYMAS (pasėlių įvairovė, auginimo būdai) IR PRODUKTYVUMAS	16
AUGALŲ KAITOS IR KITŲ AGROTECHNOLOGINIŲ PRIEMONIŲ SĄVEIKŲ ĮVERTINIMAS	29
GEROSIOS PATIRTYS IR INOVACIJOS	42
PERSPEKTYVOS IR PASIŪLYMAI	54
LITERATŪROS SĄRAŠAS	59

IVADAS

Klimato kaita ir jos pasekmės kelia didelę grėsmę mūsų žemės ūkio sistemoms bei apsirūpinimui maistu ir tai yra vienas didžiausių nūdienos iššūkių. Klimato kaitos bei ekstremalių reiškinių (karščio bangos, smarkūs krituliai ir sausros) intensyvėjimas ir toliau tikėtini, o tai turi didelį poveikį ūkininkavimo sistemų stabilumui ir produktyvumai (IPPC, 2022). Klimato kaita ir dauguma jos pasekmių, pavyzdžiui, temperatūros kilimas arba ekstremalių oro reiškinių padidėjimas neigiamai veikia biologinę įvairovę, bet tuo pačiu ir biologinės įvairovės pokyčiai per azoto, anglies ir vandens ciklus veikia klimato sistemą. Klimato kaita daro įtaką buveinėms ir rūšių elgsenai, įskaitant jų augimą ir geografinį pasiskirstymą, o daugelis rūšių nespėja prisitaikyti prie pokyčių. Taigi, biologinės įvairovės ir kuo mažiau pažeistų ekosistemų išsaugojimas yra būtina sąlyga siekiant bent kiek suvaldyti situaciją ir prisitaikyti prie klimato kaitos veiksnių. Sveikos ekosistemos gali prisidėti prie anglies sekvestracijos, jos yra mažiau jautrios neigiamiems klimato kaitos padariniams ir gali sušvelninti sausrų, audrų ir potvynių poveikį. Nepažeistos ekosistemos užtikrina gamtos indėlį žmonėms, pavyzdžiui, švarų vandenį ar sveiką dirvožemį.

Iki 2030 m. ne mažiau kaip 25% ES žemės ūkio paskirties žemės bus ekologinis ūkininkavimas – tai vienas dabartinės ES žemės ūkio strategijos tikslų. Siekis kiek ambicingas, dabar ES vidutiniškai yra 9,1 proc. bei nemaži skirtumai tarp šalių narių. Tačiau derinant su kitais numatytais tikslais Žaliajam kurse iš ekologinio ūkininkavimo tikimasi teigiamo poveikio aplinkai, biologinei įvairovei, gyvūnų gerovei bei kitiems strategijos tikslams (trašų, pesticidų, antimikrobinių medžiagų mažinimui). Ekologinis ūkininkavimas turi didelį potencialą mažinant šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą (Holka et al., 2022; Squalli, Adamkiewicz, 2023) ir didinant dirvožemio anglies sekvestraciją, kartu išlaikant sveiką dirvožemį, apsaugant biologinę įvairovę, kitas ekosistemų funkcijas (Fess and Benedito, 2018; Smith and Lampkin, 2019; Miksa et al., 2020; Barbieri et al., 2023) bei gerinant maisto sistemų tvarumą (Muller et al., 2017; Borghino et al., 2024).

Daugelis ekologinį žemės ūkį laiko tvariausia ūkininkavimo forma ir pasaulinio masto paradigma maisto gamybos ateityje. Tačiau reikia pastebėti ir tai, jog nors sektorius bendrai auga, ekologinis ūkininkavimas vis dar veikia nišoje, kuri užima tik 1% žemės ūkio paskirties naudmenų visame pasaulyje ir 8,5% ES (Meemken ir Qaim, 2018; EUROSTAT, 2021). Vienas ekologinio ūkininkavimo nepatrauklumų, jog derlingumas iš hektaro yra vidutiniškai 20 proc. mažesnis (Knapp, van der Heijden, 2018) nei tradicinio ūkininkavimo sistemose. Tokioje situacijoje norint turėti tokį pat mastelį produkcijos reikia skirti didesnę dalį žemėnaudų (Lal, 2023). Nors pastebima, kad derlingumo skirtumas tarp ekologinio ir tradicinio ūkininkavimo gali būti laiko klausimas. Derlingumas priartėjo prie jų įprastų sistemų po 10–13 metų, tuo pačiu metu nereikalaujant sintetinio azoto (Schraam et al., 2018). Todėl tarp mokslininkų ir politikų svarstomas klausimas, ar vien ekologinis žemės ūkis galėtų iš tikrųjų išmaitinti pasaulį, kuriame šiandien gyvena 7,5 milijardo žmonių, o iki 2050 m. tikriausiai jau

bus daugiau nei 9 milijardai žmonių, išskyla ne kartą (Muller et al., 2017, Moschitz et al., 2021). Atsižvelgiant į tai, kad ekologinis ūkininkavimas šiandien apima tik 1% žemės ūkio paskirties žemės, visiškai perėjimas prie ekologinio žemės ūkio neatrodo realus scenarijus artimiausioje ateityje, bet vis dėlto tai įdomus minties eksperimentas. Tokio tikslo įgyvendinimui labai pasitarnautų visuomenė dar labiau stiprindama savo požiūrį į aplinkosaugą bei maisto saugumą. Jau vien tai jog ekologinio ūkininkavimo sistemoje nenaudojami sintetiniai pesticidai ir trąšos, sudaromos prielaidos saugesniam maistui (Giampieri et al., 2022) ir dalis vartotojų labiau pasitiki maistu atkeliaujančiu ir ekologinio ūkininkavimo sistemos (Nitzko, 2024).

Ekologinis ūkininkavimas gal ir nėra tvaraus žemės ūkio ir aprūpinimo maistu paradigma, tačiau protingi ekologinio ir tradicinio ūkininkavimo deriniai galėtų prisidėti prie tvaraus produktyvumo didinimo pasaulio žemės ūkyje (Meemken, Qaim, 2018; Gamage et al., 2023; Lorenz, Lal, 2023; Borghino et al., 2024; Erekaló et al., 2024), nors analizuojant ekologinį ūkininkavimą ir minėtas ūkininkavimo praktikas, ekologiniam ūkininkavimui priskiriama daugiau teigiamų poveikių. Sumaniai taikant agronominę praktiką (sėjomainų įvairinimą, tinkamus tarpinius augalus, sumažintą žemės dirbimą, organinių trąšų naudojimą) galima išvengti neigiamo agronominio rezultato, tai yra dirvožemio ir augalų produktyvumo mažėjimo (Cadel et al., 2023; Niether et al., 2023). Labai svarbu atkreipti visuomenės dėmesį į kitas ekosistemines paslaugas, kurios taip pat atkeliauja iš ekologinio ūkininkavimo. Būtent bioįvairovės išsaugojimas, kraštovaizdžio patrauklumas, dirvožemio sveikata, vandens ekosistemų taršos mažinimas.

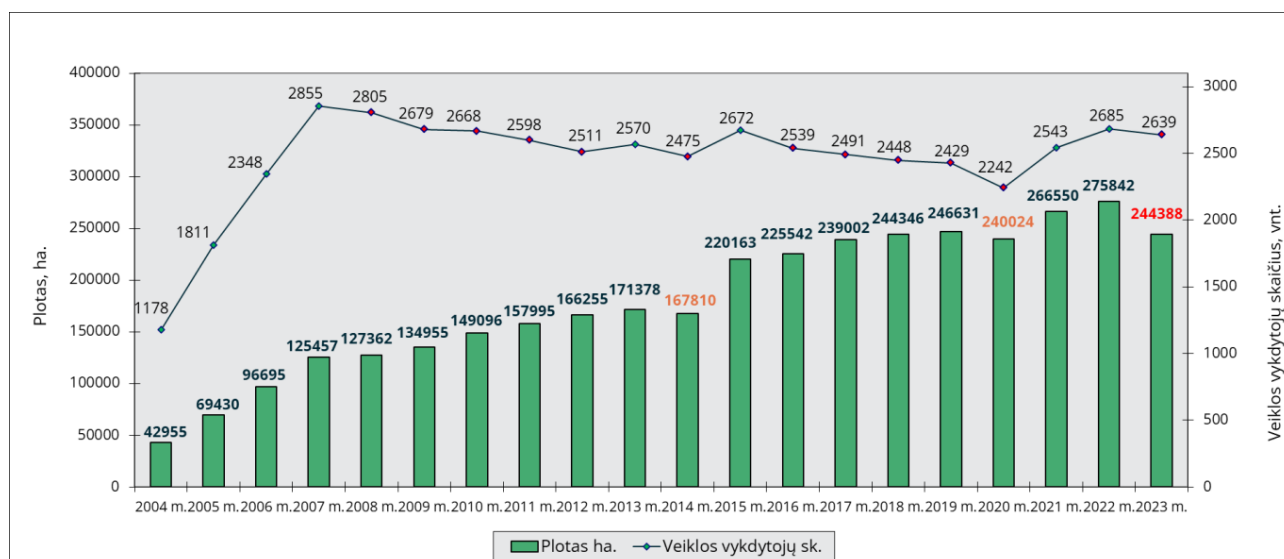
Ekologinis ūkininkavimas paremtas gyvomis agroekologinėmis sistemomis ir ciklais, kur labai svarbios yra vietinės dirvožemio, gamtinės, ekonominės ir socialinės sąlygos. Vietinių išteklių racionalus panaudojimas veikia ir bendrąjį ūkininkavimo sėkmę. Nors Lietuva nedidelė šalis, tačiau teritorijai būdingas skirtingas reljefas, įvairūs tipologija ir agrocheminės savybėmis dirvožemiai, net ir gamtinės sąlygos skiriasi. Žemės ūkio paskirties teritorija pagal gamtines sąlygas ir dirvožemių ūkinę vertę suskirstyta į pagrindinius regionus: I. Vakarų Lietuvos regionas; II. Vidurio Lietuvos regionas; III. Rytų Lietuvos regionas (Lietuvos žemės ūkio našumas, 2011). Regionuose žemės ūkio naudmenų potencialas skiriasi išauginti augalų derlių bei prisidėti prie kitų potencialių ekosisteminių paslaugų. Ekologiniai ūkiai įsikūrę visuose trejuose Lietuvos regionuose, tačiau jų produktyvumas ir ūkininkavimo intensyvumas skiriasi (Arlauskienė et al., 2021). Daugelis stebimų pokyčių aplinkoje yra ilgalaikiai, tačiau jie vyksta nuolat ir lėtai. Ne išimtis ekologinis ūkininkavimas ir vykstantys pokyčiai agro-ekosistemose. Norint toliau plėtoti ekologinį ūkininkavimą, dėmesį reikia sutelkti įvairioms įmanomoms priemonėms: agro-technologijoms ir jų sklaidai, ūkininkų patirtims, konsultavimui, naujiems moksliniams tyrimams, ekologinio ūkininkavimo bendruomenei.

BENDRA EKOLOGINIO ŪKININKAVIMO SITUACIJA ŠALYJE



Nors ekologinio ūkininkavimo samprata pasaulyje radosi XX a. pradžioje, tačiau platesnį atgarsį ir praktinį pritaikymą ekologinis ūkininkavimas labiau įgijo tik jo paskutiniaisiais dešimtmečiais. Lietuvoje pirmieji ūkiai sertifikuoti 1993 m. ir apėmė 148 ha žemės ūkio naudmenų. 1997–1999 m. laikotarpiu ekologinis žemės ūkis tampa pripažintu: atsiranda sertifikavimo sistema bei sukuriama reikalingi teisiniai dokumentai. 1997 metais Lietuvoje savo veiklą pradeda sertifikavimo paslaugas teikianti sertifikavimo įstaiga VŠĮ “Ekoagros”. Tačiau platesnį mastą įgavo įstojus į Europos Sąjungą bei atsiradus ženklėsiam rėmimui.

Ekologinis ūkininkavimas talpina aplinkosaugos, ekonomikos ir socialinius privalumus. 2021 m. Europos Komisija paskelbė ES ekologinio ūkininkavimo veiksmų planą. Veiksmų plane numatyta pasiekti Europos žaliojo kurso tikslą - iki 2030 m. 25 % žemės ūkio paskirties naudmenų užimtų ekologinio ūkininkavimo plotai. Ateičiai valstybės narės užsibrėžė ekologinio ūkininkavimo nacionalines tikslines vertes BŽŪP strategijoje. Ambicingiausias tikslus nusistatė Austrija, Belgija-Valonija, Vokietija ir Švedija – 30 % ekologiniam ūkininkavimui skirtų žemės ūkio naudmenų. Beje, jau 2020 m. ekologinio ūkininkavimo plotai Austrijoje užėmė 25,3 proc., Švedijoje – 20,3 proc., tačiau Vokietijoje tik 9,6 proc. Estija ir Latvija iki 2020m. jau buvo pasiekusios 22,4 ir 14,8 proc. Ateičiai Estija nepaskelbė, o Latvija nusimatė pasiekti 20 proc. Lietuva 2020 m. buvo pasiekusi 8 proc. ir nusimatė iki 2030 m. pasiekti 15 proc.



Įpav. Ekologiškai ūkininkaujančių veiklos vykdytojų skaičius ir sertifikuoti plotai 2004–2023 m. (plotas nurodytas įskaičiuojant žuvininkystės ūkių plotą) (Ekoagros duomenys).

Per pastarąjį laikotarpį didžiausi plotai ekologinio ūkininkavimo sistemoje pasiekti 2022 m. - 275842 ha ir tai sudarė 9,4 proc. nuo visų deklaruotų pasėlių (2900068,47 ha, VI Žemės ūkio duomenų centro duomenys). Sertifikuoti 2645 veiklos vykdytojai, kiek daugiau nei 52 proc. veiklos vykdytojų užsiėmė augalininkyste. 2023 m. sertifikuoti 22639 veiklos vykdytojai, užsiimantys ekologine augalininkyste ir augalininkyste / gyvulininkyste. Bendras sertifikuotas žemės ūkio naudmenų plotas sudarė 244388 ha ir buvo 8,25 proc. bendro 2023 m. deklaruoto ploto. Tai kiek mažiau nei 2022 m., tačiau ne mažiau nei 2020 m. (1 pav.). 2024 m. ekologinio ūkininkavimo plotai neišaugo. Nors Lietuva nėra tarp ambicingų šalių dėl ekologinio ūkininkavimo plėtros, tačiau pastarųjų metų tendencijos sufleruoja, jog pasiekti tikslą nebus labai lengva.

2022 m. ekologinio ūkio pelnas vidutiniškai ūkiui buvo 23227 eurų ir tai yra iš subsidijų, nes be subsidijų yra neigiamas rezultatas (-415 eurų). Bendras produkcijos kiekis už 33984 eurus ir tai atitinka maždaug įprastinio ūkio, kurio dydis 40-50 ha rodiklius (<https://zudc.lt/wp-content/uploads/2023/11/Ukiu-veiklos-rezultatai-2022.pdf>).

EKOLOGINIŲ AUGALININKYSTĖS ŪKIŲ KRYPTIS IR PASIRINKIMO SPECIFIKA

Žemės ūkis ir maisto sistemos turi sparčiai keistis ir kuo greičiau pasiekti eilę tvarumo rodiklių nepažeidžiant aplinkos. Dažnai pateikiama (siūloma, teigiama), jog geriausias būdas tai pasiekti dviem kryptimis; papildomos priemonės efektyvumui gerinti tradicinį žemės ūkį, tuo pačiu inovatyviai vystant ekologinį ūkininkavimą. Naudojant biotrasas ir kitas biomedžiagas bei derinant su skaitmeninėmis technologijomis galima sumažinti apribojimus ir iššūkius ekologiniame ūkininkavime. Inovatyvus ir tvarus požiūris į ekologinį ūkininkavimą didina žemės ūkio produktyvumą bei daugelio ūkininkų gyvenimo kokybę aplinkai nekenksmingu būdu (Gamage et al., 2023).



2 pav. Pagrindinės ekologinio ūkininkavimo įtakos ir poveikis (pagal Gamage et al., 2023 ir kt.)

Žemės ūkio sistemos nagrinėjamos, skirstomos ir lyginamos įvairiais pjūviais. Jei nagrinėtume sumanias žemės ūkio sistemas klimato atžvilgiu, tai vertos dėmesio įvairiai integruotos ūkininkavimo sistemos arba tiesiog tam tikros technologijos. Nepaisant galimų produktyvumo kompromisų, ekologinis ūkininkavimas yra neatsiejama tvaraus žemės ūkio sudedamoji dalis dėl jos stipresnių pozityvių įtakų aplinkos tvarumui, biologinei įvairovei ir gyvūnų gerovei (Erekalo et al., 2024).

Ekologinis ūkininkavimas didina bendrai ūkininkavimo sistemų atsparumą (2 pav.). Taikant ekologinio ūkininkavimo sistemą, pagerinta dirvožemio struktūra mažina erozijos pasireiškimą, palaiko augalų sveikatą ir ekologinę sistemą daro atsparesne besikeičiančioms meteorologinėms sąlygoms. Ekologinis ūkininkavimas nesiremia sintetinėmis trąšomis ir pesticidais, dėl to ši ūkininkavimo sistema mažiau priklausoma nuo išorinių sąnaudų. Padidėjusi biologinė įvairovė organinėse sistemose skatina stabilų derlių sausros laikotarpiais ir prisitaikymą prie būsimų aplinkos sąlygų (Gamage et al., 2023).

Tradiciskai ekologinės žemdirbystės sistemos apima ir augalininkystę, ir gyvulininkystę ir sudarančios uždaro ūkio maistinių medžiagų ciklo principą. Tačiau gyvulininkystės produkcijos gamyba susijusi su dideliais investicijų poreikiais ir didesniu darbo krūviu bei kitos ekonominės ir organizacinės priežastys apsunkina pasirinkimą ekologiškai ūkininkauti.

Tačiau ekologiniai augalininkystės ūkiai susiduria su specifiniais iššūkiais. Jiems trūksta ūkyje azoto (N) trąšų, todėl kartu su mineralinių N trąšų draudimu ekologinėje žemdirbystėje susidaro didelis azoto trūkumas ir mažas maistinių medžiagų efektyvumas, todėl gaunamas ribotas produkcijos kiekis. Galimi ir kiti derlių ribojantys veiksniai: piktžolės, kenkėjai ar ligos, apsirūpinimas azotu bei siera, kurie paprastai turi trumpalaikį poveikį, o fosforas, kalis dalinai ir siera gali turėti ilgalaikį derlių ribojantį poveikį ir neigiamą grįžtamąjį poveikį azoto balansui, nes kenkia pupinių augalų gebėjimui fiksuoti azotą (Arlauskienė et al., 2021; Freyer et al., 2023). Ekologiški produktai gali būti ne mažiau užteršti sunkiaisiais metalais, mikotoksinais ir bakterijomis nei įprasti produktai. Ekologinis ūkininkavimas siūlo mažiau priemonių, padedančių kontroliuoti mikotoksinų ir bakterijų pasireiškimą produktuose, ir tai gali būti rimtas rūpestis vartotojui. Moksliniai rezultatai, kad ekologiškas maistas yra saugesnis, maistingesnis ir sveikesnis kol kas neįrodo (Giampieri et al., 2022). Tačiau egzistuoja įvairių nuomonių. Kartais kvestionuojama ekologinės gamybos aplinkos tvarumas: jeigu viena vertus, ekologinio ūkininkavimo praktika yra labiau dėmesinga sintetinių sąnaudų sumažinimui, kita vertus, tai smarkiai sumažina produktyvumą. Dėl to ekologinio ūkininkavimo plėtra šiuo metu reikalauja didelių plotų, kad būtų patenkinta pasaulinė maisto paklausa (Giampieri et al., 2022; Debuschewitz et al., 2022).

Didesnis pelningumas su vyriausybės subsidijomis, tačiau rizika būti priklausomam nuo jų (Cadel et al., 2024). Ūkininkavimo sistemų įvairinimas yra nepaprastai svarbus norint išlaikyti ilgalaikį

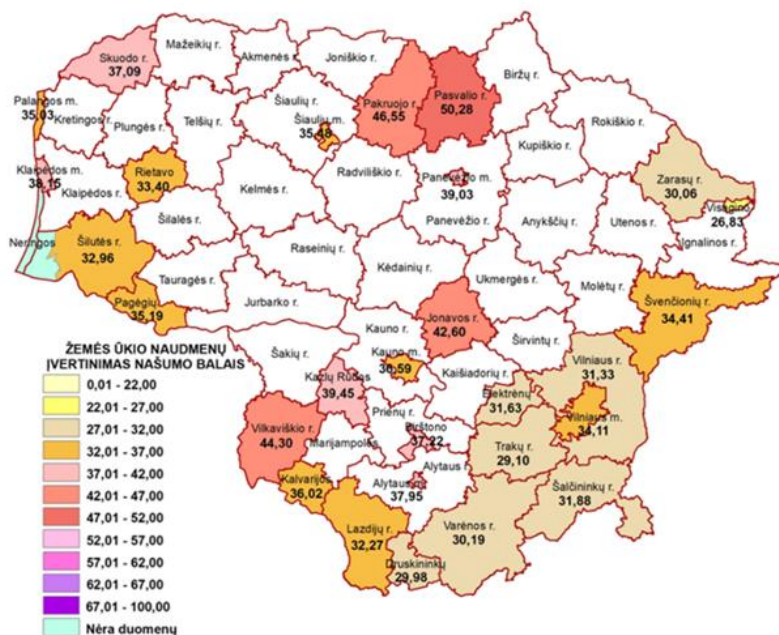
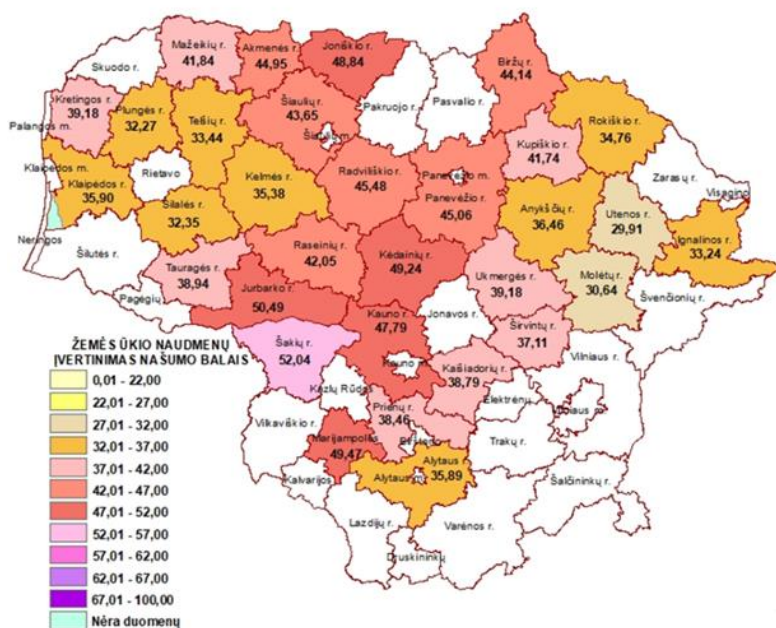
agroekosistemų produktyvumą. Natūralios dirvožemio sąlygos visuose Lietuvos regionuose yra palankios gyvulininkystei. Gyvulininkystės ūkiuose maistinių medžiagų valdymas grindžiamas atkuriamąja kultūrine praktika, kuri apima gražinimo dėsni, skatinantį uždaryti maistinių medžiagų ciklus. Šiuo požiūriu ekologiniai gyvulininkystės ūkiai yra labiau pagrįsti ekologija ir tvarumu nei augalininkystės ūkiai. Tačiau ūkininkams trūksta susidomėjimo plėtoti gyvulininkystės įmones, todėl vyrauja komerciniai augalininkystės ūkiai. Tokiuose ūkiuose yra disbalansas tarp išteklių biotos ir destruktivos biotos. Pirmasis prisideda prie produktyvumo didinimo per augalų apdulkinimą, biologinę kontrolę, augalų liekanų skaidymą ir kt., o antroji lemia piktžolių, kenkėjų patogenų ir kitų kenksmingų organizmų atsiradimą. Mišrus ūkininkavimas (su gyvulininkyste) duoda didesnę derlių, tačiau konkurencinga ir augalininkystės sistema, jei sėjomainose gausu liucerninių žolynų ir tai gali būti alternatyvi gamybos sistema ekologiniam mišriam ūkininkavimui (Niether et al., 2023). Naujų tinkamų ekologinės žemdirbystės metodų taikymas galėtų padidinti augalininkystės ūkio aplinkos tvarumą.

EKOLOGINIŲ ŪKIŲ DIRVOŽEMIO SAVYBIŲ POKYČIAI SKIRTINGOMIS KLIMATINĖMIS BEI ŪKININKAVIMO SĄLYGOMIS

Dirvožemio organinių medžiagų kiekis ariamuose dirvožemiuose lyg šiol visoje ES mažėjo, o pagrindinis veiksnys yra žemėnaudos valdymas ir klimatas (Stolte et al, 2016; Skinner et al, 2019). Daugelis įprastų ekologinio ūkininkavimo praktikų padeda pagerinti dirvožemio kokybę ir derlingumą bei ženkliai prisideda prie didesnės organinės anglies sekvestracijos dirvožemyje palyginus su įprastinio ūkininkavimu. Naudojant organines trąšas, pavyzdžiui, kompostuotas gyvulininkystės atliekas, tinkamesnių veislių, įvairesnių sėjomainų, įtraukiant daugiau pupinių augalų, bearimis žemės dirbimas ir dengiamųjų augalų dažnesnis naudojimas – visa tai prisideda prie anglies sukaupto didinimo. Pasaulinė analizė rodo, kad dirvožemio organinės anglies atsargos yra didesnės ekologinėje ūkininkavimo sistemoje, palyginus su įprastu ūkininkavimu ($3,5 \pm 1,1$ tonos anglies vienam hektarui) ir prie didesnių metinių sekvestracijos normų (iki $0,5 \pm 0,2$ tonos anglies hektarui per metus) (Gattinger et al, 2012; Krauss et al, 2022).

Bet kuriai žemės ūkio paskirties sistemai, žemės ūkio ūkininkavimo sistemai svarbu žemės ūkio gamybos sąlygos, kurios labai priklauso nuo teritorijos fizinių bei geografinių ypatumų ir dirvožemio savybių. Atsižvelgiant į tai šalies regionai suskirstyti į tris pagrindines zonas: I. Vakarų Lietuvos regionas – žemumų zona (IA) bei aukštumų ir plynaukščių zona (IB); II. Vidurio Lietuvos regionas – derlingų žemių zona (IIA) bei vidutiniškai derlingų žemių zona (IIB); III. Rytų Lietuvos regionas – plynaukščių zona (IIIA), kalvotųjų aukštumų zona (IIIB) bei Pietryčių Lietuvos zona (IIIC) Tuose regionuose skiriasi ir žemės našumas, t.y. žemės ūkio naudmenų dirvožemio gebėjimas išauginti augalų derlių bei prisidėti prie kitų potencialių ekosisteminių paslaugų generuojamų žemės ūkio naudmenose, agroekosistemose. Žemės ūkio augalams auginti tinkamiausi ir našiausi dirvožemiai yra

Vidurio Lietuvos regiono ir mažiausiai tinkami Rytų Lietuvos regiono gamtinėse zonose (Lietuvos žemės ūkio našumas, 2011).



<https://zisis.lt/duomenys/dirv/statistika/2023-metu-statistika/>
3 pav. Žemės našumo vertinimo žemėlapis, 2023 m.

Vyraujanti Lietuvos dirvožemių paviršiaus ir dirvodarinė granulimetrinė sudėtis: priemėliai ir smėlingi lengvi priemoliai. Dauguma dirvožemių nusausti drenažo sistema. Šalyje vyrauja neutralūs arba šarmingi ($\text{pH} > 6$), mažo fosforingumo ($51\text{--}100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) ir vidutinio kalingumo ($101\text{--}150 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) dirvožemiai. Vidutinis šalies žemės našumas 2014 m. buvo 39,68 balai, 2018 m. buvo 39,83 balai ir 2023 m. buvo 39,79 balai. Maksimalus žemės našumas 2014, 2018 ir 2023 m. nustatytas Šakių rajono

savivaldybėje, atitinkamai 51,48 balai, 51,64 balai ir 52,04 balai. Kiekvienos savivaldybės detalų žemės našumo balą galima peržiūrėti <https://zisis.lt/duomenys/dirv/statistika/2023-metu-statistika/>. Iš našumo balų dydžių bei žemės ūkio plotų išsidėstymo pagal gamtines zonas suprantame, jog pirmiausiai todėl ūkininkavimo sąlygos labai skiriasi, nepaisant jau vėliau naudojamų įvairių ūkininkavimo būdų bei technologijų.

Analizuojant ekologinio ūkininkavimo naudmenų ar plotų pasiskirstymą, tenka pastebėti, jog per pastaruosius penkerius metus didžiausi jie yra Rytų Lietuvos mažiau derlingų dirvų regione (1lentelė). 2022 m. Vakarų Lietuvos regione ekologiniai plotai sudarė 23,3%, Vidurio Lietuvos – 30,3% ir Rytų Lietuvos – 46,4% visų ekologinių plotų. Palyginti su 2014 metais, šie skaičiai mažai kito. Vakarų Lietuvoje daugiausiai ekologinių ūkių yra įsikūrę Vakarų Žemaitijos plynaukštės vakarinėje dalyje ir Vidurio Žemaičių aukštumoje (Tauragės, Šilalės, Telšių, Plungės, Rietavo rajonai). Vidurio Lietuvoje ekologiniai ūkiai įeina į Mūšos-Nemunėlio ir Nevėžio lygumos fizinius geografinius rajonus (Biržų, Kupiškio ir Panevėžio rajonai). Rytų Lietuvoje didžiausi ekologinių ūkių plotai yra Anykščių, Rokiškio ir Ukmergės rajonuose, kurie įeina į Vakarų Aukštaičių plynaukštės geografinį rajoną.

Ekologiniuose ūkiuose visi mineralinės mitybos elementai paimami tik iš dirvožemio, o kiekvienais metais su produkcija yra išnešama daugiau mineralinės mitybos elementų nei gražinama su augalų liekanomis ar ekologiniams ūkiams leistinomis trąšomis. Ekologinės žemdirbystės sistemoje, trūkstant organinių ir mineralinių trąšų bei esant mažam jų pasirinkimui, augalų maisto medžiagų balansas dirvožemyje dažniausiai yra neigiamas. Dirvožemio organinių medžiagų (SOM) padidėjimas turi tiesioginį teigiamą poveikį dirvožemio kokybei ir pasėlių derliui. Organinė anglis pagerina dirvožemio struktūrą ir dalelių agregaciją, užtikrina drėgmės sulaikymą, yra susijusi su geresniu augalų aprūpinimu maisto medžiagomis ir jų pasisavinimu, skatina mikroorganizmų veiklą rizosferoje (Page ir kt., 2020), reguliuoja šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą, taip prisidedant prie klimato kaitos švelninimo (Lal, 2018). Yra žinoma, kad dirvožemio anglies (pagrindinės organinių medžiagų sudedamosios dalies) padidėjimą lemia daugiamečių žolių auginimas, subalansuotas organinių ir mineralinių trąšų naudojimas, tarpinių augalų auginimas, ir tausojantis žemės dirbimas (Šlepetienė ir kt., 2020). Dirvožemyje organinės anglies (SOC) kaupimasis gali būti pasiektas tik šias priemones taikant pastoviai per ilgą laiką.

Apibendrinus ankstesnius Lietuvos ekologinių ūkių duomenis konstatuota, kad dirvožemio agrocheminė charakteristika yra labai skirtinga ne tik tarp atskirų rajonų, bet ir tarp atskirų ūkių tuose pačiuose rajonuose ir net tarp to paties ūkio laukų. Lietuvos ekologinių ūkių, ypač augalininkystės krypties, dirvožemių būklė blogėja dėl nesubalansuotų maisto medžiagų srautų (iš dirvožemio su derliumi išnešama daugiau maisto medžiagų nei jų sugražinama (Jodaugienė ir kt., 2017).

1 lentelė. Ekologinių ūkių plotai pagal gamtines zonas - regionus (atsižvelgiant į teritorijų fizinius bei geografinius ypatumus ir dirvožemio savybes)

Zonos	Rajonai	Pasėlių plotai, ha				
		2018 m.	2019 m.	2020 m.	2021 m.	2022 m.
I. Vakarų Lietuvos regionas						
IA-1	Klaipėdos r., Kretinga, Skuodas	10297,25	10062,02	9032,67	12629,00	13291,83
IA-2	Šilutė, Pagėgiai	8085,95	7920,71	7418,53	10118,86	10748,9
IB-1	Tauragė, Šilalė, Telšiai, Plungė, Rietavas	22889,79	22593,85	21099,8	25928,13	27088,78
IB-2	Mažeikiai, Kelmė	7812,26	7750,12	6814,59	9239,56	9294,34
	Iš viso:	49085,25	48326,7	44365,59	57915,55	60423,85
II. Vidurio Lietuvos regionas						
IIA-1	Joniškis, Pasvalys, Pakruojis	1731,64	1655,8	1484,54	1617,68	2239,63
IIA-2	Akmenė, Šiauliai, Radviliškis	9346,14	9317,69	9150,58	9270,45	9544,56
IIA-3	Jonava, Kaunas, Kėdainiai	7350,07	7490,71	7698,54	9470,03	10166,98
IIA-4	Šakiai, Vilkaviškis, Marijampolė,	8023,4	7888,17	7377,88	7956,92	8328,05
IIB-1	Biržai, Kupiškis, Panevėžys	25994,35	26119,56	24746,06	31798,64	31310,32
IIB-2	Jurbarkas, Raseiniai	10641,49	10156,84	9151,32	16126,78	17077,7
	Iš viso:	63087,09	62628,77	59608,92	76240,5	78667,24
III. Rytų Lietuvos regionas						
IIIA-1	Alytus, Prienai, Kaišiadorys, Širvintai, Birštonas, Kalvarijos, Kazlų Rūda, Elektrėnai	14166,6	13930,41	12721,6	17997,86	19451,37
IIIA-2	Anykščiai, Rokiškis, Ukmergė	26941,65	27367,68	26476,39	33352,42	34104,44
IIIB-1	Molėtai, Utena, Zarasai	10512,16	10243,8	10254,5	15128,2	17626,57
IIIB-2	Ignalina	4164,78	4293,74	3946,17	4189,94	4352,42
IIIC-1	Trakai, Vilnius	10517,55	10816,61	10297,19	14424,98	14737,36
IIIC-2	Švenčionys	10017,06	10450,79	9145,51	12529,21	13082,60
IIIC-3	Šalčininkai, Varėna, Lazdijai, Druskininkai	12999,00	12777,1	11634,83	16312,48	16788,27
	Iš viso:	89318,8	89880,13	84476,19	113935,1	120143,0

Pastaba: Lentelė parengta pagal paraiškų, pateiktų pagal Lietuvos kaimo plėtros 2007–2013 m. ir 2014–2020 m. programos priemonę „Ekologinis ūkininkavimas“

VDU ŽŪA Agroekologijos centro duomenimis, ekologinio ūkininkavimo pradžioje dirvožemyje humuso mažėjo visuose laukuose: tiek tręštame kompostuotu kraikiniu galvijų mėšlu sėjomainos lauke, tiek netręštame ir jame kur kas ženkliau. Todėl šį sėjomainos lauką teko pradėti tręšti pakompostuotu kraikiniu galvijų mėšlu. Dėl ilgalaikio ekologinio ūkininkavimo ir tręšiant pakompostuotu kraikiniu galvijų mėšlu humuso kiekis dirvožemyje stabilizavosi ir pradėjo didėti.

Iš tyrimų matome, kad ekologinis ūkininkavimas turėjo mažai įtakos dirvožemio pH rodiklio kaitai (2 lentelė). Lietuvos ekologinės gamybos ūkių dirvožemiuose yra labai nevienodai fosforo ir kalio. Judriojo fosforo ar kalio trūkumas dirvožemyje gali neleisti pasiekti didesnių žemės ūkio augalų derlių. Pateikti duomenys rodo, kad judriojo fosforo ir kalio dirvožemyje mažėjo. Apibendrinant ilgalaikę ekologinės augalininkystės patirtį galima teigti, kad ekologiškai ūkininkaujant iškyla daug ir įvairių problemų, kaip ir kitose žemdirbystės sistemose. Taigi, reikia turėti žinių, kaip tas problemas spręsti.

2 lentelė. Dirvožemio agrocheminių savybių kaita ekologinėje sėjomainoje nenaudojant organinių trąšų (VDU ŽŪA mokomasis ūkis, ekologinis laukas)

Rodiklis	1997	1999	2001	2004	2008	2013
pH _{KCl}	7,20±0,16	7,00±0,08	7,00±0,20	7,00±0,24	6,85	6,93
Judrusis fosforas (P ₂ O ₅), mg kg ⁻¹	145±9,78	139,5±1,94	108,2±2,33	101,2±9,12	157,3	122,7
Judrusis kalis (K ₂ O), mg kg ⁻¹	155±4,07	147±3,43	107,8±1,64	105,6±18,89	131,7	119,0
Humusas, proc.	2,53±0,09	2,30±0,04	2,10±0,10	1,98±0,19	2,68	3,06
Suminis azotas, proc.	0,164±0,005	0,162±0,007	0,160±0,009	0,155±0,018	0,164	0,175

Remiantis daugybe apžvalgų ir ataskaitų apie ilgalaikius eksperimentus su skirtingais dirvožemio rodikliais, galima daryti išvadą, kad organinės (ekologinės) sistemos turi teigiamą poveikį dirvožemio derlingumui įvairiais būdais. Tačiau ne visada įmanoma nustatyti, kuris veiksnys (-iai) sistemoje yra pagrindinis (-iai) veiksniai, paaiškinantys pastebėtus pasėlių derliaus skirtumus. Dažnas paaiškinimas yra tas, kad vegetacijos pradžioje ir tolesniuose svarbiausiuose augimo tarpsniuose azoto prieinamumas dėl dirvožemio biologinių procesų laiku nepatenkina pasėlių poreikio azotui. Kitos teigiamos dirvožemio derlingumo savybės to nekompensuoja (Freyer et al, 2023). Tačiau gamtinės sąlygos ir prigimtinės dirvožemių savybės turi daug įtakos.

3 lentelė. Ekologinių pasėlių plotai ir specializacija Lietuvos regionuose, 2023 metai

Zonos	Rajonai	Pasėlių plotai, ha			Plotas, %	
		Bendras plotas, ha	Augalininkystės ūkiai	Gyvulininkystės, mišrūs ūkiai	Augalininkystės	Gyvulininkystės, mišrūs
I. Vakarų Lietuvos regionas						
IA-1	Klaipėdos r., Kretinga, Skuodas	10401,03	3791,09	6609,94	36,4	63,6
IA-2	Šilutė, Pagėgiai	13095,55	3742,87	9352,68	28,6	71,4
IB-1	Tauragė, Šilalė, Telšiai, Plungė, Rietavas	24977,73	4507,76	20469,97	18,0	82,0
IB-2	Mažeikiai, Kelmė	6096,71	3251,49	2845,22	53,3	46,7
	Iš viso:	54571,02	15293,21	39277,81	28,0	72,0
II. Vidurio Lietuvos regionas						
IIA-1	Joniškis, Pasvalys, Pakruojis	1563,38	1142,27	421,11	73,1	26,9
IIA-2	Akmenė, Šiauliai, Radviliškis	6323,57	3668	2655,57	58,0	42,0
IIA-3	Jonava, Kaunas, Kėdainiai	8427,09	4910,88	3516,21	58,3	41,7
IIA-4	Šakiai, Vilkaviškis, Marijampolė,	7536,53	4560,62	2975,91	60,5	39,5
IIB-1	Biržai, Kupiškis, Panevėžys	23965,23	18922,69	5042,54	79,0	21,0
IIB-2	Jurbarkas, Raseiniai	10645,27	7882,59	2762,68	74,0	26,0
	Iš viso:	58461,07	41087,05	17374,02	70,3	29,7
III. Rytų Lietuvos regionas						
IIIA-1	Alytus, Prienai, Kaišiadorys, Širvintai, Birštonas,	14067,9	7040,4	7027,5	50,0	50,0
	Kalvarijos, Kazlų Rūda, Elektrėnai	6094,18	3192,7	2901,48	52,4	47,6
IIIA-2	Anykščiai, Rokiškis, Ukmergė	35736,43	20493,68	15242,75	57,3	42,7
IIIB-1	Molėtai, Utena, Zarasai	20061,24	9075,5	10985,74	45,2	54,8
IIIB-2	Ignalina	4868,83	2386,86	2481,97	49,0	51,0
IIIC-1	Trakai, Vilnius	14619,25	12262,51	2356,74	83,9	16,1
IIIC-2	Švenčionys	13383,6	12255,32	1128,28	91,6	8,4
IIIC-3	Šalčininkai, Varėna, Lazdijai, Druskininkai	17649,93	12618,3	5031,63	71,5	28,5
	Iš viso:	126481,4	79325,27	47156,09	62,7	37,3
Iš viso Lietuvoje:		239513,5	135705,5	103807,9	56,7	43,3

Lietuvoje sertifikuotų ekologinių plotų yra 239513,5 ha ir didesnę jų dalį (58,5%) sudaro augalininkystės ūkiai (3 lentelė). Vakarų Lietuvos regione yra 22,8% visų Lietuvos ekologinių ūkių plotų, iš jų 11,3 % užsiima augalininkyste ir 37,8% gyvulininkyste. Didžiausi ekologinės žemdirbystės plotai yra išsidėstę Tauragės, Šilalės, Telšių, Plungės, Rietavo rajonuose (45,77%).

Minėtų rajonų dirvožemiai mažai derlingi, našumo balas siekia 30,40-36,30. Todėl čia vyrauja gyvulininkystės arba mišrūs ūkiai. Panaši situacija yra Šilutės ir Pagėgių rajonuose. Mažeikių ir Kelmės rajonuose ekologiniai augalininkystės ir gyvulininkystės ūkiai užima panašų plotą. Šiame regione yra didžiausi pievų plotai, specializacija – pieno gamyba ir mėsinių galvijų auginimas.

Vidurio Lietuvos regionas ekologiniai plotai u sudaro 24,4% visų Lietuvos ekologinių plotų. Tačiau augalininkystės ir gyvulininkystės plotai sudaro panašią dalį, atitinkamai 30,3% ir 36,8%. Didžiausia ekologinių ūkių plotai yra Biržų, Kupiškio ir Panevėžio rajonuose (41,0% viso regiono ekologinio ploto). Nors dirvožemiai mažai derlingi, vyrauja augalininkystės specializacija (79,0%). Panaši situacija yra Jurbarko ir Raseinių rajonuose. Mažiausiai ekologiniai plotai yra Joniškio, Pasvalio ir Pakruojo derlingų dirvožemių rajonuose, vyrauja augalininkystės ūkiai. Akmenės, Šiaulių, Radviliškio ir Jonavos, Kauno, Kėdainių rajonuose ekologinės žemdirbystės plotai nėra dideli, augalininkystės ir gyvulininkystės plotai skiriasi nedaug. Šiame Vidurio Lietuvos regione yra derlingiausi dirvožemiai tinkami ne tik gyvulininkystei, bet ir pagrindiniams prekiniams augalams auginti (žieminiam kviečiams, miežiams, rapsams, linams, cukriniams runkeliams ir kt.).

Daugiausiai sertifikuotų ekologinių plotų yra Rytų Lietuvos regione. Jie sudaro 52,8 % visų Lietuvos ekologinių plotų. Čia yra daugiau kaip pusė (58,5%) Lietuvoje sertifikuotų augalininkystės ir mažiau kaip pusė (45,4%) gyvulininkystės ir mišrių plotų. Didžioji šių ūkininkų dalis (62,7%) užsiima augalininkyste, mažesnioji dalis (37,3%) – gyvulininkyste arba mišria veikla. Daugiausiai sertifikuotų ekologinių plotų yra Anykščių, Rokiškio, Ukmergės ir Molėtų, Utenos, Zarasų rajonuose. Trakų, Vilniaus, Švenčionių, Šalčininkų, Varėnos, Lazdijų ir Druskininkų rajonuose vyrauja gyvulininkystė. Rytų Lietuvoje vyrauja kalvotos aukštumos ir smėlingos lygumos, didesni pievų plotai, auginami nereiklūs dirvožemiui javai (rugiai, kvietrugiai, spelta) griekiai, lubinai.

Vertinant rajonų savivaldybes tarpusavyje nustatyta, kad daugiausiai (>10000 ha) sertifikuotų ekologinių plotų yra Anykščių, Biržų, Rokiškio, Švenčionių, Trakų ir Ukmergės rajonuose (4 lentelė). Iš 51 rajono 26 vyrauja augalininkystės specializacijos ūkiai. Didžiausiai ekologinės augalininkystės plotai yra Anykščių, Biržų, Panevėžio, Švenčionių, Rokiškio, Šalčininkų, Trakų, Ukmergės, Varėnos rajonuose (nuo 5027,98 – 12255,32 ha). Gyvulininkystės ir mišrių ūkių didžiausi plotai išsidėstę Anykščių, Šilalės, Šilutės ir Telšių rajonų savivaldybėse (6313,61-7600,99 ha).

4 lentelė. Ekologinių pasėlių plotai ir specializacija rajonų savivaldybėse, 2023 metai

Sav./Rajonai	Našumo balas	Bendras plotas, ha	Augalininkystės ūkiai, ha	Mišrūs ūkiai, ha
1	2	3	4	5
Akmenės r. sav.	42,03	1316,35	1057,12	259,23
Alytaus r. sav.	36,90	4387,43	2037,26	2350,17
Anykščių r. sav.	34,70	14652,79	7051,8	7600,99
Birštono sav.	35,91	24,38		24,38
Biržų r. sav.	44,30	13128,35	11302,38	1825,97
Druskininkų sav.	30,39	261,45	63,3	198,15
Elektrėnų sav.	33,05	3028,9	2149,12	879,78
Ignalinos r. sav.	32,90	4868,83	2386,86	2481,97
Jonavos r. sav.	40,60	1883,98	674,43	1209,55
Joniškio r. sav.	48,90	595,76	371,67	224,09
Jurbarko r. sav.	43,20	3461,97	2589,84	872,13
Kaišiadorių r. sav.	38,42	2649,71	1337,76	1311,95
Kalvarijos sav.	41,10	2422,62	545,96	1876,66
Kauno r. sav.	49,80	1270,19	911,1	359,09
Kazlų Rūdos sav.	39,70	642,66	497,62	145,04
Kėdainių r. sav.	50,00	5272,92	3325,35	1947,57
Kelmės r. sav.	33,40	3278,09	1240,3	2037,79
Klaipėdos r. sav.	37,50	5412,2	1672,22	3739,98
Kretingos r. sav.	36,40	1054,55	786,63	267,92
Kupiškio r. sav.	38,30	4098,66	2334,72	1763,94
Lazdijų r. sav.	34,76	3989,58	2375,26	1614,32
Marijampolės sav.	48,70	2683,72	1875,76	807,96
Mažeikių r. sav.	38,47	2818,62	2011,19	807,43
Molėtų r. sav.	31,10	7712,08	3031,42	4680,66
Pagėgių sav.	37,63	3884,12	1744,17	2139,95
Pakruojo r. sav.	44,60	855,82	676,38	179,44
Panevėžio r. sav.	46,60	6738,22	5285,59	1452,63
Pasvalio r. sav.	48,90	111,8	94,22	17,58
Plungės r. sav.	30,97	2898,22	831,97	2066,25
Prienų r. sav.	38,39	1337,94	987,88	350,06
Radviliškio r. sav.	46,90	3771,74	2071,45	1700,29
Raseinių r. sav.	40,80	7183,3	5292,75	1890,55
Rietavo sav.	32,13	1271,48	193,45	1078,03
Rokiškio r. sav.	35,70	10049,69	6366,94	3682,75
Skuodo r. sav.	36,20	3934,28	1332,24	2602,04
Šakių r. sav.	45,40	4303,41	2330,44	1972,97
Šalčininkų r. sav.	33,50	6167,88	5151,76	1016,12

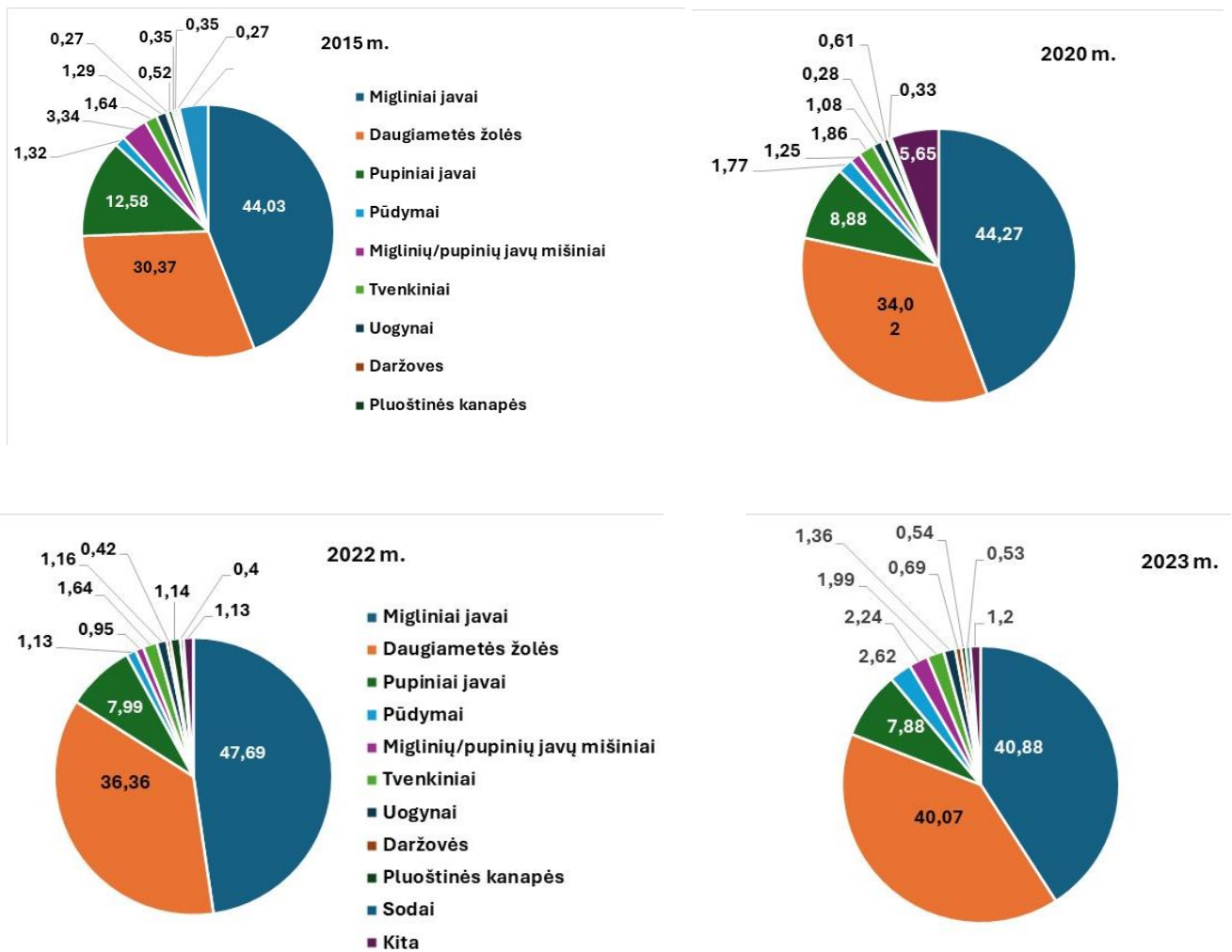
Lentelės tęsinys

1	2	3	4	5
Šiaulių r. sav.	42,80	1235,48	539,43	696,05
Šilalės r. sav.	30,40	6941,17	627,56	6313,61
Šilutės r. sav.	34,24	9211,43	1998,7	7212,73
Širvintų r. sav.	33,10	5668,44	2677,5	2990,94
Švenčionių r. sav.	34,90	13383,6	12255,32	1128,28
Tauragės r. sav.	36,30	5073,77	991,67	4082,1
Telšių r. sav.	32,10	8793,09	1863,11	6929,98
Trakų r. sav.	30,22	10409,55	9165,4	1244,15
Ukmergės r. sav.	38,00	11033,95	7074,94	3959,01
Utenos r. sav.	31,80	8339,91	4156,63	4183,28
Varėnos r. sav.	31,30	7231,02	5027,98	2203,04
Vilkaviškio r. sav.	44,10	549,4	354,42	194,98
Vilniaus r. sav.	33,90	4209,7	3097,11	1112,59
Zarasų r. sav.	31,20	4009,25	1887,45	2121,8
Lietuvoje		239513,5	135705,5	103807,9

SĖJOMAINŲ TAIKYMAS, PASĖLIŲ ĮVAIROVĖ, AUGINIMO BŪDAI IR PRODUKTYVUMAS AUGALININKYSTĖS ŪKIUOSE

Ekologinio ūkininkavimo sistemoje, ypač pasirinkus plėtoti augalininkystės ūkį labai svarbi kuo įvairesnė sėjomaina, kuo įvairesnė pasėlių struktūra. Taip pat labai svarbu, jog būtų augalų tinkama proporcija. Jei pasėlių struktūroje pupinių augalų dalis mažesnė kaip 20%, o miglinių – didesnė kaip 70% požymis, kad sėjomaina prilygta įprastinių ūkių sėjomainai. Didelė dalis javų pasėlių struktūroje lemia ligų ir kenkėjų išplitimą, maisto medžiagų trūkumą ir humuso irimą.

Pasėlių struktūra. Vidutiniais Lietuvos ekologinių ūkių duomenimis, didžiausius plotus pasėlių struktūroje užėmė migliniai javai (40,88-47,69%) ir daugiametės žolės (30,37-40,07%) (4 pav.). Palyginus 2015 ir 2023 metus, nežymiai mažėjo miglinių javų ir didėjo daugiamečių žolių plotai. Daugiausiai daugiamečių žolių buvo Vakarų ir Rytų Lietuvos ekologiniuose ūkiuose. Didėjant dirvožemio derlingumui, daugiamečių žolių plotai mažėjo, o didėjo – miglinių javų plotai (Vidurio Lietuva). Pupinių javų plotai sumažėjo nuo 12,58% (2015 m.) iki 7,88% (2023 m.). Pupinių ir miglinių javų mišinių plotai kito nenuosekliai (0,95-3,34%). Pūdymai užėmė nedidelę dirbamos žemės dalį 1,13 % (2022 m.) ir 2,62% (2023 m.).



4 pav. Atskirų metų sertifikuotų plotų pasėlių struktūra, proc. (parengta pagal Ekoagros duomenis)

Vertinant visą Lietuvos ekologinių ūkių ariamos žemės plotą nustatyta jo mažėjimo tendencija (5 lentelė). Bendrame ariamos žemės plote javai sudarė 86170-101488 ha arba 65,8-72,7%. Nustatytos javų plotų didėjimo tendencijos. Kaip ir ankstesniuose aprašymuose, daugiausiai ūkininkai augino kviečių ir avižų. Ekologiniuose ūkiuose pupiniai augalai sudarė 12,4-18,4% ariamos. Pastebima šių augalų auginimo mažėjimo tendencija. Pramoninių augalų auginama nedaug 6935 -11203 ha, pastebima šių plotų didėjimo tendencija.

Analizuojamu laikotarpiu vidutinis ūkio dydis buvo 52,01-60,72 ha. Vidutinio ūkio analizė parodė, kad didžiąją ūkio dalį sudarė ariama žemė. Didžiausi ariamos žemės plotai vidutiniame ūkyje buvo 2014 m. (68,7%) ir 2022 m. (62,9%). Miglinių javų (kviečių, rugių, miežių, avižų, kvietrugių, grikių ir miglinių javų mišinių) auginta 2014 m. –18,5 ha, 2019 m. – 17,2 ha, 2020 m. –20,8 ha ir 2022 m. –18,7 ha. Tai sudarė daugiau kaip pusė ariamos žemės, atitinkamai 51,1, 53,1, 59,3 ir 57,3% visos ariamos žemės. Daugiausiai vidutinis ūkis augino kviečių ir avižų, kai kuriais metais ir kvietrugių bei

grikių. Pupinių javų plotai sudarė 8,6-5,0% nuo ariamos. Pastebimas ryškus pupinių plotų mažėjimas. Rapsai pradėti auginti nuo 2020 m, jų plotai labai maži.

5 lentelė. Ekologinio statuso gamyboje auginamų augalų pasiskirstymas

	Ariamos žemės plotas, ha				
	2018	2019	2020	2021	2022
Ariama žemė	130 849	141 36	139 505	131 305	128 625
Javai (įskaitant sėklinius)	86 170	95 249	101 488	90 481	92 651
Kviečiai	20 547	34 423	36 844	32 594	38 093
Rugiai ir žieminių javų mišiniai	5 613	14 575	8 319	4 631	6 740
Miežiai	3 209	2 665	2 169	1 710	1 928
Avižos ir vasarinių javų mišiniai	39 035	25 349	33 661	32 854	25 047
Pupiniai augalai (su sėkliniais pasėliais bei pupinių/miglinių javų mišiniais)	24 130	22 338	19 343	18 826	15 908
Pramoniniai augalai	6 935	8 359	9 854	11 203	10 490
Augalai žaliajai masei	2 569	2 890	1 764	4 646	5 915
Pievos ir ganyklos	77 842	80 426	76 393	73 365	77 601

Lietuvos žemės ūkis: faktai ir skaičiai. 2024m. Nr.1

Augalų derlingumas. Javų derlius buvo nedidelis (6 lentelė). Peržiūrint 2014 -2022 m. duomenis, matome, jog vidutinis derlingumas nėra dideli: kviečių (1,86-2,62 t/ha), miežių (1,99-2,39 t/ha) miglinių javų mišinių (2,01-4,17 t/ha). Pupinių javų derlius buvo 1,40-1,69 t/ha, rapsų 0,67-1,30t/ha. Negalima konstatuoti, jog derlingumas auga, tiesiog jis įvairuoja atskirais metais dėl nevienodai palankių meteorologinių sąlygų.

Ekologinių ūkių asociacija taip pat rūpinasi ekologinių ūkių derlingumu ir juos analizuoja. Iš pateikto paveikslo (5 pav.) matyti, jog ekologiškai ūkininkaujant žieminių kviečių derlingumas yra mažesnis už įprastinius.

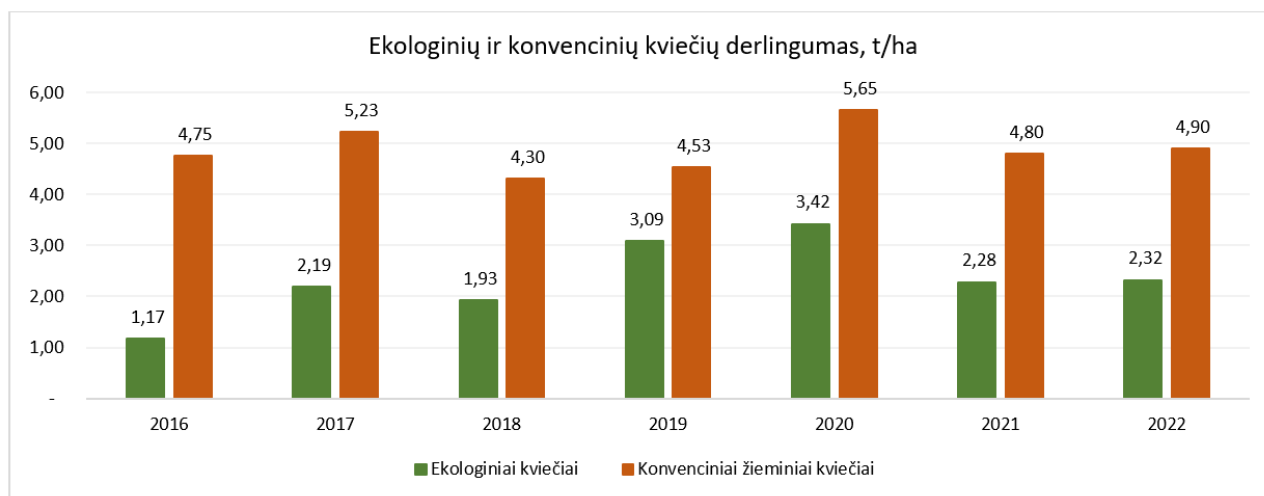
Kitų šalių tyrėjai pastebi, kad ekologiškų kviečių derlius yra mažesnis nei įprastų kviečių derlius, tačiau įprastiniame ūkyje naudojama daug daugiau sintetinio azoto (Lampkin et al., 2015). Ekologinis ūkininkavimas gali suteikti didesnę biotinių ir abiotinių dirvožemio procesų stabilumą ir sudaryti geresnę dirvožemio struktūrą ir taip užtikrinti pastovesnius derlius ilgesniu laikotarpiu (Smith et al., 2019; Schramaa et al., 2018). Kitas veiksnys, mažinantis derliaus skirtumą ir įgyjantis svarbą prisitaikant prie klimato yra ekologiškai naudojamų sistemų atsparumas ekstremalioms klimato sąlygoms, pavyzdžiui, sausroms (Knapp et al., 2018;).

6 lentelė. Žemės ūkio naudmenų struktūra ekologinių ūkių (Pagal atskirų tirtų ūkių veiklos rezultatus)

Rodikliai	2014 m.		2019 m.		2020 m.		2022 m.	
	Plotas, ha	Derlingumas, t/ha	Plotas, ha	Derlingumas, t/ha	Plotas, ha	Derlingumas, t/ha	Plotas, t/ha	Derlingumas, t/ha
Ūkio vid. dydis	52,56		54,80		60,72		52,01	
miškai	3,72		4,28		7,02		2,50	
Pievos ir ganyklos	11,22		15,65		15,04		12,49	
Sodai	0,79		1,05		1,13		1,20	
Kita žemė	0,73		1,46		2,10		3,09	
Ariama žemė:	36,10		32,36		35,03		32,73	
Kviečiai	3,37	1,86	4,05	2,38	4,64	2,52	3,94	2,62
Rugiai	2,32	1,97	1,73	1,80	2,48	2,06	2,63	1,76
Miežiai	0,98	2,15	0,72	1,99	0,75	2,39	0,28	2,27
Avižos	4,32	2,00	4,69	1,98	6,98	2,06	6,21	2,04
Kvietrugiai	2,76	1,89	4,92	2,09	3,61	2,28	2,25	1,67
Grikliai	3,27	1,0	0,56	1,12	1,95	0,79	3,34	0,79
Miglinių javų mišinys	1,44	2,01	0,52	2,03	0,36	4,17	0,09	2,16
Pupinių javai	3,05	1,62	2,78	1,59	2,54	1,4	1,64	1,69
Rapsai	-	-			0,44	1,30	0,33	0,67
Lauko daržovės	-	-			0,03		0,03	
Pašariniai augalai	0,27	-	3,12		3,03		5,27	
Vienmetės žolės	10,77	-	6,56		5,30		-	
Kiti augalai	-	-			0,78		1,35	
Pūdymas	-	-			2,16		1,4	

Žemės ūkio sistemos produktyvumas priklauso ne tik nuo pasėlių derlingumo, bet ir nuo dirvožemio naudojimo intensyvumo (Smith ir kt. 2018). Atsižvelgiant į metus be prekinio derliaus sėjomainos rotacijoje reikia vertinti bendrą sėjomainos produktyvumą (Kirchman ir kt. 2016). Dirvožemio naudojimo intensyvumas ekologinėje žemdirbystėje žemesnis (Lin ir Hülsbergen 2017), nes naudojami tarpiniai augalai ir daugiametės žolės, jog į agroekosistemą patektų azotas (Reeve ir kt. 2016; Migliorini ir Wezel 2017). Tai gali labai paveikti ekologinio ūkininkavimo sistemos produktyvumą, palyginti su įprastine (Smith ir kt. 2018), tačiau šis aspektas mažai ištirtas. Atlikus kiekybinę ekologinio ūkininkavimo poveikio derliui analizę ir dirvožemio naudojimo intensyvumą, palyginti su įprastiniu valdymu, siekiant įvertinti galimą jo poveikį apie agroekosistemų produktyvumą, aiškėja, kad vidutinis

ekologinio ir tradicinio ūkininkavimo derlingumo skirtumas buvo 25 proc. ir svyravo nuo 30 % tarp miglinių javų iki 10 % tarp pupinių augalų. Atrodo, kad didesnis azoto apribojimas ekologiškuose augaluose nei tradiciniuose yra ta priežastis, dėl kurios skiriasi miglinių javų ir pupinių augalų derlius.



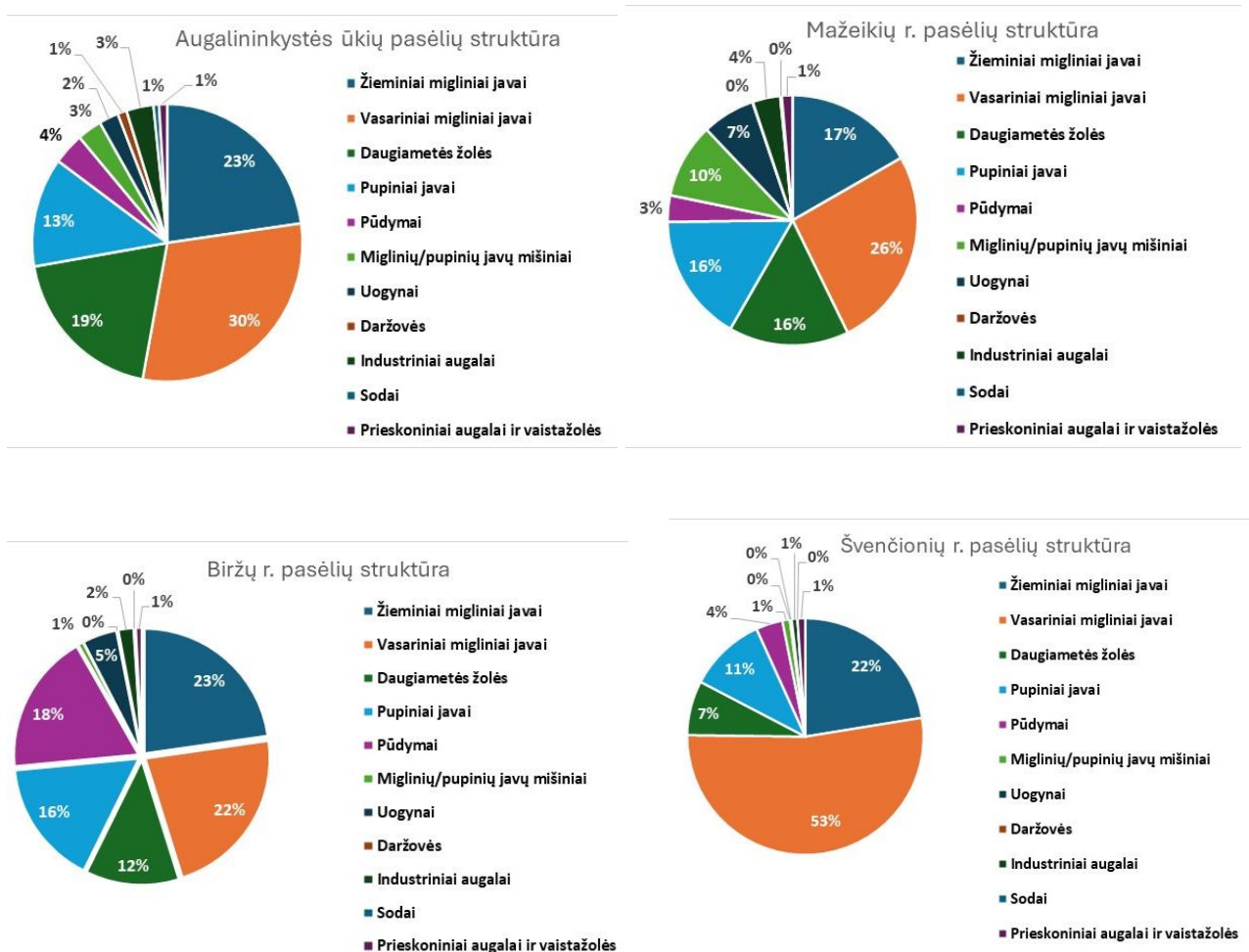
5 pav. Žieminių kviečių vidutinis derlingumas ekologiškai ir įprastai ūkininkaujančių ūkiuose (LEŪA duomenys).

Vertinant ekologinio ūkininkavimo įtaką agroekosistemų produktyvumui, ji priklauso ne tik konkrečių pasėlių derliaus, bet ir sėjomainų sudėties, nuo auginamų augalų rūšių. Ekologinio ūkininkavimo visos sistemos produktyvumas yra labiau sumažintas nei derlius, palyginti su tradiciniu ūkininkavimu, ir šis sumažėjimas priklauso nuo pasėlių, įtrauktų į sėjomainą, rūšies. Azoto prieinamumas javuose pagrindinė priežastis, lemianti ekologinių ir tradicinių augalų derliaus skirtumą. Didinant azoto normas organinėse sistemose, sumažėja derliaus skirtumas. Produktyvumo skirtumas yra didesnis nei derliaus skirtumas tarp ekologinio ir tradicinio ūkininkavimo dėl to, kad ekologinės sėjomainos metu daugiau augalų kurie einamaisiais metais neduoda prekinės produkcijos arba jos duoda mažai. Šis atotrūkis didėja augant javų daliai sėjomainoje ir mažėja didėjant ankštinių augalų daliai (Alvarez, 2022).

Be to, žemės ūkio diversifikavimo praktika, pvz., daugiarūšių pasėlių auginimas ir daugiakomponenčių sėjomainų taikymas, turi potencialą iš esmės sumažinti derliaus skirtumus. Tobulėjant moksliniams tyrimams bei ekologinės žemės ūkio praktikos supratimui tikėtina, kad mokslas prisidės prie derlingumo skirtumų mažinimo tarp ekologinės ir tradicinės gamybos (Stubenrauch et al., 2021; Baker et al., 2023).

Analizuojant pasėlių struktūrą bei atskirų ūkių derlingumo duomenis, suprantame, jog sėjomainos ekologiniuose ūkiuose nėra labai plačios ir įvairios, kokios turėtų būti pagal užsiduotą ekologinio ūkininkavimo tikslą. Vidutiniais augalininkystės ūkių duomenimis, augalininkystės ūkiai auginami miglinius (53%) ir pupinius javus (13%). Didesnę dalį miglinių javų sudaro vasariniai javai (6

pav.). Tai nėra labai palanku, nes mažesnis jų derlingumas, augalų liekanų kiekis, įtaka dirvožemiui, piktžolių stelbimui. Palyginti nemaži yra daugiamečių žolių plotai (19%). Pūdymai sudaro 4% pasėlių struktūros. Nedaug auginama miglinių -pupinių javų mišinių. Kaip priešėliai, palyginti su migliniais javais, jie yra naudingesni sėjomainoje. Šie išvardinti augalai sudaro 92 % pasėlių struktūros. Galima teigti, kad augalų įvairovė yra maža. Šalies regionai skyrėsi augalininkystės ūkių pasėlių struktūra. Vakarų Lietuvoje didžiausi ekologinės augalininkystės plotai buvo Mažeikių rajono savivaldybėje. Šio rajono ekologai daugiausiai augina vasarinių miglinių javų (26%). Auginamų augalų įvairovė šiek tiek didesnė: auginama augalų mišinių (10%), industrinių augalų (4%), uogynų (7%). Augalų įvairovės atžvilgiu, prasčiausia padėtis Rytų Lietuvos regione, vyrauja vasariniai migliniai javai (53%). Migliniai javai sudaro 75% pasėlių struktūros, o daugiametės žolės tik 7%. Biržų rajone, kuris atstovauja Vidurio Lietuvai, augalų įvairovė nėra didelė, tačiau pasiskirsčiusi tolygiai. Pūdymai, skirti atstatyti dirvožemio derlingumui, sudaro 18% pasėlio struktūros, daugiametės žolės – 12%.



6 pav. Augalininkystės ūkių pasėlių struktūra 2023 m. (bendrai LT ir rajonai daugiausia plotų augalininkystei skiriantys iš kiekvieno regiono Vakarų regionas – Mažeikiai; Vidurio Lietuva – Biržų; Rytų Lietuva – Švenčionių rajonas).

Sėjomainos samprata. Sėjomaina yra ekologinio ūkio pagrindas ir būtina sąlyga norint išlaikyti dirvožemio derlingumą t. y. apsaugoti nuo maisto medžiagų išsekimo. Sėjomaina nėra tas pats kas pasėlių įvairinimas ar augalų kaita. Tai tam tikras žemės naudojimo būdas kai ariama žemė suskirstoma į vienodus (beveik vienodus) sėjomainos laukus (laukų blokus). Augalai pagal tam tikrą tvarką kaitomis ne tik laike, bet ir erdvėje. Tai reiškia, kad kiekvienas augalas turi būti kiekviename lauke pagal iš anksto nustatytą tvarką (sėjomainos schemą). Tai nėra greita dirvožemio pagerinimo, jo gyvybingumo atstatymo priemonė. Norimo rezultato galima sulaukti sėjomainai „apsisukus“ kelis kartus. Įgyvendinus sėjomainą augalai yra mažiau veikiami nepalankių aplinkos sąlygų, stabilizuojasi derlius, gerėja dirvožemio savybės.

Iki šiol ekologiniuose augalininkystės ūkiuose dirvožemio derlingumui atkurti kartą per ketverius/penkerius metus buvo auginti pupiniai javai (dažniausiai pusiau belapiai žirniai) ir tarpiniai pasėliai. Tai lėmė trumpas sėjomainas, kurios mažai skyrėsi nuo įprastinių ūkių (pvz., žirniai – javai – javai – javai). Vokiečių tyrėjai nustatė, kad, taikant tokią sėjomainą ilgesnį laiką, pastebimas dirvos nuovargis ir žirnių derliaus mažėjimas. Be to, augalininkystės ūkiuose panaudotos natūralios kilmės mineralinės, žaliosios ar skystosios trąšos pagal kokybę ir poveikį vargu ar prilygsta mėšlui. Kitas svarbus elementas yra atmosferos azotas, kurį geba fiksuoti pupiniai augalai. Augalininkystės ūkyje tai yra pagrindinis azoto šaltinis. Teigiama, kad pasėlių struktūroje pupinių augalų dalis mažesnis kaip 20%, o miglinių – didesnė kaip 70% rodo, kad sėjomaina prilygta įprastinių ūkių sėjomainai. Didelė dalis javų pasėlių struktūroje lemia ligų ir kenkėjų išplitimą, maisto medžiagų trūkumą ir humuso irimą. Taip yra išbalansuojama pasėlių struktūra, t. y. per daug augina dirvožemį išnaudojančių augalų ir per mažai gerinančių (atstatančių dirvos produktyvumą). Dar viena problema – ne visada pavyksta išlaikyti jautrių ligoms ir kenkėjams augalų (pupinių javų, rapsų ir kt.) fitosanitarinę pertrauką. Maža augalų įvairovės ūkyje trukdo teisingai sudaryti sėjomainą.

Sudarant sėjomainos schemą (augalų kaitymo eiliškumą), augalai yra suskirstomi į dvi grupes: dirvožemio derlingumą didinančius augalus (atstatančius dirvų produktyvumą) t. y. pupiniai javai (pupos, žirniai ir kt. pupiniai), daugiametės ir vienmetės ankštinės žolės ar jų mišiniai su miglinėmis, sideraciniais/žalieji pūdymai, techniniai augalai (rapsai), kaupiamieji ir kt. Minėti augalai pagal tai kokią naudą duoda sėjomainai, jie nėra lygiaverčiai. Kita grupė augalų yra dirvožemį alinantys (derlingumą išsekvojantys) augalai – migliniai javai. Dirvožemį gerinančių ir jo derlingumą išsekvojiančių augalų pusiausvyra yra svarbus augalų kaitos principas. Vis tik žieminių ir vasarinių javų auginama gerokai daugiau nei dirvožemį gerinančių augalų. Tai įtakoja ir ekologinių produktų rinką. Žieminiai kviečiai, avižos generuoja stabilias pajamas kiekvienais metais, todėl jie yra populiarūs. Užsienio šalių rekomendacijose galima sutikti ir kitus pagrindinių augalų grupių pavadinimus, plačialapiai (dirvožemį

gerinantys) ir siauralapiai augalai (dirvožemį išnaudojantys). Kai kuriose šalyse naudojama kitokia augalų klasifikacija: 1) dirvožemį gerinantys augalai (daugiametės pupinės žolės, jų mišiniai su miglinėmis žolėmis, pupiniai javai ir kt.); 2) reiklūs, dirvožemį išnaudojantys augalai (kviečiai, rapsai, bulvės, kukurūzai, kvietrugiai, ir kt.); 3) nereiklūs, dirvožemį išnaudojantys augalai (Spelta, rugiai, avižos, miežiai ir kt.).

Viena pagrindinių sąlygų sėkmingam ilgalaikiam ekologiniam ūkininkavimui plėtoti – parinkti tinkamą sėjomainą. Rikiuojant augalus sėjomainoje vertėtų pradėti nuo sėjomainos grandžių, t. y. suskirti sėjomainą į dalis/grandis. Grandį sudaro dirvožemį gerinantys ir alinantys augalai. Sudėję 2-3 (gali būti ir daugiau) grandis turėsime sėjomainą. Daugiausiai problemų sukelia augalininkystės ūkių sėjomainos. Sudarant sėjomainą prie dirvožemį gerinančių augalų, dažniausiai ūkininkai priskiria vienmečius pupinius javus. Manome, kad mažiausiai 10% t. y. puse vieno sėjomainos lauko (jeigu turite penkis sėjomainos laukus) privalu skirti pupinių žolių ar jų mišinių su miglinėmis auginimui. Daugiametės pupinės žolės ar jų mišiniai su miglinėmis labai svarbūs ir lauko daržovių sėjomainose. 7 lentelėje pateikta galimos augalininkystės javų ūkių sėjomainos sudarymo schema.

7 lentelė. Sėjomainos sudarymo principai

Augalų, pasižyminčių skirtinga įtaka dirvožemiui, seka	Sėjomainos pavyzdys	Alternatyvios augalų rūšys	Po derliaus nuėmimo
Dirvožemį gerinantys augalai	Raudonieji dobilai žaliajam pūdymui	Daugiametės pupinės žolės, jų mišiniai su miglinėmis, pupiniai javai (žirniai, pupos, lubinai, sojos)	Daugiametės žolės gali būti auginamos 1-2 metus, priklausomai nuo ūkio specializacijos, auginamos sėklai, žaliajai trąšai ir kt.
Reiklūs dirvožemį alinantys ne pupiniai augalai	Žieminiai kviečiai	Žieminiai kvietrugiai, žieminiai miežiai, žieminiai rugiai, vasariniai kviečiai, Spelta, bulvės, žieminiai rapsai, cukriniai runkeliai miglinės žolės	Tarpinis pasėlis: įsėlis ar posėlis
Nereiklūs neankštiniai dirvožemį alinantys augalai	Avižos	Kukurūzai, soros vasariniai miežiai, rugiai, kvietrugiai, Spelta, griekiai, linai	Tarpinis pasėlis: įsėlis ar posėlis
Dirvožemį gerinantys augalai	Žirniai*	Pupos, sojos, lubinai	
Reiklūs dirvožemį alinantys ne pupiniai augalai	Žieminiai miežiai /+įsėlis	Žieminiai ir vasariniai kviečiai, žieminiai kvietrugiai, žieminiai rugiai, Spelta, bulvės, cukriniai runkeliai	Daugiamečių žolių įsėlis

Pastaba. Priskiriant augalų rūšį prie reiklių ar nereiklių augalų atsižvelgiama į dirvos derlingumą. Dviguba linija atskirtos skirtingos sėjomainos grandys.

Sėjomainoje augalų fitosanitarinė pertrauka yra pagrindinė priemonė kovai su ligomis ir kenkėjais. Tai svarbu auginant pupinius javus, rapsus. Norint sudaryti teisingą sėjomainą svarbūs yra ir kiti sėjomainos sudarymo principai (8 lentelė).

8 lentelė. Augalų kaitos principai

Augalų kaitos principai
Dirvožemį gerinančių ir derlingumą naudojančių augalų kaita
Pupinių augalų dalis sėjomainoje turėtų būti 25–35%;
Dirvožemį gerinančių ir išnaudojančių augalų kaita;
Žiemojančių ir vasarinių augalų kaita;
Piktžolės stelbiančių ir jautrių piktžolėms augalų kaita;
Augalų fitosanitarinės pertraukos laikymasis;
Tarpinių pasėlių: įsėlių, posėlių auginimas, siekiant dirvą apsaugoti ištisus metus;
Pagrindinių augalų auginimas mišiniuose;
Priešsėlio įvertinimas renkantis posėlį;
Sėjomaina turi būti sudaryta atsižvelgiant į ūkio tipą, vietą ir klimato sąlygas;
Stengtis subalansuoti pagrindines maisto medžiagas kiekvienai sėjomainai, įskaitant tręšimą;
Siekite humuso balanso.

VDU ŽŪA tyrėjų duomenimis (Pekarskas, 2023), viena tinkamesnių sėjomainų yra: 1) žieminiai kviečiai; 2) ankštinių ir varpinių javų mišinys grūdams; 3) vasariniai javai + daugiamečių žolių įsėlis; 4) pirmų naudojimo metų daugiametės žolės; 5) antrų naudojimo metų daugiametės žolės. Daugiameses žoles sėjomainoje kartais laikome vienus, kartais – dvejus metus. Ekologinės gamybos ūkis kartu yra ir ekologinės sėklininkystės ūkis, kuriame auginama ekologiška žieminių kviečių, vasarinių javų daugiamečių žolių sėkla. Sėjomainoje naudojamos organinės trąšos - pakompostuotas galvijų mėšlas. Patirtis rodo, kad pasirinkus tinkamą sėjomainą, ekologinės gamybos ūkiuose galima sėkmingai spręsti augalų ligų ir kenkėjų išplitimo, pasėlio piktžolėtumo problemas. Iki tokios sėjomainos taikymo buvo taikoma panaši sėjomaina ir tame lauke ekologinio ūkininkavimo sąlygos praktikuojamos nuo 1997 m. Ūkininkavimo pradžioje ekologiškai auginamų žieminių kviečių derlingumas buvo 4,00–4,60 t ha⁻¹, o pastaraisiais metais jis jau pasiekė 5,72–6,89 t ha⁻¹ (9 lentelė).

Mažai kalbama apie priemones, kurios gali padėti sušvelninti mažos įvairovės augalų kaitos padarinius. Dažnai ūkininkai klausia, ar augalininkystės ūkyje be papildomų sąnaudų iš šalies galima išlaikyti dirvožemio produktyvumą ir stabilizuoti derlių. Visų pirma tam reikia išnaudoti visus galimus

vietinius rezervus. Tai yra vietinės organinės trąšos, tokie priešsėliai kaip daugiametės žolės, žalieji / sideraciniai pūdymai, tarpinis pasėlis, supaprastintas žemės dirbimas ir kt.

9 lentelė. Ekologinės gamybos ūkyje auginti augalai ir jų derlingumas (VDU ŽŪA mokomasis ūkis, ekologinis laukas)

Metai	Sėjomaina	Grūdų derlius, t ha ⁻¹	Sėjomaina	Grūdų derlius, t ha ⁻¹
2019	Žieminiai kviečiai	6,89	Raudonieji dobilai sėklai	500 (kg)
2020	Sėjamųjų žirnių/sėjamųjų avižų mišinys	4,58	Žieminiai kviečiai	5,72
2021	Vasariniai miežiai su r. dobilų įsėliu	1,09	Sėjamųjų žirnių/sėjamųjų avižų mišinys	4,58
2022	Raudonieji dobilai	15,79 (žalioji masė)	Vasariniai miežiai	4,31

Javų šiaudų, pupinių žolių bei komercinių organinių trąšų palyginimas. Organinė žemdirbystė yra gamybos būdas, kuris skatina ir gerina agroekosistemų sveikatingumą, įskaitant biologinę įvairovę, biologinius ciklus ir dirvožemio biologinį aktyvumą. Tam reikalingas pastovus organinių medžiagų tiekimas į dirvą. Organinėse augalininkystės sistemoje dirvožemio praturtinimas organinėmis ir maisto medžiagomis pirmiausiai vyksta dėka šaknų ir augalų liekanų bei šalutinės produkcijos – šiaudų.

10 lentelė. Javų šiaudų, pupinių žolių, augintų su javais ir gryname pasėlyje, piktžolių biomasės bei komercinių organinių trąšų palyginimas

Augalų liekanos ir organinės trąšos	Biomasė	Maisto elementų kiekis		
		N	P	K
kg ha ⁻¹ DM				
Pagrindinio pasėlio šalutinė produkcija				
Avižų šiaudai	1613±134.2 *	3.9±0.5	3.5±0.7	26.8±2.2
Vasarinių kviečių šiaudai	1715±128.9	5.2±1.2	3.1±0.2	14.7±1.7
Vasarinių miežių šiaudai	1597±185.2	8.2±0.8	2.4±0.1	27.5±2.1
Žirnių šiaudai	2264±122.6	14.5±0.3	2.4±0.3	15.0±2.0
Avižų ir žirnių mišinio šiaudai	2139±189.6	11.5±1.0	4.8±0.4	31.6±2.7
Pupinių žolių išėlis				
Raudonieji dobilai su antsėliu	1025±104.3	34.1±4.8	2.6±0.1	26.1±2.3
Raudonieji dobilai be antsėlio	4591±401.3	123.4±15.4	9.0±1.1	94.1±4.1
Baltieji dobilai su antsėliu	5757±388.4	146.8±10.3	17.4±1.8	192.1±8.9
Komercinės trąšos				
Granuliuotas galvijų mėšlas	1744±166.5	48.1±4.4	10.1±1.1	78.8±3.9
Piktžolės				
Piktžolių biomasė	337±12.4	9.6±2.1	2.1±0.9	16.1±1.1

Pastaba * – vidurkis ir standartinė paklaida.

Akademijoje ir Joniškėlyje 2015-2017 m. atlikti tyrimai siekiant nustatyti priešsėlių (žirnių, žirnių ir avižų mišinio bei raudonųjų dobilų pūdymo), organinių trąšų (pupinių žolių, granuliuoto galvijų mėšlo) įtaką organinių medžiagų srautams ir javų derlingumui. Vasarinių javų šiaudų derlius nėra didelis ir dažnai priklauso nuo pasėlio produktyvumo (10 lentelė).

Javų šiaudai neturtingi N, bet turtingi K. Auginant žirnius arba jų mišinį su avižomis gaunamas didesnis šiaudų (organinių medžiagų) derlius nei auginant grynus miglinius javus. Pupinių javų šiaudai turtingesni N, o jų mišinys su avižomis – K. Didžiausią sausųjų medžiagų (SM) masę ir NPK vegetacijos metu sukauptė raudonieji dobilai (RD) be antsėlio, auginti žaliajame pūdyje. Taip auginant RD, tais metais prarandama prekinė produkcija, tačiau sukaupiamas didžiausias kiekis organinių medžiagų ir N, naikinamos piktžolės. Kitas būdas – auginti javus su RD įsėliu ir įterpti kartu su javų šiaudus (iš viso 2571 kg ha⁻¹ SM ir 38,6 kg ha⁻¹ N). Taip didėja C ir N santykio vertė. Šiuose tyrimuose RD įsėlio antžeminės masės derlius buvo nedidelis (1025 kg ha⁻¹ DM). Kituose mūsų tyrimuose nustatyta, kad RD gali užauginti 2000-2500 kg ha⁻¹ SM ir sukaupti 60-80 kg ha⁻¹ N (Arlauskienė et al., 2023). Mažiau jautrūs javų antsėliui buvo baltieji dobilai (BD). Palankiais 2016 metais BD įsėlio derlius siekė virš 5000 kg ha⁻¹ SM. Trąšai naudojant komercines organines trąšas – granuliuotą galvijų mėšlą (GGM), galima dar labiau papildyti įterptų į dirvą organinių medžiagų kiekį. Su GGM trąša įterpus analogišką SM kiekį, N padidėja vidutiniškai 5,6 kartus, P – 2,7 kartus ir K– 3,1 kartus, palyginti su javų šiaudais. Tikėtina, jog RD įsėlis užauginęs 1700 DM kg ha⁻¹ derlių, sukauptų didesnę N kiekį ir per pus mažesnę P ir K kiekį, palyginti su GGM. Vertinant pagal SM ir N kiekį, GGM nežymiai atsilieka nuo RD įsėlio masės panaudojimo kartu su avižų šiaudais.

Organinių medžiagų srautai ir jų balansas. Papildomos gerinimo priemonės (pupinių žolių įsėlis, komercinės trąšos) gali prisidėti prie teigiamo organinių medžiagų balanso palaikymo (11 lentelė).

Mūsų tyrimų duomenimis, avižos arba jų mišinys su žirniais šiaudų dirvoje paliko mažiau nei išvežta iš lauko su grūdais. Atvirkščiai žirnių, kurie šiaudų pagamina mažiau, augalų liekanų priedą sėjomainos grandyje nulėmė javų, augintų po žirnių, didesnis produktyvumas. Tai pastebi ir kiti tyrėjai. Komercinės organinės trąšos įterptų į dirvą organinių medžiagų (SM) santykinį skaičių padidino (nuo 0,99 iki 1,25), jas panaudojus du kartus – 1,46, pa. palyginti su laukeliu, kur papildomos priemonės nenaudotos. Pupinių žolių įsėlis įterptų organinių medžiagų kiekį įtakojo jų derlius. Galimai žolių įsėlio 1t/ha SM antžeminės masės derlius yra nepakankamas palaikyti dirvožemio organinių medžiagų balansą. Tačiau trejų metų laikotarpiu auginant pupinių žolių įsėlį ir naudojant GGM, galima santykinį skaičių padidinti iki 1,31.

Ekologiniams ūkiams, siekiant optimalaus augalų produktyvumą, labai svarbu numatyti N tiekimą, perdirbimą ir panaudojimo intensyvumą, piktžolių, ligų ir kenkėjų kontrolę. Iki šiol ūkininkai pagrindinį dėmesį skyrė pupiniams javams, kartu siekiant ir ekonominės naudos, pamirštant kitus pupinius augalus.

Visų pirma, verta išnaudoti visus galimus vietinius natūralius azoto šaltinius ne tik pupinius javus, bet ir įsėlius/posėlius tarpiniame pasėlyje, užimtuosius pūdymus, daugianarius pasėlius ir kt.

11 lentelė. Pagrindiniuose ir tarpiniuose pasėliuose augintų augalų antžeminės biomasės, komercinių trąšų įtaka išvežtų ir įterptų į dirvą organinių medžiagų (SM) santykiniam skaičiui (2015-2017)

Panaudotos priemonės		Išvežtų ir įterptų organinių medžiagų santykis	Naudotų priemonių pavyzdžiai
Pagrindinis pasėlis	Dirvožemio gerinimo priemonės, jų panaudojimas kartą per tris metus		
Šiaudai	–	0,99±0,04	šiaudai
	pupinių žolių įsėlis	1,18±0,07	RD įsėlis į javus (1 t/ha SM)
	komercinė trąša	1,25±0,08	tręšta organine trąša GGM
	pupinių javų priešsėlis	1,31 ±0,09	Žirniai, žirnių ir avižų mišinys;
	pupinių įsėlis (1 t/ha DM) ir komercinė trąša;		RD įsėlis ir tręšta GGM; BD įsėlis ir tręšta GGM;
	Komercinėmis trąšomis tręšta du kartus	1,46±0,09	du kartus tręšta GGM
	Pagrindiniame pasėlyje augintos pupinės žolės, jų biomasė panaudota trąšai	2,56±0,18	RD auginti trąšai (žalasis pūdymas).

Lietuvos tyrėjų duomenimis, lietingais metais pupinių žolių įsėlis neretai javus perauga ir užaugina palyginti didelę antžeminę masę, sausais metais (sausrai užsitęsęs po sėjos) – antžeminės masės derlius būna mažas. Mūsų tyrimuose nedidelę RD masę (1026 kg ha⁻¹ SM) galėjo lemti ir stiprios konkurencines savybes turintis antsėlis – avižos. Baltųjų doobilų, augintų su vasarinių kviečių antsėliu, derlius buvo didelis. Tai galima paaiškinti BD mažesniu jautrumu stelbimui, o vasarinių kviečių antsėlio – silpnu stelbimu. Žaliajame pūdyme auginant RD kartą per trejus metus, į dirvą įterpta beveik dvigubai daugiau organinių medžiagų nei išvežta su parduodama produkcija.

Pagal įtaką išvežtų ir įterptų į dirvą organinių medžiagų santykinio skaičiaus didėjimui, gerinimo priemonės išsidėstė tokia tvarka: javų šiaudai < javų ir žirnių šiaudai; javų šiaudai ir RD įsėlis < javų šiaudai ir GGM < javų šiaudai ir du kartus tręšta GGM; javų šiaudai ir RC įsėlis + GGM < javų šiaudai ir BD įsėlis +GGM < javų šiaudai ir RD žaliajame pūdyme

Javų derlingumas. Augalų liekanos ir organinės trąšos patekusios į dirvą skaidosi, atpalaiduoja maisto medžiagas, ar sudaro patvaresnius organinius junginius. Turtingos N augalų liekanos (pvz., pupinių augalų antžeminė biomasė) paprastai yra susijusios su greitesniu skilimu, taigi ir didesniu N ir C atpalaidavimu. Palyginus naudotas priemones nustatyta, kad didžiausias trijų metų derliaus priedas gautas panaudojus dvi priemones t. y. du kartus tręšiant GGM (7,7%) arba BD ir RD žolių įsėlį ir GGM (atitinkamai 14,3 ir 6,7%) (12 lentelė). Tiekiamas N kiekis priklausė ir nuo pupinių įsėlio masės. Įterpus

didelę BD biomasę, javų derlius padidėjo labiausiai. Tokius didelius derlius priedus gauname ne kasmet. Be to, pupinių žolių antžeminės masės efektas yra trumpalaikis. Organinės trąšos GGM efektyvumas buvo mažesnis, tačiau stabilus. Kita vertus, priemonės padidinusios javų grūdų derlių, padidino ir šiaudų bei augalų liekanų derlių.

12 lentelė. Priešsėlių, šiaudų, pupinių žolių įsėlio ir komercinių trąšų įtaka vasarinių javų produktyvumui, 2015-2017

Treatments	Joniškėlis			Akademija		
	Augalų kaita			Augalų kaita		
	Avižos ir kt. augalai	Vasariniai kviečiai	Vasariniai miežiai	Avižos ir kt. augalai	Vasariniai kviečiai	Vasariniai miežiai
A-VK-VM	2451ab	1803a	1705ab	3566d	2467abc	2770.7
A-VK+GGM-VM	2428ab	1870a	1931 b	3544cd	2789defg	2695.4
A+GGM-VK-VM	2651bcd	1876a	1779 ab	3384bcd	2415ab	2726.5
A+GGM-VK+GGM-VM	2564abcd	1926a	1735 ab	3362bcd	2767defg	2532.7
A+GGM-VK+BD-VM	2595bcd	1806a	2857c	3351bcd	2278a	3324.8
A+RD-VK-VM	2242a	2268b	1684 ab	3158b	2537bcd	2641.9
A+RD-VK+GGM-VM	2301ab	2330b	1742 ab	3231bcd	2704cde	2677.8
ŽAM-VK-VM	2900d	2396b	1546 a	2077a	2678cde	2765.6
Ž-VK-VM	2399ab	3150d	1563a	1886a	2848efg	2549.9
RD-VK-VM	0	3339d	1669 ab	0	3015g	2856.3

Pastaba. Sėjomainos grandys:

A-VK-VM – avižos -vasariniai kviečiai- vasariniai miežiai;

A-VK+GGM-VM – avižos -vasariniai kviečiai+GGM- vasariniai miežiai;

A+GGM-VK-VM – avižos+GGM -vasariniai kviečiai- vasariniai miežiai;

A+GGM-VK+GGM-VM – avižos+GGM -vasariniai kviečiai+GGM- vasariniai miežiai;

A+GGM-VK+BD-VM – avižos+GGM -vasariniai kviečiai+BD įsėlis- vasariniai miežiai;

A+RD-VK-VM – avižos+RD įsėlis -vasariniai kviečiai- vasariniai miežiai;

A+RD-VK+GGM-VM – avižos+RD įsėlis -vasariniai kviečiai+GGM- vasariniai miežiai;

ŽAM-VK-VM – avižių ir žirnių mišinys -vasariniai kviečiai- vasariniai miežiai;

Ž-VK-VM – žirniai -vasariniai kviečiai- vasariniai miežiai;

RD-VK-VM – RD užimtame pūdyje -vasariniai kviečiai- vasariniai miežiai;

Mūsų tyrimai parodė, kad RD žaliojo pūdyje įtraukimas į sėjomainą kartą per tris metus, sumažino prekinę produkciją sėjomainoje ir buvo ekonomiškai nepalankus. Daugelis gerinimo priemonių (organinės trąšos, pupinių žolių įsėlis, augalų liekanos, žaliasis pūdymas) yra daugiavertės priemonės ir jų pasirinkimas priklauso nuo vietos sąlygų ir poreikio.

Kuo ilgiau įterpta organinių medžiagų masė išbus dirvoje, tuo didesnė tikimybė kad dalis organinių medžiagų humifikuosis. Daugiausiai dirvožemio organinės anglies nustatyta naudojant dvi skirtingas gerinimo priemone pupinių žolių įsėlių ir GGM. Tai galima paaiškinti, kad labilios pupinių

augalų biomasės skilimas padidina mikrobu likučius, kurie yra chemiškai surišti su mineraline dirvožemio dalimi, todėl padidėja dirvožemio organinės medžiagos stabilumas. Šios priemonės gali pakeisti RD auginimą pagrindiniame pasėlyje (žaliąjį pūdymą) ir sumažinti ir prekinės produkcijos praradimą. Trąšai naudojant mėšlą didėja dirvožemio organinė anglis/humusas. Dirvožemio organinė anglis yra dinamiškas dydis, trys metai yra per trumpas tyrimų laikotarpis įvertinti jos kitimą. Tolesnis organinės anglies kitimas priklausys nuo taikomų technologijų, jų intensyvumo.

AUGALŲ KAITOS IR KITŲ AGRO-TECHNOLOGINIŲ PRIEMONIŲ SĄVEIKOS

Maisto medžiagų ciklas ir dirvožemis. Tvarus dirvožemio derlingumo valdymas reikalauja, kad nebūtų dirvožemis alinamas, maistinių medžiagų išnešimas su derliumi turėtų būti atstatomas. Ekologinio ūkininkavimo sistemose dirvožemio derlingumas ir biologinis aktyvumas turėtų būti palaikomas ir didinamas daugiakomponentės sėjomainos, įtraukiant pupinių augalų biologinio azoto fiksavimą (BNF), ir gyvulių mėšlo arba kitų organinių medžiagų naudojimu, pageidautina iš ekologinės gamybos.

Nemenkas rūpestis ūkininkaujantiems, kaip užtikrinti tvarų maisto medžiagų apsirūpinimą ekologiniams ūkiams ateityje, ypač specializuotose, augalininkystės ir mišraus ūkio sistemose, kuriose yra dažni maistinių medžiagų trūkumas arba disbalansas (Reimer ir kt., 2020c; Möller 2018). Nors biologinio azoto naudojimo didinimas yra galimybė užtikrinti azoto (N) tiekimą tam tikru mastu, tačiau tuomet reikia skirti daugiau žemės pupiniams augalams, o tuomet jie potencialiai konkuruoja su kitais augalais arba kita žemės paskirtimi (Döring ir Neuhoff, 2021). Barbieri ir kt. (2021) konstatuoja, kad daugelyje pasaulio regionų ekologinio ūkininkavimo plėtra gali būti paliesta didelio N deficito. Be pupinių augalų N kiekio didinimo, potencialas padidinti azoto ir kitų svarbių maistinių medžiagų pasiūlą naudojant išorinius išteklius ekologinio ūkininkavimo sistemose gali būti problemiškas. Pirma, optimalų įvairių atliekų panaudojimą riboja ekologinio ūkininkavimo taisyklės, o antra, potencialas gali būti apribotas dėl išteklių sudėties ir apimtys neaiškumo (Løes ir Adler 2019). Turi atsirasti sprendimai išplečiantys įvairių organinių medžiagų pasiūlą, kitaip sunku tikėtis didesnės ūkio produkcijos ir geresnio žemės naudojimo efektyvumo ateities ekologinio ūkininkavimo sistemose (Reimer et al., 2023).

Pupiniai augalai auginami tam, kad paspartinti azoto ir kitų maisto medžiagų apytaką ir ciklus bei padidinti šių maisto medžiagų prieinamumą kitiems sėjomainos augalams (Preissel et al., 2015). Tai padeda subalansuoti augalų maisto medžiagų poreikius ir išvengti dirvožemio išsekimo (Darnhofer et al., 2010). Augalininkystės ar mažai gyvulių turinčiuose ūkiuose pupinių N yra sėjomainos pagrindas, todėl svarbu žinoti jų auginimo ir saugaus panaudojimo galimybes. Organinių trąšų/augalų liekanų azotas visada yra tam tikrame santykiyje su organine anglimi. Todėl N atpalaidavimas vyksta lėtai, nors

N nuostoliai iš organinių trąšų ne augalų vegetacijos metu taip pat yra galimi (ypač lengvose dirvose). Azoto atpalaidavimas iš pupinių augalų masės, augalų liekanų, organinių ar žaliųjų trąšų priklauso nuo jų masės ir kokybės (C:N). Tikslas, kuriuo pupiniai gali būti įtraukti į ekosistemą, gali būti skirtingi (Doltra, Olesen, 2013; Nemecek ir kt., 2015), tačiau svarbiausias dalykas yra kuo geriau išnaudoti jų privalumus ir sumažinti neigiamą poveikį aplinkai.

Pupinių žolių antžeminės masės panaudojimo technologijos.

Pupinių žolių įsėlis. Ekologiniuose ūkiuose pupiniai augalai suteikia daugybę galimybių tobulinti sėjomainas, modernizuoti augalų auginimo technologijas. Vienas iš sprendimo būdų yra pupinių žolių įsėlis į javus (McKenna ir kt., 2018). Žolių įsėliui tinka auginti baltuosius dobilus, esparcetus, barkūnus, liucernas, gargždenius, raudonuosius dobilus, rausvuosius dobilus arba jų mišinius su miglinėmis žolėmis, kur pupiniai yra vyraujantys augalai. Įsėliui labiau tinka trumpesnės vegetacijos žolės (įvairių rūšių dobilai, barkūnai). Tyrimai, parodė, kad tam geriau tinka pupinės žolės kartu su miglinėmis (kai vyrauja pupinės) nei gynos. Pupinės ir miglinės žolės, augdamos kartu, geriau pasisavina maisto medžiagas. Pupinės žolės tik nedidelę dalį azoto ima iš dirvožemio ($\approx 1/3$ viso sukaupto kiekio), todėl, vykstant intensyviems mikrobiologiniams procesams, dirvožemyje kaupiasi mineralinis (laisvas) azotas. Mišinyje augančios miglinės žolės kuo puikiau sunaudoja šį azotą. Nauda yra ir pupinėms žolėms: dirvožemyje, kuriame yra mažai laisvo azoto, padidėja azoto fiksacija. Tyrimų duomenimis, pupinių ir miglinių žolių mišinys (požeminė ir antžeminė masė) azoto sukauptė nežymiai mažiau 54–70 kg/ha, o kalio – 13–22 kg/ha daugiau, palyginti su grynu pupinių žolių pasėliu. Kitas pupinių ir miglinių žolių privalumas yra tas, kad mažesnis jų antžeminės masės skaidymosi intensyvumas, palyginti su grynų pupinių žolių mase, mažesni N nuostoliai ne vegetacijos metu.

Auginant įsėlius svarbu suprasti, kad tarp pasėlio pagrindinių ir įsėlio augalų vyksta konkurencija. Tai yra vienas iš daugelio ekologinių procesų, formuojančių augalų bendrijos sudėtį, kitimo dinamiką ir produktyvumą. Dažniausiai (augalininkystės ūkiuose) javų dominavimas prieš pupines žoles yra būtinas, kad būtų išvengta jų derliaus nuostolių. Javų ir pupinių žolių įsėlio konkurenciją galima reguliuoti tinkamai parinkus (pagal poreikį t. y. kam teikiama pirmenybė javams, ar žolėms): augalų rūšis, sėklos normą, sėjos laiką ir būdus. Pagal konkurencingumo mažėjimą vasarinių javų rūšys išsidėsto tokia tvarka: avižos > kvietrugis > kviečiai > miežiai. Svarbu atsižvelgti ir į konkrečios veislės ypatumus. Veislės, turinčios didesnę krūmijimosi koeficientą ir augesnės, pradeda stelbti anksčiau, neleidžia žolėms sparčiai vystytis ir augti. Bręstant javams (liepos mėnesį) gelstant ir džiūstant javų lapams, skverbiantis šviesai gilyn į pasėlį, duodamas impulsas pupinėms žolėms augti (7 pav.). Tyrimai parodė, kad vienmečiai dobilai (sėklos norma 6-8 kg/ha) buvo atsparūs konkurenciniam avižų spaudimui (Gecaitė ir kt., 2021). Daugiamečių pupinių žolių ir vasarinių javų vegetacijos laikotarpiai sutampa tik iš dalies: pupinių maisto elementų pasisavinimo intensyvumas sustiprėjo

pradėjus avižoms bręsti ir sumažėjus jų maisto medžiagų poreikiui. Mažinant javų sėklos normą 20 % ir didinant pupinių žolių (iki 12-15 kg/ha), galima sustiprinti pupinių žolių augimą, konkurencinį spaudimą javams ir padidinti žalios masės derlių. Kritulių kiekis antroje vasaros pusėje, gali labai sustiprinti pupinių žolių augimą, todėl mažės javų produktyvumas, blogės derliaus dorojimo sąlygos.



7 paveikslas. Konkurencingas avižų pasėlis su raudonųjų dobilų įsėliu (a) ir pasėlį raudonųjų dobilų įsėlis (b).

Aplinkos kintamieji, tokie kaip dirvožemio tipas, kritulių kiekis ir pasiskirstymas auginimo sezono metu ir dienos trukmė, taip pat turi įtakos pupinių žolių biomasės kaupimuisi. Daugiamečių pupinių žolių įsėlio antžeminė masė intensyviau pradeda augti tik po javų derliaus nuėmimo. Šiuo laikotarpiu formuojasi pagrindinė pupinių žolių antžeminė masė (13 lentelė). Vienmečių dobilų antžeminė masė dažniausiai yra nupjaunama, kuliant javus, vėlesnis jos atžėlimas kai kurių rūšių buvo ribotas (rugsėjo mėnesį antžeminė masė siekė 437-513 kg/ha). Drėgmės trūkumas šiuo laikotarpiu gali tapti antžeminės masės augimo rizikos veiksniu. Mūsų tyrimų duomenimis, pupinės žolės pagal mažėjančią antžeminę masę dažniausiai išsidėsto taip: raudonieji dobilai > baltieji dobilai > apyninės liucernos. Pirmų augimo metų antžeminėje masėje sukauptas maisto medžiagų kiekis tarp pupinių žolių mažai skyrėsi, sukauptas maisto medžiagų kiekis kg/ha, priklausė nuo žolių derlingumo.

13 lentelė. Pupinių žolių antžeminė masė kg/ha SM

Pupinės žolės	Auginimo būdas	
	su javų antsėliu*	be antsėlio
Raudonieji dobilai	2269	4467
Baltieji dobilai	1495-2023	3241-3451
Apyninės liucernos	1234-1404	2318-2667

*- masė nustatyta rugsėjo pabaigoje

Pupinių žolių vertę pirmiausiai apsprendžia fiksuoto iš atmosferos azoto tiekimas. Tačiau tai nėra vienintelis ‚darbas‘, kurį šios žolės atlieka. Pupinių žolių masės įterpimas ne tik padidina sėjomainos augalų derlių, bet gali turėti įtakos dirvožemio organinei medžiagai. Daugelyje tyrimų

nustatyta, kad pastovus augalų masės įterpimas gali padidinti dirvožemio organinės medžiagos (organinės anglies, humuso) kiekį ilguoju laikotarpiu. Organinės anglies kiekis dirvožemyje priklauso nuo balanso tarp organinės anglies, įterptos su augalų liekanomis ir organinėmis trąšomis ir anglies nuostolių, skaidantis įterptai augalų masei ir dirvožemio organinei medžiagai konkretaus ūkio sąlygomis. Organinių medžiagų kaupimasis priklauso nuo daugelio veiksnių: įterptos augalų masės ir kokybės (i), dirvožemio savybių ir jame sukaupto organinės anglies kiekio (ii), augalų masės įterpimo būdo (iii), metų meteorologinių sąlygų (iv) ir kt. Dėl lėtesnio skaidymosi miglinių žolių masė labiau padidina dirvožemio organinės anglies kiekį nei pupinių žolių. Skirtingų rūšių augalų mišinių masė gali padidinti šį rodiklį labiau nei vienos rūšies augalų masė. Šiuo atžvilgiu taip pat yra vertingesnė požeminė augalų (šaknų) masė nei antžeminė.

Pupinių žolių įsėlio masė yra turtinga azoto ($N > 2,5\%$), turi siaurą C ir N santykį (13-16:1), todėl linkusi labiau mineralizuotis nei humifikuotis. Dėl to, po jos įterpimo kitais metais galime pastebėti ryškų augalų derliaus padidėjimą. Įterpus tokią masę arimo metu, ji pradeda skaidytis jau rudenį, didėja dirvožemyje laisvo (mineralinio) azoto kiekis. Ne augalų vegetacijos metu (lapkritis-kovas) šį azotą augalai nepasisavina, todėl galimi jo nuostoliai (ypač lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemiuose). Pavykus šį azotą išlaikyti iki pavasario galima gauti nemažą derliaus priedą (0,5-1,0 t/ha). Tačiau tai yra tik trumpalaikis sprendimas. Ją įterpus kartus su šiaudais, mikroorganizmai dalį atsipalaidavusio azoto sunaudoja šiaudų skaidymui, todėl jo perteklius ne augalų vegetacijos laikotarpiu nėra toks ryškus (8 pav.). Šis mikroorganizmų surištas azotas vėliau atpalaiduojamas ir gali būti sunaudotas augalų arba įjungtas į patvarius dirvožemio organinius junginius (formuojasi humuso medžiagos).



8 paveikslas. Dažniausiai pasitaikantis raudonųjų dobilų masės skaidymosi intensyvumas (pagal N_{min.}), įterpus masę rudenį arimo metu

Pupinės žolės augdamos gali reguliuoti dirvožemio temperatūros ir drėgmės režimus, mažinti eroziją, nuotėkį ir išplovimą, slopinti piktžolių plitimą, nutraukti kenkėjų ir ligų vystymosi ciklus. Pupinių žolių įsėlis suteikia galimybę sušvelninti dirvožemio degradacijos padarinius kintant klimatui,

sumažinti augalų auginimo sąnaudas ir sustiprinti atsparumą aplinkos poveikiui/stresui. Todėl žolių įsėlis turėtų kasmet „suktis“ kartu su sėjomainos augalais.

Pupinių žolių antžeminės masės mulčas. Augalininkystės ūkiuose pupinių žolių auginimą pagrindiniuose pasėliuose riboja ekonominiai, biologiniai ir ūkiniai veiksniai. Siekiant padidinti pupinių žolių panaudojimą augalininkystės ir daržininkystės ekologiniuose ūkiuose diegiamos naujos pupinių žolių antžeminės masės panaudojimo žaliajai trąšai sistemos: „pjauti ir kurti“ ,“ pjauti ir pervežti“, „gyvo“ ir „negyvo“ mulčio technologijos ir kt. (Iqbal ir kt., 2020). Plinta dvinariai javų pupinių žolių pasėliai, kai javai sėjami į pupines žoles jų neišarus. Todėl inovatyvių pupinių javų/žolių technologijų taikymas augalininkystės ūkiuose yra suvokiama kaip įmanoma alternatyva ekologiniams gyvulininkystės ūkiams.

Augalininkystės sistema su paviršiniu mulčiavimu yra ne mažiau efektyvi azoto atžvilgiu nei dauguma kitų sistemų, pagrįstų organinėmis trąšomis (Moyo ir kt., 2016). Ankštinių augalų mulčio masė greitai mineralizuojasi, tačiau suiręs azotas vėl surišamas su intensyviai augančiomis daugiamečėmis žolėmis arba įterpiamas į dirvos organinius junginius. Tuo metu mikrobiologinis aktyvumas padidėja viršutiniame dirvožemio sluoksnyje, kur aptinkama organinės anglies sekvestracija. Azoto grįžimas į maistinių medžiagų ciklą priklauso nuo ankštinių augalų masės, jo C: N ir mulčiavimo laiko bei dažnumo (Vincent-Cabaud ir kt., 2019). Mulčio virsmo procesai spartėja didėjant masės sąlyčiui su dirvožemiu (McKenna ir kt., 2018), kiti mokslininkai siūlo „gyvą mulčią“ (Cougnon ir kt., 2022). Tyrimai parodė, kad azoto nuostoliai dėl mulčio galimi dėl denitrifikacijos ir N išplovimo (Vincent-Cabaud ir kt., 2019; Freyer ir kt., 2023), kuriems įtakos turi taikomi agronominiai metodai.

Daugiausiai naudos bus daugiamečes pupines žoles auginti du metus: pirmais - įsėti į javus (auginti su antsėliu), antrais - kaip pagrindinį pasėlį. Laikotarpio po javų derliaus nuėmimo pakanka žolėms išsivystyti ir užaugti. Kuliant javus, šiaudai gali būti susmulkinti ir paskleisti ant įsėlio. Augalininkystės ūkiuose paliekant daugiamečių žolių įsėlį kitiems metams kaip pagrindinį pasėlį, susiduriama su antžeminės masės panaudojimo problema. Yra atlikta nemažai tyrimų, kurie rodo, kad trąšai įterpta šviežia pupinių žolių antžeminė masė (pvz., atolas) greitai skaidosi, todėl galimi azoto nuostoliai rudens–žiemos–pavasario laikotarpiu, ypač lengvose dirvose. Todėl atlikti tyrimai pupinių žolių ir jų mišinių antžeminę masę naudojant trejopai: - išvežta iš lauko (pjauta du kartus), - naudojota kombinuotai (pirmos pjūties žolė išvežta iš lauko, antros ir trečios – mulčiuota, - visa mulčiuota (4 kartus) (Arlauskienė ir kt., 2020).

Tyrimai rodo, kad per vegetaciją susiskaido pusė mulčio masės. Skaidymosi metu atsipalaidavusį azotą sunaudoja atželiančios žolės (labai efektyviai šį azotą naudoja pupinių ir miglinių žolių mišinys), jis sujungiamas mikroorganizmų biomasėje ar įtraukiamas į organinius dirvožemio junginius. Reikia žinoti keletą mulčiavimo ypatumų. Po kiekvieno mulčiavimo sumažėja pupinių augalų azoto fiksacija,

ji atsinaujina žolėms vėl atžėlus – taigi po 10–22 dienų. Be to, dažnas mulčiavimas gali susilpninti šaknų augimą, mat kol augalas atželia, dalį maisto medžiagų ima iš šaknų. Auginant grynus pupinių žolynus, jų visą antžeminę masę mulčiuojant, į dirvožemį patenka 5 700–8 200 kg/ha SM masės ir su ja daugiau kaip 200 kg/ha azoto, neskaičiuojant šaknų azoto (14 lentelė).

Augalų antžeminės masės skaidymosi intensyvumą parodo dirvožemio mineralinio azoto kiekis ir jo kitimas. Jo taip pat neturi būti per daug, ypač ne augalų vegetacijos laikotarpiu. Geriausios javų, augintų po žaliųjų trąšų, įterpimo, mitybos sąlygos būna tada, kai laisvo azoto padaugėja pavasarį, prasidėjus intensyviai javų augimui, ir sumažėja rudenį, po jų derliaus nuėmimo. Tačiau dėl meteorologinių sąlygų žolių augimo metu, ilgo ir šilto rudens, liūčių, dažno atšilimo žiemą ne visada taip yra. Tyrimo duomenimis, dvejus metus iš trejų vasarą mulčiuota pupinių žolių masė ir vėliau ariant įterpta žiemkenčiams dirvožemyje gerokai padidino mineralinio azoto kiekį vėlai rudenį. Ši antžeminės masės panaudojimo būdą vertėtų naudoti išplitus daugiamečiams piktžolėms. Paskutinį mulčiavimą galima pakeisti skutimu.

14 lentelė. Organinio azoto kiekis, sukauptas augalų antžeminėje masėje ir šaknyse, kg/ha

Augalų antžeminė masė	Panaudojimo būdas		Augalų šaknys
	kombinuotas	mulčiavimas	
Raudonieji dobilai	148–153	211–269	126–195
Raudonųjų dobilų ir eraičinsvidrių mišinys (2:1)	100–114	177–238	125–160
Margažiedės liucernos	149–172	216–250	129–202
Margažiedžių liucernų ir eraičinsvidrių mišinys (2:1)	116–160	159–195	113–166

Aplinkosauginiu požiūriu saugesnis būdas yra kombinuotas pupinių ir miglinių žolių mišinio antžeminės masės panaudojimas. Todėl, kad įterpiama palyginti nedaug azoto. Žolių mišinio masės kokybiniai rodikliai ($C/N = 21 - 23$ ir lignino: $N = 8 - 11$) artimesni humusui susidaryti. Ekologinėse sėjomainose turėtume įterpti mažesnę kiekį organinio azoto ir dažniau. Tai galima pasiekti iš augalų antžeminės masės gaminant trąšas (kompostą, žolių granules). Taip išsiplėstų daugiamečių pupinių žolių antžeminės masės panaudojimo galimybės – galima jas naudoti kitais metais, kitame lauke ir t. t.

Pupinės žolės ir jų mišinys su eraičinsvidrėmis (kaip priešėliai) grūdų derlių padidino atitinkamai 1,8 ir 1,5 kartus, palyginti su miglinių priešėliu – eraičinsvidrėmis. Tačiau didėjant derliui, dirvožemyje mažėjo judriųjų fosforo ir kalio. Kaip greitai dirvožemyje sumažės fosforo ir kalio, priklauso nuo daugelio dalykų. Spartesnę dirvožemio maisto medžiagų mažėjimą gali lemti dirvožemio papildymas maisto medžiagomis prieš pradėdant ekologiškai ūkininkauti, gaunami gausūs derliai. Dalį kalio grąžiname į dirvožemį su šiaudais, žaliosiomis trąšomis, mėšlu, o fosforas sudaro daugiausiai

problemų. Daugiamečių pupinių žolių ar jų mišinių su miglinėmis auginimas didina azoto ir anglies (humuso) kiekį dirvožemyje.

Tyrimai parodė, kad daugiamečių pupinių ir miglinių žolių mišinys geriau stebė piktžoles negu grynas pupinių žolių pasėlis. Po daugiamečių pupinių žolių auginant žeminius javus, jie gerai išnaudojo sukauptas maisto medžiagas ir gerai konkuravo su piktžolėmis (pastarųjų skaičius ir masė buvo nedideli). Per dvejus javų auginimo metus didesnis piktžolių skaičius ir masė buvo javus auginant po margažiedžių liucernų, palyginti su kitais priešėliais.

Dvinariai/daugianariai pasėliai. Paskutiniu laikotarpiu daugelis pasaulio ir Europos šalių tyrėjų akcentuoja šiuos technologinius elementus ir jų derinius, turinčius įtakos ekologinių paslaugų intensyvinimui ir žemdirbystės sistemų tvarumui: “erdvinis pasėlių įvairinimas”, “dirvožemį gerinančių augalų auginimas” ir “dirvų dirbimo intensyvumo sumažinimas”. Ekologinis žemės ūkis remiasi ekologiniais procesais, ciklais ir sistemomis, kurie tiesiogiai įtakoja ekosistemų paslaugas, pvz., biologinio azoto fiksaciją, dirvožemio anglies sekvestravimą, maistinių medžiagų apytaką, augalų apdulkinimą, biologinę žaldarių kontrolę ir t.t. Jeigu augalų rūšių auginama daug, augalai teisingai surikiuoti laike ir erdvėje, jie gali prisidėti prie dirvožemio derlingumo (gyvybingumo) palaikymo, išlaikyti augalų produktyvumą. Augalų įvairovė laike yra vykdoma per sėjomainą ir augalų sekas. Tačiau mažai dėmesio yra skiriama erdviniam pasėlių įvairinimui t. y. tarpinių, daugianarių pasėlių technologijoms, daugiamečiams želdiniams ir t.t.

Daugianarių pasėlių formavimasis, kai daugiau kaip vienas augalas auginamas tame pačiame lauke, paremtas ekologiniais principais ir ekologinių paslaugų atkūrimu ir intensyvinimu. Dvinarių pasėlių nauda pasireiškia per skirtingą augalų rūšių konkurenciją (geresne nišų diferencijacija, resursų pasidalijimu, piktžolių kontrole), įvairovę (ligų ir kenkėjų kontrole), pagalbą (fizinė atrama, išskyrimas azoto ir alelochemikalų, rizosferos modifikacija), asocijuotą įvairovę (buveinės natūraliems apdulkintojams, augalų liekanų ir dirvožemio mikroorganizmų įvairovė). Dvinarių pasėlių inovatyvumas yra tame, kad didinant augalų įvairovę ne tik laike, bet ir erdvėje sudaromos sąlygos ekosistemų paslaugoms intensyvinti, todėl gerėja maistingųjų medžiagų cikliškumas ir įsisavinimas, išlaikomas dirvožemio derlingumas, optimizuojasi kenksmingų organizmų plitimas, stabilizuojasi augalų produktyvumas, gerėja produkcijos kokybė, mažėja neigiama įtaka dirvožemiui ir aplinkai. Dvinariais pasėliais galima valdyti tokius globalius nepageidautinus reiškinius kaip biologinės įvairovės mažėjimas, šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimas ir kt. Šių pasėlių auginimas grindžiamas agronomijos, augalų fiziologijos ir ekologijos žinių visuma. Apibendrinus literatūroje pateiktus tyrimus, galima teigti, kad dvinarių pasėlių privalumai yra tokie (1) didesnis bendras produktyvumas, (2) geresnė ligų ir kenkėjų kontrolė, (3) ekologinių paslaugų stiprinimas ir (4) didesnis pasėlio ekonominis rentabilumas.

Tiesioginė sėja. Pasirinktos pupinių žolių auginimo technologijos lemia N prieinamumą, jo išnaudojimo efektyvumą, augalų produktyvumą ir įtaką aplinkai. Daugelis pupinių augalų žaliųjų trąšų turi didelę greitai mineralizuojamą organinių medžiagų frakciją ir trumpalaikį poveikį. Netinkamai panaudojus turtingas N žaliasias trąšas ekologiniuose ūkiuose, kaip ir įprastiniuose, galimi nuostoliai: N išplovimas, nuplovimas, denitrifikacija ir kt. nuostoliai. Kita vertus, panaudotos organinės trąšos su aukštu organinių N junginių mineralizacijos lygiu lemia nemažą derliaus priedą ir gali įtakoti humuso, fosforo ir kitų maisto medžiagų mažėjimą dirvožemyje. Lietuvoje daugelis tyrimų paremti netiesioginiu N perdavimo iš pupinių žolių migliniams javams t. y. po to kai pupinės žolės išsiriamos. Todėl ne visada pavyksta užtikrinti efektyvų pupinių augalų N panaudojimą sėjomainoje.

Augalų masės skaidymosi intensyvumą galima valdyti žemės dirbimu. Nustatyta, kad taikant tiesioginę sėją kaupiasi daugiau organinės anglies (dažniausiai viršutiniame dirvožemio sluoksnyje), nei augalų liekanas apariant. Ekologinėse žemdirbystės sistemose dažniausiai taikomas tradicinis dirvų dirbimas, supaprastintas žemės dirbimas arba tiesioginė sėja naudojama nedaug, vengiama neigiamos įtakos augalų derlingumui ir piktžolių plitimui (teigia, kad derinant sėjomainos augalus su supaprastintu žemės dirbimu (ypač tiesiogine sėja) galima ženkliai padidinti dirvožemio našumą. Derlinguose dirvožemiuose beariminis žemės dirbimas neatsilieka nuo ariminio žemės dirbimo užtikrinant stabilią produkciją ekologinio ūkininkavimo sąlygomis (Niether et al., 2023). Lengvesnėse dirvose reikia daugiau laiko, jog privalumai išryškėtų (van Balen et al., 2023). Pagrindinis tiesioginės sėjos (be žemės dirbimo) elementas yra nuolatinis dirvožemio padengimas augalų išėliu arba dideliu augalų liekanų (mulčio) kiekiu. Modeliuojant tiesioginę sėją, parenkant sėklų išdėstymo būdą (juostinį, pakriką), tarpueilių plotį galima iš esmės pakeisti augalų šaknų išsidėstymą dirvožemyje ir augalų mitybą, tarpueilių plotis lemia padidintą N fiksaciją ir N atsargas. Mulčio fiziniai ir cheminiai rodikliai, pjovimo laikas, dažnumas arba šaknų pakirtimas yra svarbūs veiksniai mažinant kultūrinių augalų ir didinant piktžolių stelbimą. Pagrindinis supaprastinto žemės dirbimo motyvas yra geresnė dirvožemio kokybė ir mažesnės darbo ir energetinės sąnaudos. Keičiantis dirvožemio drėgmės atsargoms, temperatūrai, aeracijai ir augalų liekanų paskirstymui, keičiasi ir mikroorganizmų rūšinė sudėtis, aktyvumas ir sąveika bendrijų lygmenyje ir jų atliekamos funkcijos. Pasirinkta žemės dirbimo sistema įtakoja dirvožemio fizikinę ir cheminę aplinką – mažėja azoto nuostoliai, P ir K nusiplovimas, didėja dirvožemio organinių medžiagų atsargos ir kt. Tai turi tiesioginę ir netiesioginę įtaką augalų produktyvumui. Dauguma dirvožemių organizmų grupių yra gausesnės ir turi didesnę biomasę taikant bearimą žemės dirbimą nei tradicinį. Nustatyta, kad dirvožemio makrofauna yra jautresnė dirvos arimui nei mikrofauna.

Tiesioginei sėjai mažiausiai jautrūs aliejiniai ir ankštiniai augalai. Šis sėjos būdas mažiausiai neigiamos įtakos turėjo kviečiams, labiausiai – kukurūzams (ypač vėsnio klimato zonose) (Zikeli ir kt., 2017). Augalų derliaus sumažėjimas pirmaisiais tiesioginės sėjos metais yra siejamas su dirvožemio savybių stabilumo padidėjimu ir dirvožemio savybių gerėjimu (tokių kaip dirvožemio C, struktūrinių agregato stabilumo padidėjimas ir kt.), kuriems susiformuoti reikia laiko (Krauss ir kt., 2020). Apibendrinti duomenys rodo, kad taikant tiesioginę sėją augalų derlius buvo panašus į augintų taikant ariminę technologiją derlių po 5 ir daugiau metų (Pittelkow ir kt., 2015). Be to, dirvos sutankinimas gali slopinti šaknų augimą, taip pat užkirsti kelią tinkamam drenažui ir dirvožemio aeravimui, palyginti su įprastine žemės dirbimo praktika. Kuo ilgiau bus taikoma tiesioginė sėja, tuo labiau didės derlius ilgalaikėje perspektyvoje. Sauso klimato sąlygomis tiesioginės sėjos privalumai yra ryškesni, drėgno – vanduo greičiausiai nėra pagrindinis augimą ribojantis veiksnys, o kiti veiksniai, tokie kaip piktžolės, kenkėjai ar ligos, tampa proporcingai didesni derliaus mažėjimo veiksniai. Organinės trąšos rodo, kad kai jos dedamos ant dirvos paviršiaus be įterpimo, N gali arba nepasiekti augalų, arba jis yra labiau linkęs į nuostolius, palyginti su įprastu trąšų įterpimu ariant, todėl integruota N valdymo praktika turi privalumų (Pittelkow ir kt., 2015).

Dirvožemio gyvybingumas priklauso nuo sudėtingų biologinių - fizinių ir biologinių - cheminių procesų, kurie sąveikauja erdvėje ir laike, ir jei jie yra valdomi efektyviai, auginami augalai iš dirvožemio gali veiksmingai naudoti maistingąsias medžiagas ir vandens išteklius. Dirvožemio derlingumas dažniausiai įvertinamas pagal poveikį augalų derliui. Kiekvienas ūkininkas turi daug galimybių paveikti dirvožemio gyvybingumą ir optimizuoti jo biologinį derlingumą. Tačiau ūkininkams nepakanka žinių apie konkrečios dirvožemio naudojimo praktikos įtaką dirvožemio biologinei įvairovei ir jos teikiamoms paslaugoms. Todėl labai svarbu įvertinti ekologinių ūkių pasėlių diversifikaciją ir jos padarinius įvairių scenarijų lygmenyje ir kurti sąlygas tvariai ateities ekologiškai žemdirbyste.

Augalinės kilmės tręšiama biomasė/organinės trąšos. Dažnai tyrėjų ir praktikų pastebima, jog azotas patenkantis į dirvožemį per augalines liekanas ar žaliąsias trąšas nėra efektyviai išnaudojamas vėliau auginamų sėjomainos augalų, todėl padidėja nitratų išplovimo ir N₂O emisijų rizika. Pupinių žolių biomasės panaudojimo trąšai tvarumą, vertę lemia biomasės azotingumas ir jos įterpimo laikas bei būdas (15lentelė). Tai taip pat labai priklauso nuo dirvožemio turtingumo maisto medžiagomis, mineralinio azoto (N_{min}) koncentracijos dirvožemyje, naudojamų organinių trąšų kokybės, skilimo greičio, įterpimo gylio ir dirvožemio faunos ir be jokios abejonės nuo susiklostančių palankių ar nepalankių oro sąlygų veikiančių visus šiuos procesus.

15 lentelė. Organinių trąšų vertė ekologinės gamybos ūkiuose

Organinių trąšų gamybos ir panaudojimo aspektai aplinkos tvarumui
Papildomos dirvožemyje augalų sunaudotos maisto medžiagos, padidinamas humuso kiekis, <u>gyvybingumas ir pagerinamos kt. dirvožemio savybės.</u>
Auginamiems augalams lengviau subalansuoti NPKS poreikį, lengviau išvengti NPS pertekliaus.
Galima kontroliuoti N atsipalaidavimą (C/N) ir nuostolius (padidėjęs N_{min} ir dujinis N).
Organinių trąšų ruošimas/gamyba turi būti konservuojanti N.
Gerokai didesnės trąšų panaudojimo galimybės. Trąšos gali būti atiduodamos tiksliai pagal poreikį, panaudoti skirtingus įterpimo būdus (pagrindinis tręšimas, papildomas tręšimas, rudenį, pavasarį; pakrikas tręšimas, su sėkla ir t.t.).

Manoma, jog geresnį N efektyvumą galima pasiekti iš šiaudų, tarpinių pasėlių ar kitų augalų žalios biomasės gaminant silosą ar kompostus ir tik tuomet naudojant kaip organinę trąšą (16 lentelė). Problema: daugelis naudojamų žaliųjų trąšų turi trumpalaikį poveikį arba didelę greitai mineralizuojamą organinių medžiagų frakciją. Tręšiant organinėmis trąšomis, kurių mineralizacijos lygis yra labai didelis, dirvožemyje labai padidėja laisvo N_{min} . (dažnai ne augalų vegetacijos laikotarpiu). Priešingai naudojant organines trąšas su vidutiniu mineralizacijos lygiu (mėšlas) arba mažu (augalų kompostas), yra mažesnis N atsipalaidavimas, tačiau stabilus ir trunkantis ilgesnį laiką.

16 lentelė. Pupinių augalų biomasės panaudojimo trąšų gamybai palyginimas

Pupiniai javai	Pupinės žolės
Vidutinis N ir P kiekis kartu su mažu K kiekiu.	Subalansuotas maistinių medžiagų spektras (NPKS), mažas Na kiekis.
Vidutinis N atpalaidavimas panaudojimo metais.	Gerai tinka tiek lauko, tiek daržo (ir šiltnamiuose) augalams
Geriausiai tinka tręšimui N-reikliems pasėliams (javams). Mažiau tinka naudoti intensyviai auginamoms daržovėms.	Žolių fermentacija pagerina trąšų N pasisavinimo efektyvumą, nes sumažėja nuostoliai.
Naudojant trąšai daugiau dėmesio skirti maisto medžiagų (P) subalansavimui.	Kompostavimas sumažina tinkamumą dėl N- ir galbūt K nuostolių. Tai susiję su maisto medžiagų perėjimu į nepageidaujamą N / P santykį.

Sujungiant tris pagrindinius agronominius komponentus: (i) sėjomainos įvairinimą (su pašarinėmis pupinėmis žolėmis ar pupiniais javais), (ii) dirvožemio užimtumą tarpiniais pasėliais bei taikant sumažintą žemės dirbimą, (iii) ir organinių trąšų naudojimą galima subalansuoti ir potencialiai sumažinti neigiamą agronominį poveikį, tai yra dirvožemio ir augalų produktyvumo sumažėjimą.

Tarpiniai pasėliai. Šie augalai neužima atskiro sėjomainos lauko, o įterpiami sėjomainos rotacijoje tarp pagrindinių augalų. Tarpinių pasėlių įtraukimas į ūkininkavimo sistemas yra potencialus būdas išlaikyti pasėlių produktyvumą ir pasiekti daug naudos aplinkai (Vincent-Cabaud ir kt., 2017; Arlauskienė ir Šarūnaitė, 2023). Tarpinių pasėlių auginimo privalumai: nuėmus pagrindinių augalų derlių, greitai uždengia dirvos paviršių ir apsaugo nuo tiesioginio atmosferos reiškinių poveikio, mažina erozijos, maisto medžiagų išplovimo ir išdžiūvimo galimybę. Dirvožemio supurenimas įsėjant tarpinius pasėlius sukuria palankias sąlygas dygti ne tik tarpiniams pasėliams, bet ir paskatina dygti pabiras bei piktžoles. Sparčiai augant ir vystantis tankiam tarpiniam pasėliui, efektyviai stelbiama dygstančios piktžolės. Šie pasėliai papildoma dirvožemio organinių medžiagų atsargas. Be to, tarpiniam pasėliui galima panaudoti ne tik pupinius, bet ir kitų rūšių ir savybių augalus (lentelė 17).

17 lentelė. Tarpinio pasėlio augalų rūšių teikiama nauda

Privalumai	Trūkumai
Bastutiniai augalai	
Turi giliai į dirvą prasiskverbiančią liemeninę šaknį, pasižymi sparčiu pradiniu augimu, užaugina didelę antžeminę masę; po pagrindinių pasėlių surenka dirvožemyje likusį azotą, mažina dirvos tankį ir suslėgimą, labai gerai stelbia piktžoles; priklausomai nuo veislės, turi fumigacinių savybių, tinka pakrikai (išcentrinei) sėjai.	Mažai tinka ūkio sėjomainoms su bastutiniais augalais (pvz., rapsais); yra ilgos dienos augalai, anksti pereina į žydėjimo–brendimo tarpsnį ir kaupia medžiagas, kurių skaidymui mikroorganizmai iš dirvožemio ima azotą, todėl po jų auginamų augalų derlius gali sumažėti; šaknys nesudaro simbiozės su mikorizininiais grybais.
Pupiniai augalai	
Turi liemeninę šaknį ir pasižymi intensyviu šaknijimusi; azotą fiksuoja iš oro, gerai padengia dirvos paviršių (pupinės žolės), sudaro mikorizę su grybais; tinka nepupinių augalų mišiniams dėl biomasės skaidymo optimizavimo (susiaurina C/N).	Netinka sėjomainoms su didele dalimi pupinių augalų pasėlių struktūroje; pupiniai javai lėtai vystosi ir stelbia piktžoles; stambiasėkliams augalams reikia tinkamo sėklos guolio paruošimo, gilesnio sėklų įterpimo, jų antžeminė masė nėra didelė; pupinių augalų biomasės siauras C/N santykis gali lemti greitą skaidymąsi ir azoto atpalaidavimą.
Migliniai augalai	
Turi kuokštinę šaknų sistemą, intensyviai šaknijasi armenyje, gerina dirvožemio struktūrą, kaupia anglį; šaknys sudaro simbiozę su mikorizininiais grybais.	Gali būti kai kurių virusinių ligų pernešėjai, kai kurios svidrių rūšys peržiemoja.
Kitų šeimų augalai, pavyzdžiui, facelijos, grikliai, linai	
Nėra giminingi su dažniausiai auginamais augalais; grikliai ir facelijos pasižymi greitu pradiniu vystymusi ir augimu, lengviau nei kiti augalai įsisavina fosforą, pritraukia vabzdžius apdulkintojus; nereiklūs vandeniui ir maisto medžiagoms linai yra tinkamas komponentas mišiniams.	Grikliai netinka sojų ir cukrinių runkelių sėjomainose, facelijos – bulvių (dėl virusinių ligų plitimo).

Tarpiniam pasėliui pasirinkti augalai turi atitikti auginimo tikslą. Tinkamiausios yra patikrintos vietinės rūšys ir veislės. Augalų mišiniai yra geresnis pasirinkimas nei vienaarūšis tarpinis pasėlis.

Mišinio vertė priklauso ne nuo augalų skaičiaus, bet nuo kiekvieno komponento indėlio. Mišinio pagrindinę dalį (apie 50 proc.) turėtų sudaryti intensyviai augantys, padengiantys dirvą, užauginantys didelę masę augalai: baltosios garstyčios, aliejiniai ridikai, avižos, bitinės facelijos, taip pat augalai su skirtinga šaknų struktūra ir šaknų išsidėstymo gyliu dirvoje. Taip pat vertingi augalai yra tie, kurie pasižymi maisto medžiagų pasisavinimo ypatumais: fiksuoja azotą, sudaro simbiozę su mikorizės grybais, tirpdo mineralus, atpalaiduoja maisto medžiagas ir kt. Pasirinktų rūšių augalai turi skirtingas savybes ir naudą. Augalų parinkimas tarpiniam pasėliui priklauso ir nuo sėjomainos. Sėjomainai, kurioje auginami rapsai, tarpiniams pasėliams tinka grikliai, migliniai ir pupiniai augalai, linai. Tarpiniame pasėlyje reikia vengti pupinių augalų prieš pupinių javų auginimą. Mažiausiai apribojimų tarpiniam pasėliui yra javų sėjomainose. Renkantis augalus reikia atsižvelgti į sėjos laiką ir naudą. Jeigu javų šiaudai naudojami tręšimui, labai tinka mišiniai su pupiniais augalais. Jeigu daugiausia dėmesio skiriama dirvos purenimui, reikia rinktis giliai įsišaknijančius augalus, pavyzdžiui, ridikus, garstyčias, linus, pupas.

Lietuvoje augalų sudygimą gali riboti drėgmės trūkumas, o augimą – žema vidutinė paros temperatūra (<+5 °C). Reikia naudoti kokybišką sėklą, jos normą koreguoti (didinti), atsižvelgiant į dirvožemio ir meteorologines sąlygas. Tarpinio pasėlio augalų maisto medžiagų paėmimas iš dirvos ir biomasės prieaugis vyksta iki žydėjimo. Per anksti pasėtos garstyčios neretai labai greitai pereina į žydėjimo tarpsnį, tuomet nukenčia lapų ir šaknų masę. Tokių augalų masėje gausu sunkiai skaidomų junginių (lignoceliuliozės), jų anglies ir azoto (C/N) santykis yra platus (>20), be to, augalai išgarina daug drėgmės. Todėl anksti pradėjusio žydėti tarpinio pasėlio vegetaciją patartina nutraukti voluojant ar mulčiuojant.

Įterpta tarpinio pasėlio augalų masė (ypač ta, kurios C/N < 15) pradeda skaidytis po 6–8 savaičių. Dėl galimo maisto medžiagų nuostolio per žiemą tarpinio pasėlio biomasę verčiau įterpti kuo vėliau rudenį sekliai skutikliu nei aparti. Mažiausiai maisto medžiagų nuostolių yra, kai tarpinio pasėlio biomasė paliekama per žiemą nušalti ir įterpiama pavasarį arba taikoma tiesioginė sėja (lentelė 18). Nepupiniai augalai gebantys surinkti iš dirvos nepanaudotą azotą ne mažiau svarbūs kaip pupiniai. Pastaruoju metu aktualios jų auginimo derinyje su neariminiu žemės dirbimu technologijos. Tarpinio pasėlio masę galima palikti per žiemą stačią arba privoluoti – paguldyti. Per žiemą palikti statūs tarpinio pasėlio augalai dažnai nukečia nuo oro sąlygų, vėjo. Išdžiūvusiuose, sausuose stiebuose išgyvena mažai mikroorganizmų, todėl pavasarį šios dalys skaidomos lėčiau. Augalų dalis, esančias virš sniego, dažnai veikia temperatūra, krituliai, vėjas, todėl neišvengiama anglies ir azoto nuostolių (dažniausiai dujinių). Tarpinio pasėlio augalų masę rekomenduojama privoluoti, taip padidinant kontaktą su dirvožemiu. Volavimas skatina visišką pasėlių nušalimą, neleidžia sunokti sėkloms ir geriau išsaugo maisto medžiagas. Tarpinio pasėlio augalų masę galėtų būti mulčiuojama rudens pabaigoje arba pavasarį, kai

norima paskatinti maisto medžiagų išsiskyrimą, rekomenduojamą peraugusiai masei, arba palengvinti pavasario sėjos darbus.

18 lentelė. Tarpinio pasėlio vaidmuo azoto surinkimui iš dirvožemio ir iššilpavimo mažinimui

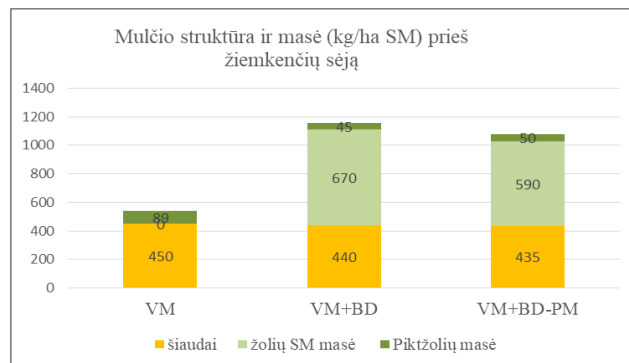
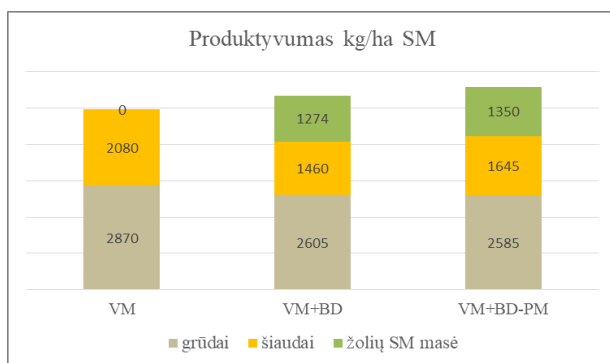
Rodiklis, sąlygos	Regionai	Šaltinis
Posėlis		
Rudenį sumažina N _{min} kiekį dirvožemio 0-60 cm sluoksnyje (bastutiniai ir augalų mišiniai)	Vakarų Lietuva – 37-42 %; Vidurio – 3-39 %; Šiaurės – 21–33 %; Pietų – 20–27 %	Tarpinių pasėlių auginimo rekomendacija 2024m.
Azoto sukaupta TP augalų biomaseje: (augalų mišiniai)	Vakarų – 20-32 kg/ha; Vidurio – 25-43 kg/ha; Šiaurės – 21–29 (58-84)* kg/ha; Pietų – 53 kg/ha	
(bastutiniai)	Vakarų – 37 kg/ha; Vidurio – 48 kg/ha; Šiaurės – 45 (83)* kg/ha Pietų – 87 kg/ha. *– labai palankūs TP metai	
Rudenį sumažina N _{min} kiekį dirvožemio 0-60 cm sluoksnyje (bastutiniai)	41,3% arba 18,4 kg ha ⁻¹	A.Arlauskienė ir kt., 2019
Nitratinio N iššilpimą sumažino: nepupiniai augalai nepupinių ir pupinių augalų mišiniai, kai jų biomase siekia nuo 4 iki 8 t SM ha ⁻¹	56% ekvivalentiškai nepupinių daliai mišinyje, tačiau daugiau nei pupiniai;	R. Thapa ir kt. , 2018
Išėlis		
Biomaseje sukaupta azoto (pupinės žolės)	dažniausiai 86,2–117,2 kg ha SM	A. Arlauskienė A., Šarūnaitė L., 2023
Rudenį sumažino N _{min} kiekį (pupinės žolės)	22,7%	
Rudenį sumažino N _{min} kiekį (pupinės žolės)	26,2% arba 11,7 kg ha ⁻¹	A.Arlauskienė ir kt., 2020
Rudenį sumažino N _{min} kiekį (miglinės žolės – svidrės)	36%	Valkama ir kt., 2015
Tarpiniai pasėliai per žiemą		
TP biomase palikta nušalti per žiemą, N _{min} kiekį sumažino (palyginti su biomase aparta rudenį)	Vakarų Lietuva – 53,7%; Šiaurės Lietuva – 10,7%; Vidurio Lietuva – 12,9%	Tarpinių pasėlių auginimo rekomendacija 2024m.
Azoto iššilpimas		
Pupinių augalų auginimas N iššilpimą padidina	24,7-33,2%,	Tripolskaja ir kt., 2023
Nepupiniai, jų mišiniai su pupiniais N iššilpimą sumažina	23 kg ha ⁻¹ arba 60%.	De Notaris ir kt.
TP N iššilpimą sumažino:	auginant kasmet 38-64%; auginant kas antri metai 21-39%	Vogeler ir kt., 2023

Tvarus išteklių naudojimas agroekosistemose ir galimai tinkamas jų valdymas, o taip pat taršos prevencija ar jos mažinimas yra viena pagrindinių ateities žemės ūkio siekiamybių. Visos ūkininkavimo sistemos vis dažniau susiduria su klimato ir ekonominiais sutrikimais, kurių eliminavimui turi atsirasti sprendimų kartu su maisto saugumo, socialinio gyvybingumo ir aplinkos kokybės klausimais.

Augalininkystės krypties ūkiai, nepaisant, ar tai būtų intensyvus ūkis, ar ekologinis, visuomet yra priklausomi nuo išorinių maistinių medžiagų naudojimo. Visų augalų augimui reikalingas mitybinis elementas yra azotas, o norint patenkinti daugumos jų poreikius, ūkininkai turi tręšti azoto trąšomis. Tačiau vis labiau aiškėja, kad įprastos mineralinės trąšos nėra tvarios – joms gaminti reikia daug energijos, jos eikvoja ribotus išteklius ir teršia aplinką. Nors ekologinės augalininkystės sistemos yra vertinamos dėl jų naudos aplinkai, visgi mažokai žinoma apie jų ilgalaikį poveikis azoto (N) ciklui dirvožemio-augalo-atmosferos sistemoje. Tačiau kai kurie tyrimai patvirtina, jog ariamos ekologinės sistemos ne visuomet turi mažesnę azoto perteklių ir mažesnius N nuostolius, o tai reiškia, jog ir ekologinėje žemės ūkio sistemoje reikia gerinti N naudojimo efektyvumą (Autret et al., 2020).

Miglinių javų ir daugiamečių pupinių žolių auginimas dvinariuose pasėliuose taikant juostinę sėją. Taikant supaprastintą žemės dirbimą dvinarių miglinių javų ir pupinių žolių technologijos demonstraciniai tyrimai įrengti ir vykdyti du metus Pasvalio rajono Joniškėlio kaime. 2018 metais į vasarinius miežius pavasarį buvo įsėtos daugiamečių pupinės žolės – baltieji dobilai (BD) ir baltųjų dobilų - pašarinių motiejukų mišinys (BD-PM). Po vasarinių javų derliaus nuėmimo – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, pupinės žolės – mulčiuotos. Žieminiai kvietrugiai (ŽKR) pasėti dviem būdais: taikant juostinį žemės dirbimo ir sėjos būdą pasėti į baltuosius dobilus ir baltųjų dobilų ir pašarinio motiejuko mišinį, taip suformuojant dvinarį pasėlį (BD+ŽKR). Palyginimui, greta atliktas tradicinis žemės dirbimas ir žieminių kvietrugių sėja: laukas suartas, po 2 savaičių kultivuotas kartu akėjant (2 kartus) ir pasėti javai eiline sėjamąja (ŽKR).

Pupinių žolių įsėlis sumažino miežių grūdų derlingumą 9,6%, palyginti su miežiais be įsėlio. Tačiau auginant pupinių žolių įsėlį bendras agrofitocenozės derlingumas buvo 7,9-12,7% didesnis nei be įsėlio (9 paveikslas). Pupinės žolės ir šiaudai suformavo vidutinio storio mulčio sluoksnį. Pupinių žolių įsėlis taip pat sumažino piktžolių masę.

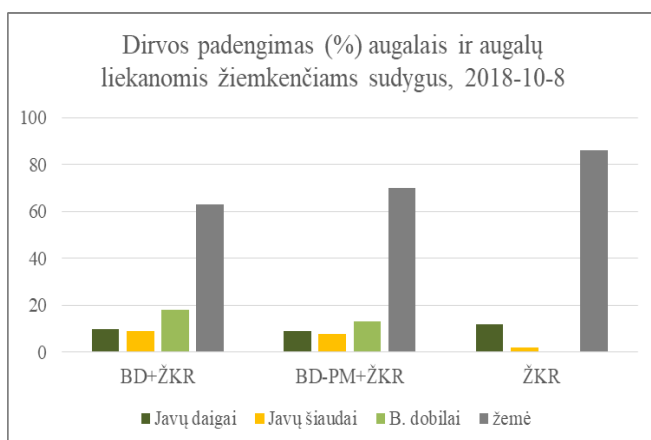


9 paveikslas. Vasarinių miežių su pupinių žolių įsėliu produktyvumas (kairėje) ir augalų liekanų mulčio masė (dešinėje), 2018 m.

Baltųjų dobilų antžeminėje masėje vasaros metu sukauptas N kiekis priklauso nuo žolių derlingumo. BD antžeminėje masėje buvo sukaupta 37,0 kg /ha N, 3,5 kg/ha P ir 24,4 kg/ha K. Pagrindinių maisto medžiagų balansas buvo teigiamas. Su vasarinių miežių šiaudais gražintas į dirvą N kiekis buvo nedidelis. Vasarinių miežių grūdų derlius buvo nedidelis, todėl su šiaudais gražinta į dirvą nedidelis maisto medžiagų (NPK) kiekis (19 lentelė). Dvinariame žolių-javų pasėlyje į dirvą įterpta gerokai daugiau NPK. Auginant dvinarį pasėlį į dirvą grįžo 52,5% N, 34,7% P ir 61,5% K. Spalio pradžioje įvertintas dvinarių pasėlių dirvos padengimas augalų liekanomis parodė, kad šiaudai ir dobilai padengė 21-27 % dirvos paviršiaus, artoje dirvoje - 2 % (10 paveikslas).

19 lentelė. Maisto medžiagų (NPK) kiekis sukauptas vasarinių miežių ir dvinariame vasarinių miežių ir baltųjų dobilų pasėliuose ir jų balansas, 2018 m.

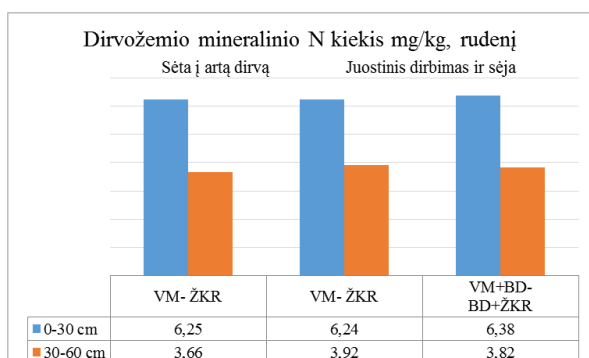
Variantai	Sukaupta			Parduota su produkcija			Gražinta į dirvą		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
kg/ha SM									
V. miežiai	55,4	12,1	25,5	43,1	10,0	19,5	+12,3	+2,1	+6
V. miežiai + b. dobilai	86,8	14,4	46	41,2	9,4	17,7	+45,6	+5	+28,3



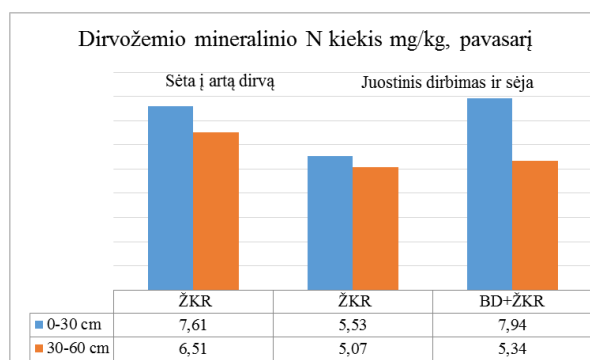
10 paveikslas. Dirvos padengimas šiaudų ir pupinių žolių mulčiu, 2018 m. ruduo

Dirvožemio mėginių mineralinio N tyrimai parodė, kad įterptų augalų masės mineralizacija greičiausiai vyko artoje dirvoje (11 paveikslas). Ne augalų vegetacijos metu (lapkritis-kovas) nepalankios sąlygos (ilgas ir šiltas rudenio, didelis kritulių kiekis, dažni atšilimai žiemą) skatina N migravimą į gilesnius sluoksnius ir jo išsiplovimą. Pavasarį atsinaujinus žiemkenčių vegetacijai mineralinio N kiekis nežymiai padidėjo, palyginti su duomenimis rudenį. Mineralinio azoto duomenys (0-30 cm) parodė, augalų liekanų, skirtingais būdais įterptų į dirvą, skaidymosi intensyvumą. Sėjant žieminius kvietrugius po v. miežių, suarus dirvą, augalų liekanų ir dirvožemio organinių medžiagų mineralizacija padidėjo 38%, palyginus su sėtais į miežieną juostiniu žemės dirbimo ir sėjos būdu (be arimo). Mineralinio azoto kiekis taip pat padidėjo (28 %) ir gilesniame dirvožemio sluoksnyje (30-60 cm). Palyginus juostinį žemės dirbimo ir sėjos būdą į miežieną ir dobilieną, pastarajame azoto buvo 44% daugiau. Gilesniame dirvožemio sluoksnyje ryškesnių skirtumų nebuvo. Dvinariuose baltųjų dobilų ir žieminių kvietrugių pasėliuose pagrindinė azoto dalis buvo optimali ir sukaupta armenyje.

a) Rudenio, 2018-10-08



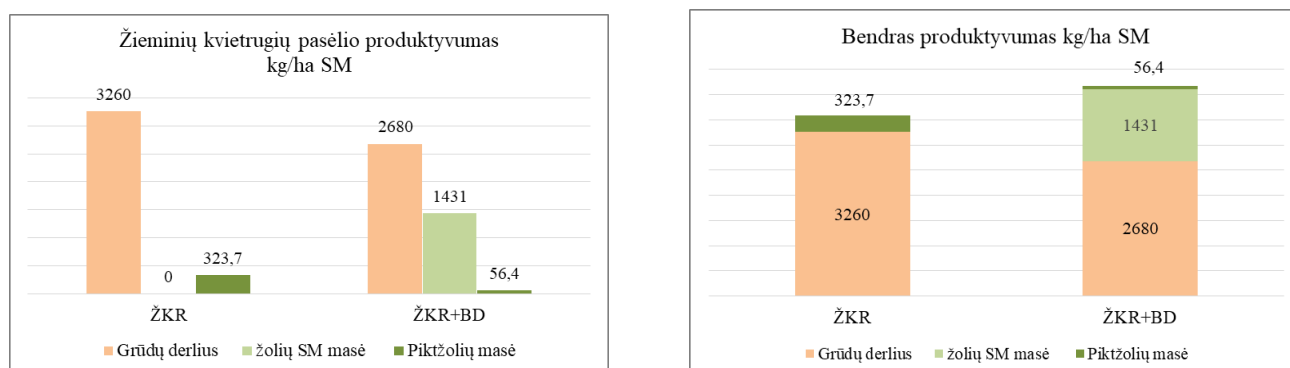
Pavasaris 2019-03-24



11 paveikslas. Dirvožemio mineralinio N kiekis 2018 m. rudenį (a) ir 2019 m. pavasarį (b)

2019 m. augintas dvinaris žieminių kvietrugių ir baltųjų dobilų bei palyginimui vienanaris žieminių kvietrugių pasėliai. Dvinariame pasėlyje augintų žieminių kvietrugių grūdų derlingumas buvo 17,8% mažesnis, palyginti su augintais arime (12 paveikslas). Tačiau dvinarių agrofitecenių produktyvumas (kvietrugių grūdų + b. dobilų derlius) buvo 26,1% didesnis, palyginti su vienanarių. Tai

sudarė palankias augimo sąlygas kitam sėjomainos nariui. Dvinariame pasėlyje piktžolių orasausė masė buvo 5,7, jų skaičius 3,1 karto mažesnė palyginti su vienanariu pasėliu. Pasėlyje vyravo trumpaamžės piktžolės: d. našlaitės., v. pelėvirkščiai, r. takažolės.



12 paveikslas. Augalų produktyvumo palyginimas vienanarėje ir dvinarėje agrofitocenozeje, 2019 m.

Dvinariame pasėlyje nuėmus žieminių kvietrugių derlių, lieka baltieji dobilai. Dobilų derliaus antžeminė masė siekė 1431 kg/ha SM. Su šia mase dirvožemiui pagerinti lieka 45,5 kg/ha N, 4,0 kg/ha P ir 44,8 kg/ha K.

Dvinaris žieminių kvietrugių ir baltųjų dobilų pasėlis (antri augimo metai) pagrindinių maisto medžiagų balanso duomenimis, su augalų liekanomis (b. dobilų mase ir kvietrugių šiaudais) į dirvą grąžino 58,9 kg/ha N (28,9 kg/ha fiksuoto iš oro), 6,5 kg/ha P ir 79,9 kg/ha K t.y. atitinkamai 57,6%, 38,2% ir 86,7% fitocenozeje sukauptų maisto medžiagų. Šie maisto medžiagų kiekiai, palyginti su vienarūšiu ž. kvietrugių pasėliu, yra gerokai didesni: N- apie 4, P ir K - apie 2 kartus (20 lentelė).

20 lentelė. Maisto medžiagų (NPK) kiekis sukauptas skirtingose agrofitocenozeje ir jų balansas, 2019 m.

Variantai	Sukaupta			Parduota su produkcija			Gražinta į dirvą		
	N	P	N	N	N	K	N	N	K
	kg/ha SM								
ŽKR+BD	102,3	17,0	92,2	43,4	10,5	12,3	58,9	6,5	79,9
ŽKR+BD-PM	119,5	19,2	99,2	46,6	11,3	12,3	72,9	7,9	86,9
ŽKR	73,7	16,3	55,7	58,7	13,7	15,3	15,0	2,6	40,4

Tarpinis pasėlis ir neariminis žemės dirbimas. Skirtinguose Lietuvos regionuose 2022-2023. m. buvo tirti skirtingos paskirties trijų rūšių tarpinių augalų mišiniai: nušalantis ir subyrantis (tiesioginei sėjai pavasarį), daugianaris (dirvos gyvybingumui padidinti) ir bastutinių augalų mišinys (sumažinti dirvoje mineralinio N kiekį, likusį po gausaus pagrindinio pasėlio tręšimo mineralinėmis N trąšomis). Tyrimai parodė, kad įvairiuose Lietuvos regionuose auginamų tarpinių augalų mišinių biomasę lėmė sėjos laikas, drėgmės kiekis dirvoje augalų dygimo metu (arba krituliai) ir vidutinė paros temperatūra rudens laikotarpiu. 2022 m. didžiausias tarpinių pasėlių biomasės derlius buvo Pietų ir Vidurio Lietuvos

regionuose (21 lentelė). Nedidelė tarpinių pasėlių augalų masė (2022 m.) sumažino dirvožemyje mineralinio N kiekį, dažniausiai tik 0-30 cm sluoksnyje. Augalai, užauginantys didesnę antžeminę (>2 t/ha) ir šaknų masę, mineralinio N kiekį reikšmingai sumažino ir gilesniame dirvožemio sluoksnyje. Iš tirtų tarpinių pasėlių geriausiai mineralinio N kiekį dirvoje sumažino b. garstyčių ir a. ridikų mišinys (13 paveikslas).

21 lentelė. Tarpinių pasėlių augalų antžeminė masė (t/ha sausųjų medžiagų (SM)) įvairiuose Lietuvos regionuose

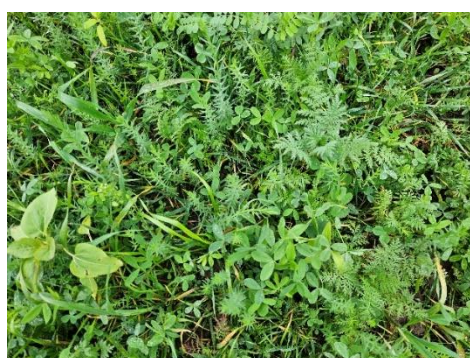
Augalų mišiniai	Vakarų Lietuva	Vidurio Lietuva		Šiaurės Lietuva		Pietų Lietuva
	2022 m.	2022 m.	2023 m.	2022 m.	2023 m.	2022 m.
Nušalantis ir subyrantis	0,67	1,56	0,61	1,00	3,24	2,51
Daugianaris	1,01	0,94	0,38	0,59	2,16	-
Bastutinių	1,17	1,43	0,82	1,39	3,48	2,74



Nušalantis ir subyrantis mišinys: bitinės facelijos, avižos netikšės, egiptiniai ir persiniai dobilai



Bastutinių augalų mišinys: baltosios garstyčios, aliejiniai ridikai



Daugianaris mišinys: sėjamosios avižos, sėjamieji linai, sėjamieji vikiai, siauralapiai lubinai, avižos netikšės, gausiažiedės svidrės, valgomieji lęšiai, persiniai dobilai, egiptiniai dobilai, bitinės facelijos, paprastosios saulėgrąžos

13 paveikslas. Tarpinių pasėlių mišiniai

Augalų polinkis geriau įsisavinti kurią nors maisto medžiagą yra svarbi savybė, tačiau meteorologinių, dirvožemio sąlygų įtaka tarpinio pasėlio augimui yra labai stipri. Tai lemia antžeminės masės derlių, o kartu ir maisto medžiagų sukaupimą jame. Tyrimai parodė, kad tarpinio pasėlio augalų sukauptas azoto kiekis tiesiogiai koreliavo su antžeminės biomasės derliumi. Palankesni tarpiniam

pasėliui augti 2023 metai lėmė 2-3 kartus didesnę augalų biomasę N ir daug didesnę P kiekį (Šiaurės Lietuva), nei 2022 m (15 lentelė).

22 lentelė. Azoto ir fosforo kiekis, sukauptas įvairių tarpinių pasėlių augalų antžeminėje masėje (kg/ha SM) (2022-2023 m.)

Augalų mišiniai	Vakarų Lietuva		Vidurio Lietuva		Šiaurės Lietuva		Pietų Lietuva
	N	P	N	P	N	P	N
Nušalantis ir subyrantis	20	3	43	2	29 (84)*	0 (16)*	53
Daugianaris	32	4	25	1	21 (58)	0 (11)	-
Bastutinių	37	5	48	2	45 (83)	1 (19)	87

(...)* – 2023 m. duomenys

Tarpinių pasėlių įtaka vasarinių kviečių derliui pateikta 23 lentelėje. Tyrimų rezultatai parodė, kad tarpinių pasėlių seklos įterpimas pavasarį didino vasarinių kviečių grūdų derlių: Akademijoje 2,9-13,1%, Vėžaičiuose nustatytos tik didėjimo tendencijos, palyginti su rudeniniu biomasės įterpimu. Tuo metu sunkesniuose Joniškėlio dirvožemiuose rudenį įterpta tarpinių pasėlių biomasė, vasarinių kviečių grūdų derlių padidino labiau (14,3-21,7%), nei įterpta pavasarį (16 lentelė). Tyrimai parodė, kad vasarinių kviečių derlius priklausė nuo įterptos tarpinių pasėlių masės, jos kokybės, skaidymosi pradžios laiko (rudenį ar pavasarį), dirvožemio ir meteorologinių sąlygų. Tarpinių pasėlių biomasę įterpus pavasarį, reikšmingos įtakos mikroorganizmų veiklai ir biomasės skaidymui turi sausringi laikotarpiai balandžio-gegužės mėnesiais, kurie sulėtina šią veiklą ir neretai javų pasėlis be tarpinių atrodo geriau (Joniškėlis, derlius pavasarį). Tuomet azotas dažniausiai išskiriamas vėlyvesniuose augalų augimo tarpsniuose.

23 lentelė. Vasarinių kviečių derlingumas (t/ha), taikant seklos tarpinio pasėlio augalų biomasės įterpimą rudenį ir pavasarį, 2023 m.

Augalų mišiniai	Vėžaičiai		Akademija, Kėdainių r.		Joniškėlis	
	rudenį	pavasarį	rudenį	pavasarį	rudenį	pavasarį
Be tarpinių pasėlių	2,49	2,14	5,45	5,91	4,13	3,81
Nušalantis ir subyrantis	2,54	2,58	5,79	5,96	4,27	3,51
Daugianaris	2,49	2,19	5,04	5,70	4,32	3,69
Bastutinių	2,46	2,56	4,95	5,20	4,32	3,78

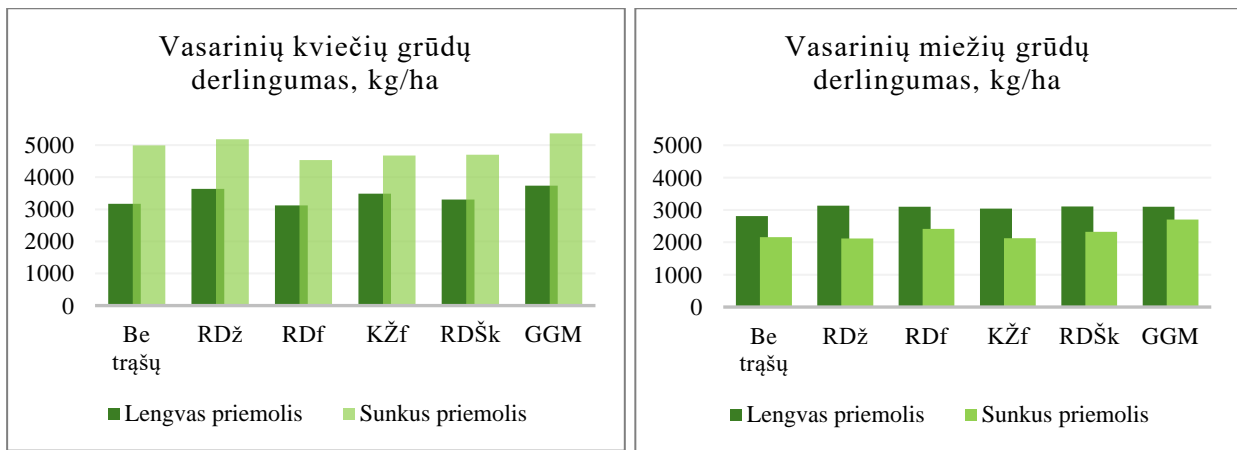
Tarpinių pasėlių auginimo technologijose reiktų diegti saugias aplinkai valdymo praktikas, t. y. sumažintas žemės dirbimo arba tiesioginės sėjos technologijas, o vietoj juodojo pūdymo laukų naudoti dirvožemį dengiančius augalus, tarpinius ar dvinarius pasėlius.

Augalinės kilmės trąšos. LAMMC Žemdirbystės institute ir Joniškėlio bandymų stotyje atlikti tyrimai, kurių tikslas – ištirti apdorotos (fermentuotos, kompostuotos) pupinių žolių biomasės įtaką skaidymosi intensyvumui, dirvožemio savybėms, augalų produktyvumui ir kokybei ekologinės

žemdirbystės sąlygomis. Organinės trąšos naudotos vasarinių kviečių mitybai pagerinti, kitais metais tikrintas trąšų liekamasis efektas vasarinių miežių derliui. Lauko eksperimentų dirvožemis buvo sunkus (Joniškėlyje) ir lengvas (Dotnuva) priemolio rudžemis. Fermentuotos organinės trąšos gamintos iš: (i) pirmo pjovimo raudonųjų dobilų (RD); (ii) kviečių ir žirnių mišinio (KŽf), augalams pasiekus grūdo vystymosi pradžios tarpsnį, antžeminės masės. Kompostas buvo gaminamas rietuvėje sluoksniuojant raudonųjų dobilų ir žieminių kviečių šiaudų masę. Palyginimui buvo tirti granuluotas galvijų arba paukščių mėšlas (GGM / GPM) ir iš rudens įterpta žalia raudonųjų dobilų įsėlio masė.

Nustatyta, kad raudonųjų dobilų įsėlio žalia masė (C:N <15:1), įterpta rudenį, pradeda greitai skaidytis. Esant šiltai, be pašalo, žiemai, po raudonųjų dobilų žalios masės įterpimo rudenį, iki pavasario gali perpus sumažėti atsipalaidavusio azoto kiekis dirvoje (ypač lengvose). Žaliosios masės silosavimas (fermentavimas), kompostavimas yra vienas iš būdų laiku aprūpinti augalus azotu ir kitomis maisto medžiagomis, o dirvą – ir organinėmis medžiagomis. Tyrimai perodė, kad didžiausia maisto medžiagų koncentracija buvo raudonųjų dobilų ir šiaudų komposte (rodikliai artimi GGM). Tačiau kompostavimo metu kompostuojama augalų masė sumažėjo perpus. Pagal tręšiamos biomasės skaidymosi intensyvumo rodiklį, t. y., anglies ir azoto santykį (C:N) trąšos išsidėstė tokia seka: raudonųjų dobilų įsėlio žalia masė (15:1) > raudonųjų dobilų kompostas (10–16:1) > granuluotas galvijų mėšlas (17:1) > raudonųjų dobilų fermentuota masė (21:1) > kviečių žirnių fermentuota masė (29–35:1). Skirtingai nei tręšiant mineralinėmis trąšomis, azotas ir fosforas iš organinių trąšų tampa augalams prieinamas tik tada, kai pradeda skaidytis. Dėl azoto atsipalaidavimo iš organinių trąšų ir javų poreikio azotui sinchroniškumo augalų mitybai yra palankesnis pavasarinis tręšimas augalų biomase su mažesniu C:N santykiu. Granuluoto paukščių mėšlo kompostą įterpus prieš vasarinių kviečių sėją, azoto atpalaidavimas iš trąšų ir jo pasisavinimas augaluose sutapo.

Tręšiamos biomasės mineralizacijos intensyvumas atsispindėjo patręštų vasarinių javų derliuje. Pirmaisiais metais auginant vasarinius kviečius, didžiausias grūdų derliaus priedas buvo iš rudens įterpus žalią raudonųjų dobilų (RDŽ) įsėlio masę (222–610 kg/ha) arba pavasarį granuluotą galvijų / paukščių mėšlą (GGM/GPM) (282–371 kg/ha) (14 paveikslas a). Lengvo priemolio dirvožemyje maisto medžiagų atpalaidavimas iš trąšų vyko greičiau nei sunkaus priemolio, todėl gautas didesnis grūdų derliaus priedas.



a) pirmieji trąšų veikimo metai

b) antrieji trąšų veikimo metai

14 pav. Vidutinis grūdų derlingumas po trąšų įterpimo auginant vasarinius kviečius (a) ir vasarinius miežius (b), (vidutiniai 2016 ir 2020 bei 2017 ir 2021 m. duomenys, LAMMC)

Pirmaisiais trąšų naudojimo metais silosuotų ir kompostuotų trąšų efektyvumas vasariniams kviečiams buvo mažesnis. Intensyvesnis azoto atpalaidavimas iš fermentuotos raudonųjų dobilų biomasės nustatytas tik antraisiais trąšų veikimo metais, o iš fermentuoto kviečių ir žirnių mišinio buvo nedidelis. Tai nulėmė trąšų savybę – platesnis C:N santykis, kai pirmais metais dalį N ir drėgmės sunaudojo dirvožemio mikroorganizmai skaidyti mažiau N turinčias organines trąšas. Tačiau mikroorganizmų masėje esantis azotas, po jų žūties grįžta į dirvožemį ir vėl tampa augalų maisto šaltiniu. Tą patvirtina ir tyrimų duomenys, kurie parodė, kad fermentuota raudonųjų dobilų masė (RDf) vasarinių miežių grūdų derlių padidino 327–559 kg/ha. Kompostuotos raudonųjų dobilų ir šiaudų organinės trąšos poveikis javams buvo didesnis antrais nei pirmais metais po panaudojimo. Galima teigti, kad tokių trąšų panaudojimas (C:N <21:1) tinkamas ir iš rudens.

Įvertinus skirtingų organinių trąšų skaidymosi intensyvumą, siūlytume fermentuotą (silosuotą) arba kompostuotą raudonųjų dobilų antžeminę masę panaudoti kaip trąšą. Biomasės apdorojimas stabilizuoja jos maisto medžiagas, padidėja jų efektyvumas. Raudonųjų dobilų masę fermentuoti arba kompostuoti naudinga ir todėl, kad su ja azotas ir kitos maisto medžiagos gali būti perkeliamos iš vieno sėjomainos lauko į kitą arba paskirstomos keliems sėjomainos laukams. Apdorotos pupinių žolių biomasės naudojimas tręsimui, lėtesnis jų skaidymasis turėjo tendenciją didinti organinės anglies ir judriųjų humuso medžiagų kiekį dirvožemyje.

Ūkininkų patirtis. Aukščiau pateikti rezultatai yra iš mokslinių projektų, tiesa atliktų ūkininkų ūkiuose. Daug gerų ūkių ir gerų patirčių turi sukaupę ekologinio žemės ūkio puoselėtojai - ūkininkai. Gal daugiausiai ir įvairiausios patirties ir noriausiai ja dalijasi agronomas Valentinas Genys.

Ukmergės rajone Valentinas Genys tvariai ekologiškai ūkininkauja nuo 2006 metų. 2017 m. Valentino Genio ūkis buvo išrinktas geriausiu ekologiniu ūkiu Lietuvos Respublikos žemės ūkio

ministerijos organizuojamame konkurse „Geriausias ekologinės gamybos ūkis“. Tai augalininkystės ūkis (270 ha), kuriame technologiškai naudoja bearimą žemės dirbimo būdą. Ūkininkas aplink save buria ir kitus arčiau ekologiškai ūkininkaujančius į neformalų kooperatyvą, kuris apima 1000 ha. Susiklosčiusios aplinkybės lėmė, jog jo ūkis yra vietovėje, kur žemės našumo balo vidurkis, paties ūkininko žodžiais tariant - nei šioks, nei toks. Ukmergės rajono vidutinis žemės našumo balas – 39,18 ir tai nėra našiausi dirvožemiai, šio regiono ūkininkams savo tikslų pasiekti daug sudėtingiau nei ūkininkaujantiems geresniuose ūkininkavimui regionuose. Vystydamas ekologinį ūkį, patirties sėmėsi iš kitų kolegų. Jam teko bendrauti ir su gamtosauga besidominčiais JAV išeiviais iš Lietuvos, taip pat keliauti pas Švedijos, Vokietijos ūkininkus. Taip V. Genys sužinojo, kad Vakarų šalyse ekologinį ūkininkavimą puoselėja ne viena karta, o daug ekosistemos sprendimų jau įgyvendinti praktiškai. Todėl palaipsniui šiuos pavyzdžius ėmė taikyti ir savo veikloje.

V. Genys savo ūkyje taiko 9 laukų sėjomainą. Ekologiniame ūkyje augina kmynus, motiejukus, spelta kviečius, rugius, avižas, grikius, daugiametės žolės. Viskas, išskyrus kmynus, skirta sėklai. Tas pats augalas į buvusį lauką grįžta po devynerių metų. Pavyzdžiui, pirmais ir antrais metais lauke auga kmynai, trečiais – paliekamas žaliasis pūdymas, ketvirtais – bręsta rugiai, penktais ir šeštais – motiejukai, septintais – žaliasis pūdymas, aštuntais – dera rugiai, o devintais – avižos. Tuomet seka kartojama. Augalų rotacija taikoma visuose laukuose, naudojant įsėliui dobilus, žaliąjį pūdyką. Augalų įvairinimas geras, dobilai tarnauja dirvožemio derlingumo palaikymui ir turtinimui, o ūkininkas ieško inovatyvių būdų kaip dobilus ir kitų augalų likučius geriau išnaudoti dirvožemio ir kitų augalų mitybos turtinimui. Agronomas V. Genys nuo 1996 m. nebeturi plūgo ir dirba pasirinkęs minimalaus žemės dirbimo technologiją. Ūkininkas pastebi, jog vien pakeitus žemės dirbimo būdą, problemos iškart neišsprendė. Norint ekologinio ūkininkavimo sistemoje sėkmingai plėtoti savo ūkį pirmiausia reikia turėti daug žinių, o be jų dar kantrybės ir laiko. Derlius įvairuoja priklausomi nuo augalų ir metų. Ten kur ūkininkavimo pradžioje kūrė 800 kg ha⁻¹, dabar bręsta ir po 6 t ha⁻¹ miglinių javų derliaus. 2024 m. žieminiai rugiai užderėjo neblogai (15 lentelė), tačiau agrotechnologinių priemonių įtaką nesinorėtų vertinti tik vienerių metų derliumi.

15 lentelė. Rugių derlingumas V. Genio ūkyje 2024 m. (biologinis derlingumas, LAMMC duomenys).

Auginami augalų deriniai	Rugių grūdų derlius, t/ha
Žieminiai rugiai+motiejukai+baltieji dobilai+vasarinė judra 24 metai bearimis žemės naudojimas	3,608
Žieminiai rugiai+motiejukai+baltieji dobilai+vasarinė judra, 9 metai, bearimis žemės naudojimas	5,107
ž. rugiai+ vikiai+ridikai+judra	4,544
Priesmėlis; humusas 0,98 – 2,17 (C _{org} 0,56-1,26) proc; pH 5,0-7,0; P ₂ O ₅ - 20-80 mg kg ⁻¹ ; K ₂ Cl-150-400 mg kg ⁻¹	

Parama ekologiniams ūkiams ypač svarbi, nes padeda „pagalvę“ ir leidžia lengviau tvarkytis – teigia ūkininkas. Lietuvos kaimo plėtros programos ūkio modernizavimo parama

ekologiniam ūkininkavimui pasinaudojęs V. Genys džiaugiasi, kad tai padėjo įsigyti naujų padargų, imtis melioracijos problemų sprendimo, atnaujinti senesnę techniką, traktoriuose įtaisyti GPS ir laisvų rankų įrangą. Kiekvienas paramos euras padeda geriau prižiūrėti dirvožemį ir taip užsidirbti.

Aktyvus V. Genys ekologine veikla užsiimančiose organizacijose, dalyvauja lauko dienos ir kituose įvairiuose renginiuose. Po ilgamečių pastangų ir darbo jis patirtimi ir žiniomis dalijasi su norinčiaisiais užsiimti ekologiniu ūkininkavimu. Kartu su įmone „Agrolitpa“ ūkininkas buvo įkūręs viešąją įstaigą „V. Genio tvaraus ūkininkavimo akademija“ norėdamas plačiau paskleisti sukauptas žinias. N kartą kvietęs į lauko dienas ir seminarus savo ūkyje. Ūkininko sukauptos patirties semiasi ne tik ekologinių, bet ir intensyvių ūkių šeimininkai. Valentinas Genys bendradarbiauja su VDU Žemės ūkio akademijos, LAMMC ir kitų mokslinių įstaigų tyrėjais, pas jį praktikoms lankosi studentai. Savo neįkainojamą patirtį jis perduoda kartu ūkininkaujančiam sūnui.

Valentinas Genys išsiugdęs pozityvią filosofiją – dirbti pagarbiai gamtai, neprieštarauti natūraliems dėsniams ir kantriai laukti rezultatų. Pradėkime kiekvienas nuo savęs, būkime atsakingi ir mylėkime žemę visus žemdirbius kviečia ūkininkas Valentinas Genys.

Didelis plusas visiems ūkininkams auginantiems ir teikiantiems į rinką ekologinę sėklą – K.Mykolaitis, A.Laurikietis, S.Valeika ir kiti.

Ekologinis ūkis ir perdirbimas. Bet kurios žaliavos perdirbimas į tam tikrą produktą suteikia pridėtinę vertę. Kai tuo užsiima patys ūkininkai, jie ne tik papildo savo galimybes gauti daugiau lėšų, tačiau sukuria pasiūlą vartotojui.



Vienas tokių ūkių Edmundo H. Jastramsko ekologini ūkis. Sudėtinis ūkis - penki kaimynai ūkininkai. Augina javus, speltą, avižas, grikius seniau turėjo, taiko sėjomainą, tai javai dažnai keičiasi. Taiko sėjomainą, neariminę žemdirbystę, tarpinius pasėlius.

E.Jastramsko šeimyniniame ekologiniame ūkyje ne tik auginami įvairūs augalai, bet svarbiausia – jų derlius perdirbamas į pridėtinės vertės produktus ! Turi aliejaus spaudyklą, ūkis ekologiškai sertifikuojamas, ir spaudimas, ir gamyba jau 20 metų. Aliejaus spaudimui turi rapsus, saulėgrąžas, linus, kanapes, ir viską parduoda patys.

Visų ūkininkų užaugintos produkcijos perdirbimas į pridėtinės vertės produktus savame ūkyje – labai vertintina! Plačiausi turbūt žinomas yra Jadvygos Balvočiūtės vaistažolių ūkis. Profesionaliai vaistininkė ne tik augina labai įvairius vaistinius augalus, surenka ir perdirba vaistines arbatas bei moko

šio amato kitus, turi lauko ekspoziciją, kurią gali aplankyti žmonės, kurie neabejingi gamtai ar besidomintys laukinėmis ir kultūrinėmis žolelėmis, vaistinėmis augalų savybėmis, liaudies medicina, botanika, ekologija, krašto tradicijomis. Be vaistinių augalų ekspozicijoje yra ir dekoratyvinių, maistinių augalų. Kitas tokių ūkių yra Jūratės Rutkauskienės vaistažolių ūkis, Vilkaviškio rajone. Auginama virš 100 įvairių rūšių vaistažolių, dirba su "Kvapų namais", daro edukacijas mokyklose. Daug tokių ūkininkų yra kurie užsiima vaistažolininkyste, nors jų plotai nedideli ir jie iš tikrųjų yra nišiniai ūkiai, nes jie užima tik šiek tiek daugiau nei 2000 ha, tačiau sukuria tinkamą bei labai naudingą vartotojams pridėtinę vertę. Sodininkyste, uogininkyste, daržininkyste užsiimantys ūkininkai dažniausiai taip pat kuria pridėtinę vertę arba įsijungia į trumpųjų grandinių iniciatyvą. Vienas tokių ūkių - Genovaitės Sakalauskiene ūkis sertifikuotas ir pripažintas ekologiniu. Augina juoduosius ir raudonuosius serbentus, avietes, braškes, gervuoges, šilauoges, svarainius, putinus, šermukšnius ir kitus retesnius uoginius augalus, nemenką asortimentą daržovių. Gamina uogienes ir kitokią produkciją, kurią pateikia ne tik Lietuvos, bet pristato įvairiose parodose užsienio vartotojams.

Įvairūs augalai, pupiniai augalai. Didelis plusas visiems ūkininkams auginantiesiems pupinius augalus, daugiameses žoles ir tarpinius pasėlius augalininkystės ūkiuose!

Sauliaus Daniulio ekologinis ūkis – Ukmergės rajone. Augina įvairius augalus: kviečius, kvietrugius, avižas, sojas, pupas, rapsus. Daug metų rūpinosi ne tik savo ūkiu, bet ir būrė ekologinio ūkininkavimo bendruomenę. S. Daniulis netik pats puoselėja savo ekologinį ūkį, bet ir perduodama ekologinio ūkininkavimo tradiciją. Ne vieną ūkininką tinkamai ūkininkaujantį galima išskirti augalininkystės ūkininkų tarpe. Tai ir Raimundo Semėno augalininkystės ūkis tėviškėje Švenčionių rajone. Sėkmingai ūkininkauja 283 ha plote. Augina miglinius ir pupinius javus, raudonus dobilus. Ūkininkauja nuo Ateities planuose taikyti bearimę žemės dirbimo technologiją, daugiau dėmesio skirti dirvožemį gerinančių priemonių naudojimui. Algimantas Petras Strolio augalininkystės ūkis. Ūkininkauja 78 ha plote. Auginamos avižos, pupos, daugiamesės žolės. Ūkininkauja ir konsultuoja bei padeda kitiems ūkininkams agronomijos žiniomis. Žilvino Zakarausko augalininkystės ūkis. Ūkininkaujama 18 ha plote, auginami šaltalankiai, avižos, kviečiai, rugiai, dobilai. Ūkininkauja nuo 2008 metų ir iš karto atėjo į ekologiją. Tomo Nesticio augalininkystės ūkis. Ūkininkauja 200 ha plote, augina varpinius ir ankštinius javus. Ūkis įkurtas Šilutės rajone, ūkininkauja ekologiškai nuo 2015 m. Plūgo nenaudoja 5 metus, kalkina žemes, naudoja kompostą, perka ir tręšia mėšlu. Dariaus Keinio augalininkystės ūkis įkurtas Telšių rajone nuo 2005 m 116 ha plote. Auginami migliniai ir pupiniai javai, dobilai. Taiko tiek neariminę žemdirbystę, tiek aria plūgu sunkiose žemėse. Sėja įsėlį. Vilmos Daktarienės augalininkystės ūkis - Mažeikių rajone, ekologinis nuo 2006 m. Ūkininkauja 225 ha plote, auginami migliniai ir pupiniai javai. Laukus aria, naudoja gilų skutimą, naudoja augalų kaitą ir tarpinius pasėlius. Tai tik maža dalis ūkininkų, kurių patirtis verta kitų ūkininkujančių dėmesio, pastaraisiais

metais patekę į jau ilgametį Žemės ūkio ministerijos ir VŠĮ „Tatulos programa“ organizuojamą konkursą „Geriausias ekologinės gamybos ūkis“.

Nors pastaraisiais metais nerimaujama, jog ekologinis ūkininkavimas mažiau patrauklus, tačiau atsiranda ir naujų subjektų. 2024 m. pilnai sertifikuotas ekologiniu ūkiu ir gamyba apdovanotas konkurse Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministerijos organizuojamame konkurse „Geriausias ekologinės gamybos ūkis“ Ingleby Lithuania Agro UAB - „Už inovatyvių technologijų diegimą ekologiniame sėklininkystės ūkyje“. Ūkis Kėdainių r. sav. - augalininkystės ūkis, kuris priklauso tarptautiniam tinklui Ingleby ir Lietuvoje yra ekologinis sėklininkystės ūkis. Ūkininkaujama 2679 ha plote, auginamos facelijos, daugiametės žolės, vikiai, pupos, avižos, saulėgražos, įvairūs augalų deriniai/mišiniai ir kt. Visi laukai ariami, 600 ha įrengtos laistymo sistemos, 1000 ha auginami posėliniai augalai. Kiekvienais metais daromi dirvožemio tyrimai. Ūkyje dirba suburta inovatyvių specialistų komanda, kuri dalyvauja įvairiuose projektuose (rapsų ir vikių, komposto ir kt.), bendradarbiauja su kitų šalių konsultantais. Tikraisiais ekologinio statuso nariais sertifikuoti 2024 m. Nors pastarojo ūkio galimybės gerokai pranoksta vidutinio Lietuvos ūkio galimybes, tačiau tikėtina, jog jų praktinė patirtis augalininkystės technologijose paskatins ir kitus ūkius susidomėti ekologiniu ūkininkavimu.

Ilgą laiką ekologiškai ūkininkaujantiems buvo nemenkas iššūkis realizuoti savo produkciją. Jis turbūt dėl vienokių ar kitokių priežasčių nuolat bus, tačiau jei atsiranda iniciatyvos bendrai veiklai – tai sveikintinas dalykas. Žemės ūkio kooperatinė bendrovė (ŽŪKB) „Bio LEUA“ su jos vadovu Nikolajumi Dubnikovu kaip tik telkia ūkininkus bendrai produkcijos realizacijai. Javų grūdų realizacija (eksportas) bei įvairių ekologiškų maisto produktų pateikimas vietos vartotojams trumposiomis grandinėmis taip pat šios bendrovės veikla.

Viena iš teigiamų pusių, jog yra bent keletas organizacijų, besirūpinančių bendrai ekologiškai ūkininkaujančiais, jų matomumu, pasitikėjimu jais.



Ekologinį sektorių, ypač šiaurės Lietuvoje, remia ne pelno organizacija „Tatula“ („Tatulos programa“). Programa įkurta 1993 m., ji pirmą kartą buvo praktikuojama jautriausioje agrarinėje teritorijoje Šiaurės Lietuvoje, karstiniame regione. Programa „Tatula“ teikia tiesioginę visapusę paramą pertvarkant tradicinius į ekologinius. 2007 m. su Žemės ūkio ministerija inicijavo naują tradiciją konkursą „Pažangiausias ekologinis ūkis Lietuvoje“. Imamasi daug veiksmų, siekiant įteisinti ekologinio žemės ūkio lobizmą. Organizacija yra aktyvus socialinis partneris su Žemės ūkio ministerija,

dirba įvairiose darbo grupėse, aktyviai dalyvauja bendruomenių projektuose. „Tatulos“ programai priklauso 183 dalininkai (ūkininkai, įmonės ir kt.). Jų veikla (nuo 1995 m.) apima ekologinių mugių ir turgelių organizavimą. Informaciją apie Tatulos programos renginius rasite: <https://organic.lt/>

Specializuota sertifikavimo įstaiga „Ekoagros“ įkurta 1996 m., siekiant įvertinti gaminamus ekologiškus produktus ir suteikti visoms suinteresuotosioms pusėms pasitikėjimą, kad produktai ir ūkininkavimo būdas atitinka nustatytus reikalavimus. Nors kartais sertifikavimo įstaigą ūkininkai nepatikliai ją vertina, gal kiek ir prisibijo, tačiau ji būtina, jog vartotojai turėtų galimybę naudotis ekologiškais produktais. Šios įstaigos misija - teikti kokybiškas ekologiškų žemės ūkio produktų ir NKP sertifikavimo paslaugas bei populiarinti ekologinę gamybą Lietuvoje ir už jos ribų. Tačiau ši įstaiga ne tik sertifikuoja ūkius, tačiau kartu teikia įvairią informaciją apie ekologinį ūkininkavimą, ekologinę gamybą, atlieka skatinimo ir šviečiamąją veiklą.

Lietuvos ekologinių ūkių asociacija (LEŪA) skatina ekologinį ūkininkavimą, sveiko maisto gamybą, vartojimą ir gyvenamosios aplinkos tausojimą. Asociacija jauniausia ekologinio judėjimo organizacija Lietuvoje, įkurta 2010 metais. Šiuo metu asociacijos veikloje dalyvauja 260 narių, kurių sertifikuotas ekologinių žemėnaudų plotas yra didesnis nei 35 000 ha. Tai daugiausiai ekologiškos produkcijos augintojų, perdirbėjų, politikų, mokslininkų ir kitų sričių specialistų vienijanti organizacija Lietuvoje. LEŪA nuolat teikia pasiūlymus Lietuvos Respublikos Vyriausybei ir kitoms atsakingoms valstybės institucijoms dėl aplinkos tvarumo, saugaus maisto, pramoninės žemės ūkio produkcijos gamybos, genetiškai modifikuotų organizmų, vaikų ir visos visuomenės sveikatos, įmonių socialinės atsakomybės, sąžiningos prekybos ir kitais aktualiais klausimais. Nuo 2010 metų asociacija yra aktyvi Pasaulinės organinės žemdirbystės judėjimų federacijos (IFOAM) narė.

Vertintina tai, jog visi ekologinio ūkininkavimo proceso dalyviai ženkliai prisideda prie žemės ūkio tvarumo didinimo!

PERSPEKTYVOS IR PASIŪLYMAI

Neseniai ES patvirtino naują kryptį į ekologinį ūkininkavimą kaip dalį žaliojo kurso ir užsibrėžė tikslą iki 2030 m. 25 % ES žemės ūkio naudmenų paskirti ekologiniam ūkininkavimui (Komisijos komunikatas dėl ekologinio ūkininkavimo veiksmų plano). Daug per pastaruosius 20 metų buvo diskutuojama dėl ekologinio žemės ūkio poveikio pasėlių derliui, sistemos produktyvumui ir jo poveikiui aplinkai (Meemken ir Qaim 2018; Stubenrauch et al., 2021; Moschitz et al., 2021; Erekalov et al., 2024). Visoms ūkininkavimo sistemoms Europoje kyla vis didesni iššūkiai dėl ekonominių, aplinkosaugos, socialinių ir institucinių pokyčių (Reidsma et al., 2023). Kainos tapo nepastovesnės dėl rinkų liberalizavimo, o dėl klimato kaitos pastaraisiais metais pakilo aukštesnė temperatūra ir padaugėjo kraštutinumų, įskaitant labai sausas vasaras, dėl kurių sumažėjo derlius. Be to, politika nuolat keičiasi, paprastai daugiau dėmesio skiriama aplinkosaugos problemoms, tokioms kaip

šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimas, biologinė įvairovė ir azoto išmetimas, tačiau ne visi ūkininkai gali neatsilikti nuo pokyčių greičio. Ūkininkaujančių įvairiose šalyse teigimu, daugelis Europos ūkininkavimo sistemų yra netoli kritinių slenksčių, susijusių su iššūkiais, su kuriais jos susiduria (pvz., sausros, kainų mažėjimas), jų atliekamomis funkcijomis (pvz., ekonominiu gyvybingumu, biologine įvairove ir buveinėmis) (Reidsma et al., 2023). Ūkininkavimo sistemos dalyviams reikalingas prisitaikymas, o ne radikalūs sistemų pakeitimai, lankstumas, kad jie pritaikytų strategijas pagal sąlygų pobūdį. Analizuojant ekologinio ūkininkavimo planus bei pokyčius pastebima jog reikia platesnio masto priemonių ir paskatų, kad ūkininkai keistų ūkininkavimo kryptį į ekologinę, o taipogi, jog sparčiau keistųsi ir vartotojų elgsena (Rees et al., 2023). Tyrėjai, analizuojantys ūkininkavimo sistemos pasirinkimą, pastebi, kad tiek ūkininkai, turintys tradicinį ūkį, tiek ūkininkai, turintys sertifikuotą ekologinį ūkį, yra veikiami sudėtingų finansinių bei verslo sąlygų ir produktyvumo verčių, bet vadovaujasi ne tik finansinėmis ar verslo vertybėmis. Reikia kurti efektyvesnes komunikacijos schemas, skatinančias ekologinį ūkininkavimą, edukuoti visuomenę, siekiant paskatinti vartojimą (Leduc et al., 2023).

Dėl eilės aspektų diskutuojama vertinant ekologinį ūkininkavimą saugiausia ūkininkavimo sistema galinčia prisidėti prie tvaraus produktyvumo didinimo žemės ūkyje (Meemken, Qaim, 2018; Gamage et al., 2023; Borghino et al., 2024; Erekalov et al., 2024), tačiau apibendrinančia nuomone ekologinis ūkininkavimas pasiekia daugiau teigiamų poveikių lyginant su kitomis sistemomis. Mišrių ūkių vystymas gali apsaugoti nuo rizikos, kurią klimato kaita kelia maisto gamybos sistemoms. Mišrių augalininkystės- gyvulininkystės sistemų (ūkių), agro-miškininkystės, rodo techninę, kultūrinę ir socialinę-ekonominę naudą, bet kartu ir iššūkius bei kliūtis juose. Įvairiapusė parama mišrioms sistemoms galėtų padėti padidinti jų naudą (Baker et al., 2023). Kai kurių šalių tyrėjai analizuodami ekologinio ūkininkavimo sąlygas, teigia, jog ekologinis ūkininkavimas gali sėkmingai konkuruoti su įprastiniu ūkininkavimu, tačiau ekologinės išmokos turėtų būti tinkamos ne tik šalies, bet ir atskirų jos regionų mastu (Bang et al., 2024). Ne vienoje šalyje analizuojant ūkininkavimo sąlygas pastebima, jog susidaro regioniniai ekologinio ūkininkavimo skirtumai dėl įvairių veiksnių derinio, o ne dėl vieno veiksnio. Be to, subsidijos yra pagrindinis veiksnys, į kurį reikėtų atsižvelgti vertinant ekologinio ūkininkavimo regioninių skirtumų priežastis. Rezultatai rodo, kad didelę ekologinio ūkininkavimo dalį lemia arba sektoriaus produktyvumas ir subsidijos su kartu su labai svarbiu veiksnium - rinka. Todėl politika, apjungianti subsidijavimo ir rinkos grindžiamus metodus, galėtų būti sėkmingiausia strategija, kuri paveiktų įvairių tipų regionus. Be to, aktyvus darbas, susijęs su plėtra ar švietimu regionuose, duoda teigiamų rezultatų, bent jau ilgalaikėje perspektyvoje (Kujala et al., 2022).

Vėl grįžtant prie ekologinio ūkininkavimo ir jo plėtros Lietuvoje – tikslo 15 proc. žemės ūkio naudmenų ploto 2030 metais, ko gero nedaug galime pasiūlyti. Susiklosčiusi dabartinė situacija ekologinio ūkininkavimo sektoriuje – vyraujantys augalininkystės ūkiai, pasėlių struktūroje migliniai

javai su nedidele dalimi pupinių, lėtai augantis ūkių produktyvumas, nepakankamo dydžio išmokos – ar tai patraukli situacija susidomėti kitiems žemės ūkio sektoriaus dalyviams (subjektams)? Kaip padidinti pasitikėjimą ekologiniu žemės ūkiu ?

Iš susiklosčiusios situacijos dabartiniame augalininkystės ekologiniame ūkyje matyti, jog pupiniai javai ir daugiamečių žolės sudaro 32 proc., tačiau pasiskirstymas tarp atskirų rajonų labai įvairus. Todėl ūkininkai, ypač įsikūrę mažiau derlinguose dirvožemiuose turi ieškoti galimybių jų plotus didinti. Kiekvienas ūkininkaujantis turėtų labiau pasikliauti pupinių augalų, kurie natūraliai fiksuoja biologinį azotą, vertingumu ir plačiau integruoti į ūkių pasėlių struktūrą, kad išgautų daugiau azoto pačiame ūkyje.

Vienas pasiūlymų augalininkystės ekologiniam ūkiui (jau nekalbant daržininkystės, nes jie gal ir daugiau taiko) – ruošti ir naudoti savo ūkyje atliekančios ar užauginamos augalų biomasės kompostus. Augalininkystės ūkiams nelengva tvarkytis ūkiuose su maisto medžiagų balansu, su dirvožemio sveikatos palaikymu bei ūkio gyvybingumu, tačiau visuomet galima pasvarstyti apie tam tikrus pokyčius, kad ir sėjomainos išplėtimą. Augalininkystės ūkiuose galimai perspektyvios sėjomainos būtų:

Sėjomainų pavyzdžiai su skirtingu daugiamečių žolių plotu

Daugiamečių žolių 20%	Daugiamečių žolių 10%	Be daugiamečių žolių
Raudonieji dobilai sėklai	Raudonieji dobilai (žalias pūdymas) ir avižos	Sojos
Žieminiai kviečiai +TP	Žieminiai kviečiai +TP	Žieminiai kviečiai + TP
Vasarinių miežių ir žirnių mišinys	pupos	Miežiai ir/arba bulvės +TP
Spelta	Žieminiai miežiai	Žirniai
Avižos + įsėlis	Spelta +įsėlis (ŽT avižoms)	Žieminiai rugiai +TP
		Avižos

Pastaba: TP – tarpinis pasėlis, ŽT – žalioji trąša

Sujungiant tris agronominius komponentus (i) sėjomainos įvairinimą (su pašarinėmis pupinėmis žolėmis ar pupiniais javais), ii) dirvožemio užimtumą tarpiniais pasėliais bei taikant sumažintą žemės dirbimą, iii) organinių trąšų naudojimą) galima subalansuoti ir potencialiai sumažinti neigiamą agronominį poveikį, tai yra dirvožemio ir augalų produktyvumo sumažėjimą.

Užsienio šalių tyrėjų patirtis taip pat pateikia nuomonę, jog stabili ir nuosekli parama politika yra ekologinio ūkininkavimo plėtros sąlyga (Luczka, Kalinowski, 2020; Baker et al., 2023). Nors įvairūs veiksniai skirtingai įtakoja ūkininkaujančių ūkių rezultatus, tačiau išmokų dalis labai svarbi, bet ūkininkai turi ir kitokios motyvacijos (Plakytė, 2023; Kujala et al., 2022).

Remdamiesi viešai ir įvairiose apklausose išsakoma Lietuvos ūkininkų nuomone, Ekologinių ūkių asociacijos sukaupta patirtimi ir analizėmis, galime konstatuoti, jog vienas iš

pagrindinių ekologinio ūkininkavimo plėtrą lemiančių veiksnių – ūkininkams skiriamos išmokos. Jų įtaka atsispindi ekologinių ūkių plėtroje atskirais metais – jas sumažinus, mažėja plotai, dalis ūkininkų nutraukia ūkininkavimą, jas kiek padidinus – atsiranda daugiau suinteresuotų ekologiniu ūkininkavimu. Tačiau pagal iki šiol besikaitaliojančią tvarką ir susiklostančią situaciją kyla klausimų kaip iš tikrųjų ji turi būti skiriama. Kiti veiksniai – daugiau išoriniai (kainos, rinka, vartotojas) ir paveikti labai sunku. Tačiau ieškoti būdų – būtina. Turime ieškoti motyvacinių priemonių, kurios galėtų patraukti ūkininkaujančius tradiciškai pakeisti pasirinkimą, todėl reikia bendrų pastangų – politika, mokslas, aplinkosaugininkai, konsultavimas, perdirbėjai-pardavėjai, tikslinės asociacijos ir vartotojai. Ūkininkus galėtų remti ir kiti ūkininkavimo sistemos vertės grandinėje dalyvaujantys subjektai, kad būtų galima įgyvendinti tvaresnes ir atsparesnes ūkininkavimo sistemas. Suprantama, jog visuomet egzistuoja tam tikri nuogastavimai: padidinus subsidijas didėja plotai, tačiau tik mažo deringumo regionuose. O ar didės vidurio Lietuvoje? Ar gerės pasėlių struktūra? Ar pakaks rūpesčio dirvožemiui ir t.t.

Naudinga plėtoti EIP projektus ir kitus mokslinius tyrimus (ir tarptautinius projektus), įjungiant ūkininkus tiek ekologinio ūkininkavimo, tiek įprastinius ūkius kartu, stiprinti mokslinių rezultatų sklaidą, organizuojant tikslinius seminarus, lauko dienas, plėtoti įvairiausių konkursus, parodas. Susikoncentravimas į mokslinius tyrimus kartu įtraukiant ūkininkus bei visos vertės grandinės dalyvius galėtų padėti sumažinti numanomas rizikas, kartu didinant inovatyvesnę rinkodarą ir informuotumo didinimą, o tai galėtų skatinti paklausą. Veiksmingesnė komunikacijos strategija, pabrėžianti socialinę ir aplinkosauginę naudą, galėtų padėti sustiprinti ekologinio ūkininkavimo išskirtinumą. Glaudesnių ryšių puoselėjimas su sveikatos, aplinkosaugos, maisto, švietimo, kultūros sistemų atstovais galėtų išplėsti ekologinio ūkininkavimo žinomumą ir vertingumą.



Viena tokių parodų „Ekologinės augalininkystės technologijų paroda-forumas „EKO AgrITech“, kurios organizatorius Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centras kartu su partneriais Lietuvos ekologinių ūkių asociacija, Lietuvos žemės ūkio konsultavimo tarnyba ir „Ekoagros“. Renginiu siekiama: - suburti mokslininkus, konsultantus, ūkininkus bei kitus su ekologiniu žemės ūkiu susijusius verslo atstovus; - pristatyti naujausius mokslo pasiekimus bei technologijas ekologiniame žemės ūkyje; - konsultuoti ir atsakyti į ūkininkams rūpimus klausimus; - sudaryti erdvę ekologinės produkcijos gamintojų ir perdirbėjų diskusijoms. Pirmoji ekologinės augalininkystės technologijų paroda „EkoAgriTech“ Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro (LAMMC) Žemdirbystės instituto ekologiniame įvyko 2023 metais (Akademija Kėdainių rajone). Parodoje dalyvavo kartu su mokslininkais, konsultantai, ūkininkais, ekologiškos produkcijos gamintojai ir perdirbėjai. Tikėtina, jog ekologams tokios parodos ypač reikalingos ir naudingos, nes padeda įgyti žinių bei pasidalinti patirtimis.

Bendras susivienijimas - politika, mokslas, aplinkosaugininkai, konsultavimas, perdirbėjai-pardavėjai, tikslinės asociacijos ir vartotojai! Tokio susivienijimo išraiška būtų: - geresnis

atlygis už ekologinio žemės ūkio ir maisto gamybos socialines paslaugas; - ekologiško maisto perdirbimo tinkamesnis rėmimas ir didinimas jo dalies maitinime; - mokslinių tyrimų, žinių perdavimo, duomenų prieinamumo ir ekologiškos maisto grandinės infrastruktūros stiprinimas; - maistinių medžiagų valdymo gerinimas bei kitų inovatyvių technologijų taikymas ūkininkų ūkiuose; - bendradarbiavimo tarp ūkininkų skatinimas; - bendro iniciatyvumo didinimas.

Apibendrinant reikia konstatuoti, jog reikalinga sutelkti dėmesį įvairioms įmanomoms priemonėms: agrotechnologijoms ir jų sklaidai, ūkininkų patirtims, konsultavimui, naujiems moksliniams tyrimams, ekologinio ūkininkavimo bendruomenei, visuomenei! Veiksmingesnė tarpusavio komunikacija!

Literatūra

1. Alvarez R. (2022) Comparing Productivity of Organic and Conventional Farming Systems: A Quantitative Review, *Archives of Agronomy and Soil Science*, 68:14, 1947-1958, DOI: 10.1080/03650340.2021.1946040
2. Arlauskienė A., Jablonskytė-Raščė D., Šlepetienė A. 2020. Effect of legume and legume-festulolium mixture and their mulches on cereal yield and soil quality in organic farming. *Archives of Agronomy and Soil Science*, Vol. 66 (8):1058-1073.
3. Arlauskienė A., Jablonskytė-Raščė D., Šarūnaitė L., Toleikienė M., Masilionytė L., Gecaitė V., Kadžiulienė Ž. 2021. Perennial forage legume cultivation and their above-ground mass management methods for weed suppression in arable organic cropping systems. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 8: 34.
4. Arlauskienė A., Šarūnaitė L., Kadžiulienė Ž. 2021. Agronomic practice and performance of organic farms in different environmental conditions in Lithuania. *Biological Agriculture & Horticulture*, Vol. 37 (2): 91-106.
5. Arlauskienė A., Šarūnaitė L. 2023. Cover crop yield, nutrient storage and release under different cropping technologies in the sustainable agrosystems. *Plants*, 12 (16): 2966.
6. Autret B, Mary B., Strullu L., Chlebowski F., Mäder P., ayer J., Olesen J.E., Beaudoin N. 2020. Long-term modelling of crop yield, nitrogen losses and GHG balance in organic cropping systems. *Science of the Total Environment* 710 (2020) 134597. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134597>
7. Baker E., Kerr R.B. , Deryng D., Farrell A. , Gurney-Smith H., Thornton P. 2023. Mixed farming systems: potentials and barriers for climate change adaptation in food systems. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 62:101270.
8. Bang R., Hansen B. G., Guajardo M., Sommersteth J.K., Flaten O., Asheim L.J. 2024. Conventional or organic cattle farming? Trade-offs between crop yield, livestock capacity, organic premiums, and government payments. *Agricultural Systems* 218 (2024) 103991. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.103991>
9. Barbieri P, Pellerin S, Seufert V et al (2021) Global option space for organic agriculture is delimited by nitrogen availability. *Nat Food* 2:363–372. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00276-y>
10. Barbieri, P., Starck, T., Voisin, A.-S., Nesme, T., 2023. Biological nitrogen fixation of legumes crops under organic farming as driven by cropping management : a review. *Agric. Syst.* 205, 103579 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103579>.
11. Borghino N., Wissinger L., Erb K.-H., Mou̇el C., Nesme T. 2024. Organic farming expansion and food security: A review of foresight modeling studies. *Global Food Security* 41 (2024) 100765. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2024.100765>
12. Bünemann, E. et al, 2018. Soil quality – a critical review. *Soil Biology and Biochemistry* 120, 105-125.
13. Cadel M., Cousin I., Therond O. 2023. Relationships between soil ecosystem services in temperate annual field crops: A systematic review. *Science of the Total Environment* 902 (2023) 165930. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165930>
14. de la Cruz V., Tantriani V., Cheng W., Tawaraya K. 2023. Yield gap between organic and conventional farming systems across climate types and sub-types: A meta-analysis. *Agricultural Systems* 211 (2023) 103732
15. Cougnon, M., Durand, J.L., Julier, B. *et al.* Using perennial plant varieties for use as living mulch for winter cereals. A review. *Agron. Sustain. Dev.* **42**, 110 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00844-x>
16. Darnhofer I, Lindenthal T, Bartel-Kratochvil R, Zollitsch W. 2010. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agron Sustain Dev.* 30(1):67–81.
17. Debuschewitz, E., Sanders, J., 2022. Environmental impacts of organic agriculture and the controversial scientific debates. *Organic Agriculture* 12 (1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13165-021-00381-z>
18. Döring T.F., Neuhofer D. 2021. Upper limits to sustainable organic wheat yields. *Scientific Reports*, 11:12729. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-91940-7>
19. Doltra J, Olesen JE. 2013. The role of catch crops in the ecological intensification of spring cereal in organic farming under Nordic climate. *Eur J Agron.* 44:98–108.
20. Erekaló K.T., Pedersen S.M., Christensen T., Denver S., Gemtou M., Fountas S., Isakhanyan G.. 2024. Review on the contribution of farming practices and technologies towards climate-smart agricultural outcomes in a European context. *Smart Agricultural Technology*, 7, 100413.

21. Fess, T.L., Benedito, V.A., 2018. Organic versus conventional cropping sustainability: a comparative system analysis. *Sustainability* 10 (1), 1-42. <https://doi.org/10.3390/su10010272>.
22. Freyer B., Ellssel P., Friedel J. K., Möller K. 2023. The contribution of organic farming systems to soil fertility - A systems perspective. *Encyclopedia of Soils in the Environment, Second Edition* <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00240-8>
23. Gamage A., Gangahagedara R., Gamage J., Jayasinghe N., Kodikara N., Suraweera P., Merah O. 2023. Role of organic farming for achieving sustainability in agriculture. *Farming System 1*, 100005. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005>
24. Gattinger, A. et al, 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109, 18226-18231.
25. Gečaitė V., Arlauskienė A., Cesevičienė J. 2021. Competition Effects and Productivity in Oat–Forage Legume Relay Intercropping Systems under Organic Farming Conditions. *Agriculture*, Vol. 11 (2): 99.
26. Giampieri F., Mazzoni L., Cianciosi D., Alvarez-Suarez J. M., Regolo L., S´anchez-Gonz´alez C., Capocasa F., Xiao J., Mezzetti B., Battino M. 2022. Organic vs conventional plant-based foods: A review . *Food Chemistry*, 383, 132352
27. Holka M., J. Kowalska, M. Jakubowska, Reducing Carbon Footprint of Agriculture-Can Organic Farming Help to Mitigate Climate Change? *Agriculture* 12 (2022) 1383, <https://doi.org/10.3390/agriculture12091383>.
28. IPCC, 2022. Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
29. Iqbal, R., Raza, M.A.S., Valipour, M. *et al.* Potential agricultural and environmental benefits of mulches—a review. *Bull Natl Res Cent* **44**, 75 (2020). <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00290-3>
30. Jodaugienė ir kt. Ekologinės gamybos ūkių aprūpinimas maisto medžiagomis: natūralios, gyvulinės ir augalinės kilmės trąšos, ūkio NPK (azoto, fosforo, kalio) balansas (ŽŪM Ataskaita, 2017), Kaunas, 166p.
31. Kirchman H, Kätterer T, Bergström L, Börjesson G, Bolinder MA. 2016. Flaws and criteria for design and evaluation of comparative organic and conventional cropping systems. *Field Crops Res.* 186:99–106
32. Knapp, S. and van der Heijden, M., 2018. A global meta-analysis of yield stability in organic and conservation agriculture. *Nature Communications* 9, 3632.
33. Krauss, M. et al, 2022. Reduced tillage in organic farming affects soil organic carbon stocks in temperate Europe. *Soil and Tillage Research*.
34. Krauss, M., Berner, A., Perrochet, F. *et al.* Enhanced soil quality with reduced tillage and solid manures in organic farming – a synthesis of 15 years. *Sci Rep* **10**, 4403 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61320-8>
35. Kujala S., Hakala O., Viitaharju L. 2022. Factors affecting the regional distribution of organic farming. *Journal of Rural Studies* 92 (2022) 226–236. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2022.04.001>
36. Lal, R. Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Glob. Chang. Biol.* **2018**, 24, 3285–3301.
37. Lal R. Farming systems to return land for nature: It's all about soil health and re-carbonization of the terrestrial biosphere. 2023. *Farming System 1* (2023) 100002. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100002>
38. Lorenz, K., Lal, R., 2023. *Organic Agriculture and Climate Change*. Springer Nature, Switzerland, p. 232. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-17215-1..>
39. Lampkin, N.H, et al, 2015. *The Role of Agroecology in Sustainable Intensification*. Report for the Land Use Policy Group. Organic Research Centre, Elm Farm and Game & Wildlife Conservation Trust.
40. Leduc G., Billaudet L., Engstrom E., Hansson H., Ryan M. Farmers’ perceived values in conventional and organic farming: A comparison between French, Irish and Swedish farmers using the Means-end chain approach. *Ecological Economics* 207 (2023) 107767. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107767>
41. Lin HC, Hülsbergen KJ. 2017. A new method for analyzing land-use efficiency, and its application in organic and conventional farming systems in southern Germany. *Eur J Agron.* 83:15–27.
42. Loes AK, Adler S (2019) Increased utilisation of renewable resources: dilemmas for organic agriculture. *Org Agric.* <https://doi.org/10.1007/s13165-018-00242-2>
43. McKenna P., Cannon N., Conway J., Dooley J., The use of red clover (*Trifolium pratense*) in soil fertility-building: A Review, *Field Crops Research*, Volume 221, 2018, Pages 38-49,

44. Masionytė L., Kriauciūnienė Z., Šarauskis E., Arlauskienė A., Krikštolaitis R., Šlepetienė A., Jablonskytė-Raščė D., Quirijn de Jong van L. 2021. Effect of long-term crop rotation and fertilisation management on soil humus dynamics in organic and sustainable agricultural management systems. *Soil Research*. Vol. 59 (6):573-585.
45. Meemken E.-M., Qaim M. 2018. Organic Agriculture, Food Security, and the Environment. *Annu. Rev. Resour. Econ.* 2018. 10:39–63. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100517-023252>
46. Meemken EM, Qaim M. 2018. Organic agriculture, food security, and the environment. *Ann Rev Res Econom.* 10:39–63.
47. Migliorini P, Wezel A. 2017. Converging and diverging principles and practices of organic agriculture regulations and agroecology. A review. *Agron Sustain Dev.* 37:63.
48. Miksa O., Chen X., Baležentienė L., Streimikiene D., Balezientis T. 2020. Ecological challenges in life cycle assessment and carbon budget of organic and conventional agroecosystems: A case from Lithuania. *Science of The Total Environment*. Vol.714, 136850. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136850>;
49. Moller K (2018) Soil fertility status and nutrient input–output flows of specialised organic cropping systems: a review. *Nutr Cycl Agroecosyst* 112:147–164. <https://doi.org/10.1007/s10705-018-9946-2>
50. Moyo H, Davies WP, Cannon ND, Conway JS. 2016. Influences of two-year red clover-grass ley management on nitrogen economy and following wheat performance *Biol Agric Hortic.* 32(2): 98–109.
51. Morais, T.G., Teixeira, R.F.M., Lauk, C., Theurl, M.C., Winiwarter, W., Mayer, A., Kaufmann, L., Haberl, H., Domingos, T., Erb, K.-H., 2021. Agroecological measures and circular economy strategies to ensure sufficient nitrogen for sustainable farming. *Global Environ. Change* 69, 102313. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102313>.
52. Moschitz H., Muller A., U. Kretzschmar, L. Haller, M. Porras, C. Pfeifer, et al., How can the EU Farm to Fork strategy deliver on its organic promises? Some critical reflections, *EuroChoices* 20 (2021) 30–36, <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12294>.
53. Muller A, Schader C, El-Hage Scialabba N, Brüggemann J, Isensee A, Erb KH, Smith P, Klocke P, Leiber F, Stolze M, et al. 2017. Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nat Commun.* 18:1290.
54. Nemecek, T., Hayer, F., Bonnin, E., Carrouée, B., Schneider, A., Vivier, C. 2015. Designing eco-efficient crop rotations using life cycle assessment of crop combinations. *Europ. J. Agronomy*, 65: 40–51
55. Nitzko S. 2024. Consumer evaluation of food from pesticide-free agriculture in relation to conventional and organic products. *Farming System* 2 100112. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2024.100112>
56. Niether W. , Macholdt J., Schulz F., Gattinger A. Yield dynamics of crop rotations respond to farming type and tillage intensity in an organic agricultural long-term experiment over 24 years. *Field Crops Research* 303 (2023) 109131
57. Page, K.L.; Dang, Y.P.; Dalal, R.C. The ability of conservation agriculture to conserve soil organic carbon and the subsequent impact on soil physical, chemical, and biological properties and yield. *Front. Sustain. Food Syst.* **2020**, *4*, 31
58. Pearsons K. A., Omondi E. C. Zinati G., Smith A., Rui Y. 2023. A tale of two systems: Does reducing tillage affect soil health differently in long-term, side-by-side conventional and organic agricultural systems? *Soil & Tillage Research* 226 (2023) 105562. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105562>
59. Pekarskas J., Ilgalaikio ekologinio ūkininkavimo praktiniai rezultatai. *Mano ūkis*. 2023/10.
60. Peng Y., Wang L., Jacinthe P.-A., Ren W. 2024. Global synthesis of cover crop impacts on main crop yield. *Field Crops Research* 310 (2024) 109343. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2024.109343>
61. Plakytė I. 2023. Veiksniai lemiantys ekooginio ūkio veiklą. *Vadyba*, 20, 201-205.
62. Preissel S., Reckling M., Schläfke N., Zander P. 2015. Magnitude and farm-economic value of grain legume pre-crop benefits in Europe: A review. *Field Crops Research*, 175: 64–79
63. Pittelkow C. M., Linquist B. A., Lundy M. E., Liang X., Van Groenigen K. J., Lee J., Van Kessel C. 2015. When does no-till yield more? A global meta-analysis. *Field crops research*, 183: 156-168
64. Reeve JR, Hoagland LA, Villalba JJ, Carr PM, Atucha A, Cambardella C, Davis DR, Delate K. 2016. Organic farming, soil health, and food quality: considering possible links. *Adv Agron.* 137:319–367.
65. Rees C., Grovermann C., Finger R. 2023. National organic action plans and organic farmland area growth in Europe.. *Food Policy* 121,102531. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102531>
66. Reimer M, Hartmann TE, Oelofse M et al (2020a) Reliance on biological nitrogen fixation depletes soil phosphorus and potassium reserves. *Nutr Cycl Agroecosyst* 118:273–291.

68. Reimer M, Moller K, Hartmann TE (2020c) Meta-analysis of nutrient budgets in organic farms across Europe. *Org Agric* 10:65–77. <https://doi.org/10.1007/s13165-020-00300-8>
69. Reimer M, Oelofse M, Bunemann E, et al (2020b) Nutri-Gadget—Farm gate nutrient budgets for organic farming. <https://orgprints.org/id/eprint/38025/>.
70. Reimer M., Oelofse M., Muller-Stover C., Möller K., Bünemann E. K., Bianchi S., Vetemaa A., Drexler D., Trugly B., Raskin B., Blogg B., Rasmussen A., Verrastro V., Magid J. 2023. Sustainable growth of organic farming in the EU requires a rethink of nutrient supply. *Nutr Cycl Agroecosyst*. <https://doi.org/10.1007/s10705-023-10297-7>
71. Schrama, M. et al, 2018. Crop yield gap and stability in organic and conventional farming systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 256, 123-130
72. Seufert V, Ramankutty N. 2017. Many shades of gray-The context-dependent performance of organic agriculture. *Sci Adv*. 3:e1602638.
73. Squalli J., Adamkiewicz G. 2023. The spatial distribution of agricultural emissions in the United States: The role of organic farming in mitigating climate change. *Journal of Cleaner Production* 414 137678. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137678>
74. Skinner, C. et al, 2019. The impact of long-term organic farming on soil-derived greenhouse gas emissions. *Scientific Reports*, 9:1702.
75. Smith LG, Jones PJ, Kirk GJD, Pearce BD, Williams AG. 2018. Modelling the production impacts of a widespread conversion to organic agriculture in England and Wales. *Land Use Policy*. 76:391–404
76. Smith, L.G., Lampkin, N.H., 2019. Greener farming: managing carbon and nitrogen cycles to reduce greenhouse gas emissions from agriculture. In: Letcher, T.M. (Ed.), *Managing Global Warming*. Academic Press, United Kingdom, pp. 553-577.
77. Smith C., Rieser C.J., Davis A.G., Taylor J.M., Adesanya A.W., Jones M.S., Meier A.R., Reganold J.P., Orpet R.J., Northfield T.D., Crowder D.W., 2019. Organic Farming Provides Reliable Environmental Benefits but Increases Variability in Crop Yields: A Global Meta-Analysis. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 3, 82.
78. St-Martina A., Vico G., Bergkvist G., Bommarco R. (2017). Diverse cropping systems enhanced yield but did not improve yield stability in a 52-year long experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 247 337–342
79. Stolte, J. et al (eds), 2016. *Soil threats in Europe*.
80. Streimikis J, Baležentis T. Agricultural sustainability assessment framework integrating sustainable development goals and interlinked priorities of environmental, climate and agriculture policies. *Sustainable Development*.2020;28:1702–1712. <https://doi.org/10.1002/sd.2118>
81. Stubenrauch J., Ekardt F., Heyl K., Garske B., Schott V.L., Ober S.2021. How to legally overcome the distinction between organic and conventional farming - Governance approaches for sustainable farming on 100% of the land. *Sustainable Production and Consumption* 28 (2021) 716–725 <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.006> (galima prie subsidijų tobulinimo priėti)
82. Šlepetienė, A.; Kadžiulienė, Ž.; Feizienė, D.; Liaudanskienė, I.; Amalevičiūtė-Volungė, K.; Šlepetys, J.; Velykis, A.; Armolaitis, K.; Skersienė, A. The distribution of organic carbon, its forms and macroelements in agricultural soils. *Zemdirbyste-Agriculture* 2020, 107, 291–300.
83. Valkama E., Lemola R., Känkänen H., Turtola E., Meta-analysis of the effects of undersown catch crops on nitrogen leaching loss and grain yields in the Nordic countries, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 203, 2015, Pages 93-101,
84. van Balen D., Cuperus F., Haagsma W., de Haan J., van den Berg W., Sukkel W.. Crop yield response to long-term reduced tillage in a conventional and organic farming system on a sandy loam soil. *Soil & Tillage Research* 225 (2023) 105553. <https://doi.org/10.1016/j.still.2022.105553>
85. Tarpinių pasėlių auginimo rekomendacija 2024m. https://www.lammc.lt/data/public/uploads/2024/06/tarpiniai_augalai.pdf
86. Thapa, R., Mirsky, S.B. and Tully, K.L. (2018), Cover Crops Reduce Nitrate Leaching in Agroecosystems:A Global Meta-Analysis. *J. Environ. Qual.*, 47: 1400-1411. <https://doi.org/10.2134/jeq2018.03.0107>
87. Tripolskaja L, Kazlauskaitė-Jadzevice A, Razukas A. Organic Carbon, Nitrogen Accumulation and Nitrogen Leaching as Affected by Legume Crop Residues on Sandy Loam in the Eastern Baltic Region. *Plants*. 2023; 12(13):2478. <https://doi.org/10.3390/plants12132478>
88. Viešosios įstaigos „Ekoagros“ 2023 metų veiklos ataskaita. 2023 ir kt., <https://www.ekoagros.lt/veiklos-ataskaitos-2>

89. Vincent-Caboud, L., Casagrande, M., David, C. *et al.* Using mulch from cover crops to facilitate organic no-till soybean and maize production. A review. *Agron. Sustain. Dev.* **39**, 45 (2019).
<https://doi.org/10.1007/s13593-019-0590-2>
90. Vincent-Caboud, L.; Peigné, J.; Casagrande, M.; Silva, E.M. Overview of Organic Cover Crop-Based No-Tillage Technique in Europe: Farmers' Practices and Research Challenges. *Agriculture* **2017**, *7*, 42.
<https://doi.org/10.3390/agriculture7050042>
91. Vogeler I., Hansen E.M., Thomsen I.K., The effect of catch crops in spring barley on nitrate leaching and their fertilizer replacement value, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 343, 2023, 108282, ISSN 0167-8809,
92. Wesseler J. The EU 's FARM-TO-FORK strategy: An assessment from the perspective of agricultural economics, *Applied Eco Perspectives Pol* 44 (2022) 1826–1843, <https://doi.org/10.1002/aapp.13239>.
93. Wilbois K.P., J. Schmidt, Reframing the Debate Surrounding the Yield Gap between Organic and Conventional Farming, *Agronomy* 9 (2019) 82, <https://doi.org/10.3390/agronomy9020082>.
94. Wittwer R.A., S.F. Bender, K. Hartman, S. Hydbom, R.A.A. Lima, V. Loiza, et al., Organic and conservation agriculture promote ecosystem multifunctionality, *Sci. Adv.* 7 (2021) eabg6995,
<https://doi.org/10.1126/sciadv.abg6995>.
95. Zikeli, S.; Gruber, S. Reduced Tillage and No-Till in Organic Farming Systems, Germany—Status Quo, Potentials and Challenges. *Agriculture* **2017**, *7*, 35. <https://doi.org/10.3390/agriculture7040035>

Viešininimas

1. Žodinis pranešimas «Ekologinis žemės ūkis ES žaliojo kurso kontekste». Žemės ūkio mokslo tarybos posėdis prie ŽŪM, apie 20 dalyvių/klausytojų, 2024-05-05
2. Ekologiniai augalininkystės ūkiai: inovacijos patirtys. LAMMC seminaras “Žemės ūkio, maisto ūkio mokslinių tyrimai ir taikomoji veikla”, 2024 m.lapkričio 13 d.

SUDERINTA:

(Tyrimų priežiūros komisijos pirmininkas)

(Vardas, Pavardė)

(Data)