



Vytauto Didžiojo universitetas Žemės ūkio akademija

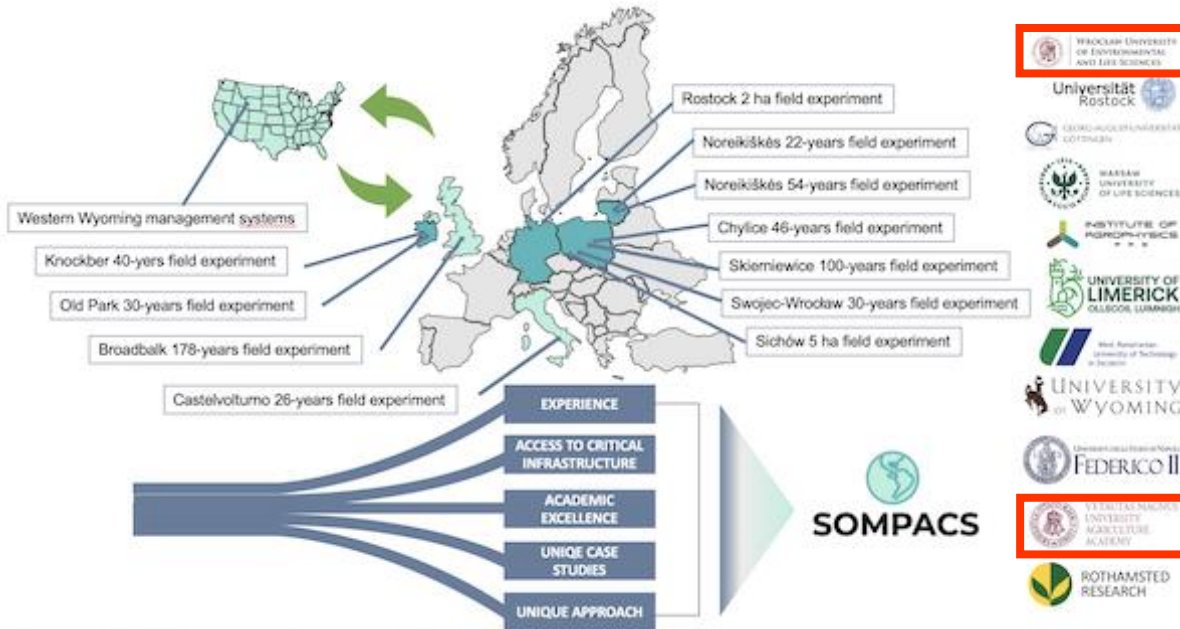
TMTTV projektas

*Dirvožemio panaudojimo poveikis dirvožemio organinės
medžiagos savybėms ir anglies sekvestracijai
(SOMPACS)*

Projekto vadovas: prof. dr. Vaclovas Bogužas
Vykdytojai: A. Marcinkevičienė, Z. Kriaučiūnienė,
R. Vaisvalavičius, V. Steponavičienė, L. Skinulienė

ŽŪM, 2026 01 28

SOMPACS projektas apjungė skirtingų Europos ir kitų šalių mokslininkų turimas kompetencijas (iš viso **13 partnerių**), patirtis bei įrangą tose šalyse vykdomų ilgalaikių (22–178 metų) lauko eksperimentų rezultatams įvertinti, naudojant vieningas metodikas ir taikant šiuolaikinius tyrimų metodus.



TMTTV projekto koordinatorius –
 Vroclavo aplinkos ir gyvybės mokslų universiteto (UPWr) Dirvožemio mokslo ir aplinkos apsaugos institutas (**Lenkija**)

TMTTV projekto partneris Lietuvoje – Vytauto Didžiojo universiteto Žemės ūkio akademija

1 pav. SOMPACS projekto ilgalaikių lauko eksperimentų vietos

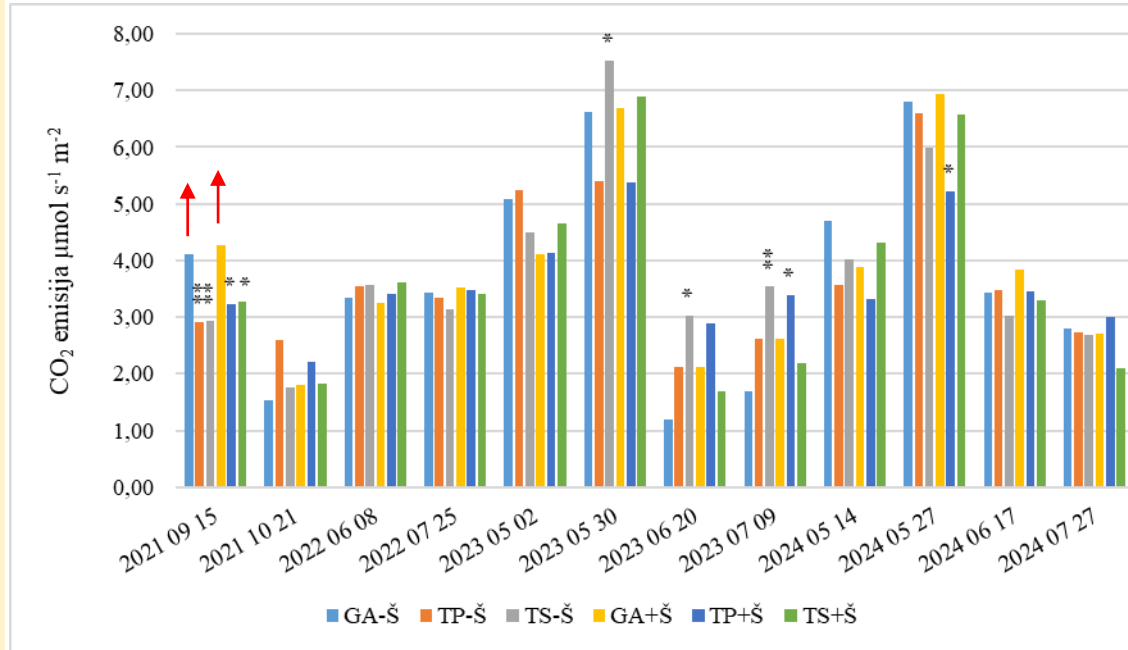
Projekto tikslas – atskleisti dirvožemio organinės medžiagos kiekį didinančias ūkininkavimo praktikas, ypatingą dėmesį skiriant mikroorganizmų ardymui atsparioms organinės medžiagos sankaupoms tirti.

Šiam tikslui pasiekti panaudoti du ilgalaikiai lauko eksperimentai VDU ŽŪA Bandymų stotyje :

- I. Įprastinio bei nulinio žemės dirbimo be ir su tarpiniais pasėliais poveikio tyrimai (įrengtas 2000 m.) .
- II. Kukurūzų ir rugių, auginamų 54 metus monopasėlyje be trąšų ir su mineralinėmis trąšomis bei sėjomainoje su mineralinėmis ir organinėmis trąšomis ir nuolatinio juodojo pūdymo poveikio tyrimai.

Projekto išvados

1 išvada: Po gilaus arimo CO₂ emisija iš dirvos paviršiaus esmingai didesnė nei nedirbtoje žemėje su tarpiniais pasėliais ar be jų dėl didesnio dirvožemio aeravimo ir organinės medžiagos skilimo. Po arimo praėjus 1,5-2 mėnesio CO₂ emisijos esminių skirtumų nebuvo nustatyta nes augant augalams jų šaknų sistema ir mikrobiologiniai procesai tampa pagrindiniais CO₂ emisijų reguliatoriais. **Gilaus arimo pakeitimas augalų auginimu nedirbant žemės su tarpiniais pasėliais ar be jų leidžia sumažinti CO₂ emisijas 1,5-2 mėnesio, tuo pačiu ir neigiamą ūkininkavimo poveikį klimato kaitai.**



2 pav. Dirvožemio CO₂ emisija po žemės dirbimo, vegetacijos pradžioje, viduryje ir pabaigoje 2021- 2024 m.

Pastaba: A veiksnys: -š – be šiaudų (kontrolė), +š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys GA – gilus arimas (kontrolė), TP – be žemės dirbimo su tarpiniais pasėliais, TS – be žemės dirbimo bei tarpinių pasėlių. Esminio skirtumo tikimybės lygis: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$.

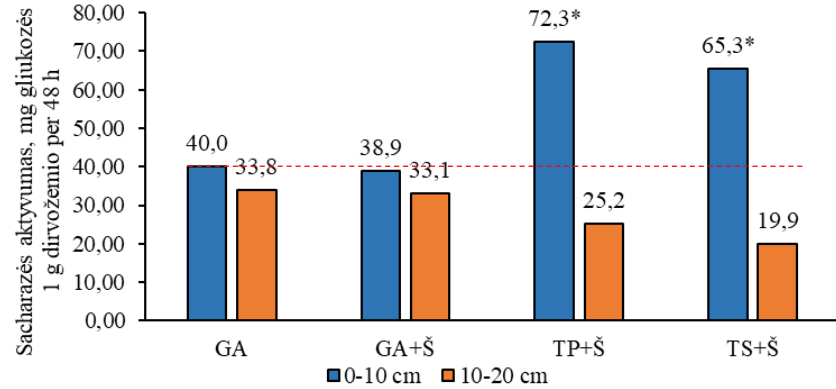
2 išvada: Technologija be žemės dirbimo, ypač derinama su tarpiniais pasėliais, didina dirvožemio organinės anglies kiekį, todėl didėja anglies sekvestracija ir dirvožemio sveikata. Taip pat labai padidėjo humino frakcija, kuri laikoma ypač stabiliomis ir ilgalaikėmis anglies sankaupomis. Ši ūkininkavimo praktika pagerino huminių ir fulvo rūgščių frakcijų kaupimąsi dirvožemyje, o tai gerina organinės medžiagos kokybę ir dirvožemio sveikatą.

1 lentelė. Dirvožemio organinės anglies kiekio ir dirvožemio organinės medžiagos (SOM) frakcijų pokyčiai, 2022 m.

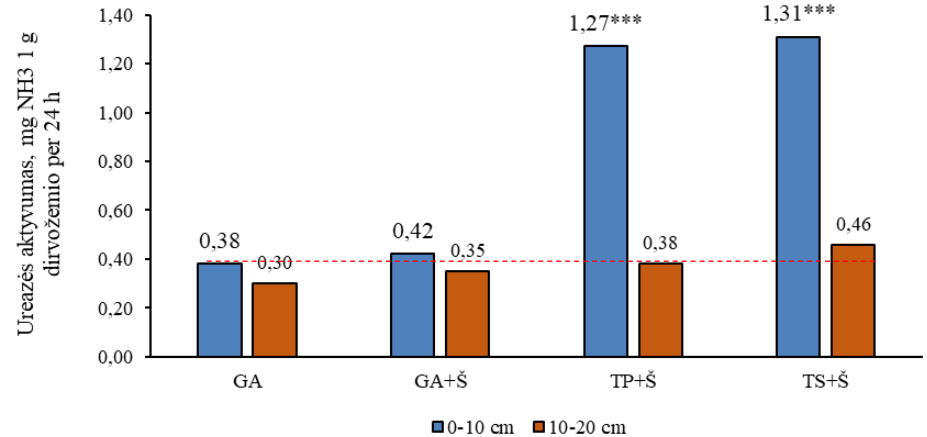
	Bendra organinė anglis	Laisvoji organinės medžiagos frakcija	g kg ⁻¹			C% in TOC				Humines rūgštys/ Fulvinės rūgštys
			Humines rūgštys	Fulvinės rūgštys	Huminas	Laisvoji organinės medžiagos frakcija	Humines rūgštys	Fulvinės rūgštys	Huminas	
GA-Š	18,1	0,74	9,53	2,87	4,92	4,10	52,80	15,88	27,22	3,34
GA+Š	20,9	0,77	8,89	7,21***	4,04	3,69	42,78*	34,28***	19,25*	1,42*
TP+Š	34,1**	1,10*	16,09***	7,80***	9,09**	3,24	47,29	22,83**	26,64	2,38*
TS+Š	30,3**	0,99	17,94***	5,32**	6,02*	3,28	60,10*	16,78	19,84*	4,43*

Pastaba: A veiksnys: -Š – be šiaudų (kontrolė) , +Š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys GA – gilus arimas (kontrolė), TP – be žemės dirbimo su tarpiniais pasėliais, TS – be žemės dirbimo bei tarpinių pasėlių. Esminio skirtumo tikimybės lygis: * - P≤0,05 ** - P≤0,01; *** - P≤0.001.

3 išvada: Ilgalaikis technologijos be žemės dirbimo su tarpiniais pasėliais ar be jų taikymas esmingai didina dirvožemio fermentų aktyvumą. Viršutiniame 0-10 cm armens sluoksnyje sacharazės aktyvumas padidėjo nuo 1,1 iki 1,9 karto, ureazės - nuo 2,5 iki 3,6 karto, palyginti su giliu arimu be ir su šiaudais. Fermentų sacharazės ir ureazės aktyvumas 10-20 cm armens sluoksnyje skirtingai dirbtuose laukeliuose esmingai nesiskyrė.



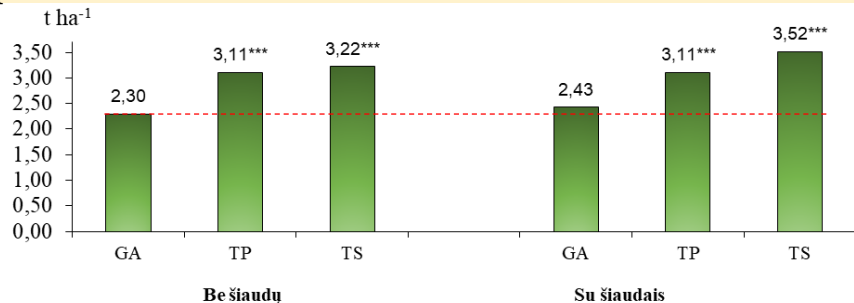
3 pav. Fermento sacharazės aktyvumas vasarinių miežių agrocenozeje, 2024 m.



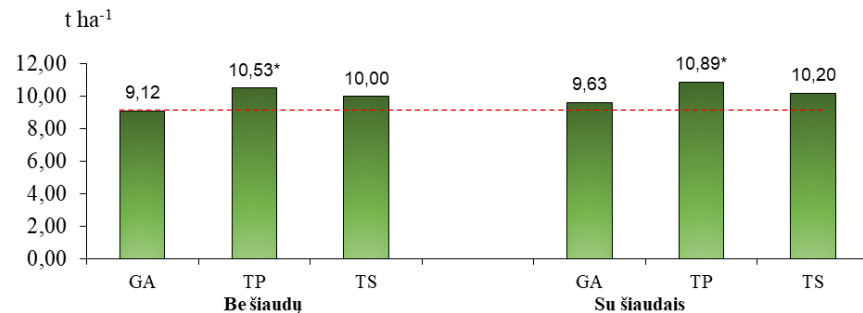
4 pav. Fermento ureazės aktyvumas vasarinių miežių agrocenozeje, 2023 m.

4 išvada: Ilgalaikis (nuo 2000 m.) technologijos be žemės dirbimo su tarpiniais pasėliais ar be jų taikymas, derinyje su šiaudais ar be jų, 2022 m. klimatinėmis sąlygomis esmingai **padidino** žieminių rapsų derlingumą, o 2023 m. - žieminių kviečių derlingumą, o 2024 m. nustatyta vasarinių miežių derlingumo didėjimo tendencija. Palyginus su įprastu žemės dirbimu – arimu – žieminių rapsų derlingumas buvo didesnis atitinkamai 35 ir 53 %, žieminių kviečių – 19 ir 12 %, o vasarinių miežių – 9 ir 15 %.

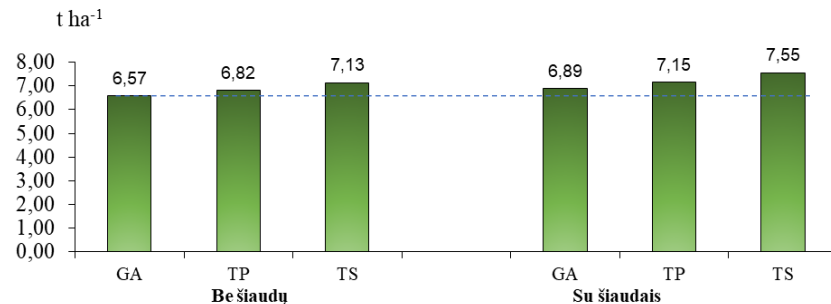
Technologijos be žemės dirbimo, ypač derinamos su tarpinių pasėlių auginimu ir augalų liekanų (šiaudų) panaudojimu, palyginti su įprastiniu arimu, po tam tikro pereinamojo laikotarpio užtikrina didesnę produktyvumo potencialą ir reikšmingai prisideda prie žemės ūkio tvarumo.



5 pav. Žieminių rapsų derlingumas 2022 m.



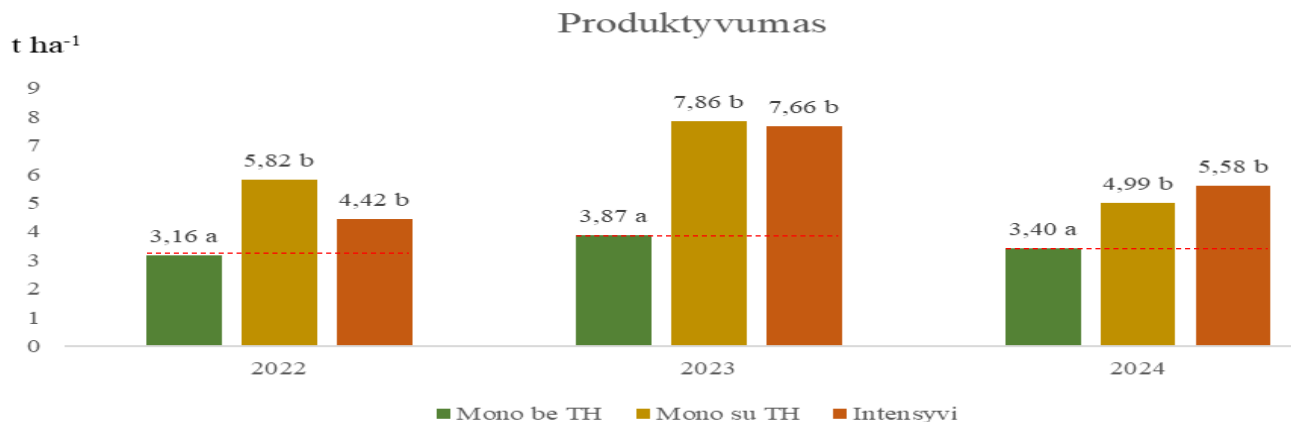
6 pav. Žieminių kviečių derlingumas 2023 m.



7 pav. Vasarinių miežių derlingumas 2024 m.

Pastaba: A veiksnys: -Š – be šiaudų (kontrolė), +Š – šiaudai susmulkinti ir paskleisti, B veiksnys GA – gilus arimas (kontrolė), TP – be žemės dirbimo su tarpiniais pasėliais, TS – be žemės dirbimo bei tarpinių pasėlių.

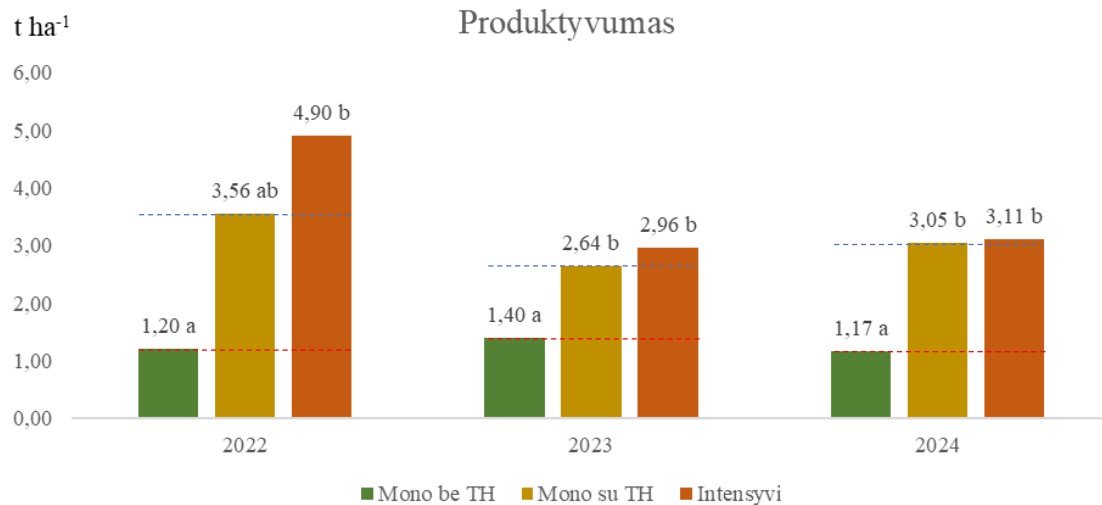
5 išvada: Monopasėlyje be trąšų ir be herbicidų auginamų žieminių rugių derlingumas mažiausias. Rugių, auginamų intensyvioje sėjomainoje ir monopasėlyje su trąšomis ir herbicidais, derlingumas buvo atitinkamai 71,5 ir 84,2 % didesnis 2022 metais. Įvertinus žieminių rugių produktyvumą 2023 m. nustatyta, kad esmingai mažesnis derlius buvo rugių monopasėlyje be trąšų ir be herbicidų, 49,48 % mažesnis už rugių derlių intensyvioje sėjomainoje ir 50,76 % mažesnis už rugių derlių monopasėlyje, kuriame naudojamos ir trąšos, ir herbicidai. 2024 metais žieminių rugių produktyvumo tendencijos išliko tokios pačios kaip 2023-2024 m. – esmingai mažesnis produktyvumas nustatytas monopasėlyje be trąšų ir be herbicidų ir jis buvo mažesnis 39,07 %, lyginant su intensyvia sėjomaina ir 31,86 %, lyginant su monopasėliu su trąšomis ir herbicidais. **Žieminių rugių derlingumas intensyvioje sėjomainoje su dideliu organinės medžiagos įnašu buvo panašus kaip 56 metus nuolatos auginamų monopasėlyje su trąšomis ir herbicidais. Žieminiai rugiai yra ne tik vieni labiausiai monopasėlių pakenčiančių augalų Lietuvoje, bet yra ir mažiau jautrūs organikos įnašo pokyčiams, t. y. nereiklūs augalai.**



9 pav. Žieminių rugių produktyvumas, 2022, 2023, 2024 m.

Pastaba: Mono be TH – monopasėlis be trąšų ir herbicidų (kontrolė), Mono su TH – monopasėlis su mineralinėmis NPK trąšomis ir herbicidais, Intensyvi – intensyvi sėjomaina su mineralinėmis ir organinėmis trąšomis bei ankštiniais augalais.

6 išvada: Kukurūzų burbuolių biomasės sausųjų medžiagų derlingumo skirtumai rodo, kad **kukurūzai labai reaguoja tiek į tręšimą mineralinėmis, tiek ir į sėjomainą su organinėmis trąšomis**. Monopasėlio su trąšomis ir herbicidais derlingumas buvo 3,0 karto didesnis 2022 m. ir 1,89 karto didesnis 2023 m. nei monopasėlio be herbicidų ir be mineralinių trąšų. **Intensyvioje sėjomainoje su dideliu organinės medžiagos įnašu kukurūzų burbuolių biomasės derlingumas SM 2022 metais buvo dar 39,8 % didesnis nei monopasėlyje su herbicidais ir mineralinėmis trąšomis, o 2023 metais nustatytas produktyvumas didesnis 10,81 % lyginant su monopasėliu su trąšomis ir herbicidais**. 2024 m. kukurūzų derlingumo rodikliai išliko panašūs – esmingai mažesnis derlius nustatytas monopasėlyje be trąšų ir be herbicidų ir jis buvo mažesnis 62,38 % lyginant su intensyvia sėjomaina, bei 61,64 % lyginant su monopasėliu su trąšomis ir su herbicidais.



10 pav. Kukurūzų burbuolių biomasės sausųjų medžiagų derlius t/ha, 2022–2024 m.

Pastaba: Mono be TH – monopasėlis be trąšų ir herbicidų (kontrolė), Mono su TH – monopasėlis su mineralinėmis NPK trąšomis ir herbicidais, Intensyvi – intensyvi sėjomaina su mineralinėmis ir organinėmis trąšomis bei ankštiniais augalais.

7 išvada: Rezultatai patvirtino teigiamą ilgalaikio organinio tręšimo **poveikį anglies sekvestracijai**, ypač lyginant su nuolatinio juodoju pūdymu. Tačiau šis poveikis labai priklauso nuo auginamo augalo – **auginant kukurūzus intensyvioje sėjomainoje dėl tręšimo mėšlu ir ankštinių augalų poveikio dirvožemyje bendrosios anglies sukaupta daugiausiai**. Šie pokyčiai nebuvo lydimi humino dalies huminėse medžiagose – atspariausios dirvožemio organinės medžiagos frakcijos – **padidėjimo**.

2 lentelė. Bendros organinės anglies skirtumai ir dirvožemio organinės medžiagos frakcijos žieminių rugių monopsėliuose, intensyvioje sėjomainoje ir nuolatiniame juodajame pūdyme

Variantai	Bendra organinė anglis	Tirpioji organinė anglis	Huminės rūgštys	Fulvinės rūgštys	Huminas	
	g kg ⁻¹		C% in TOC			g kg ⁻¹
Rugių monopsėlis be TH	11.6 ^{bc}	0.17 ^b	42.0 ^{ab}	19.1 ^{ab}	28.1 ^b	3.25
Rugių monopsėlis su TH	13.0 ^c	0.17 ^{bc}	41.6 ^{ab}	17.8 ^a	28.1 ^b	3.65
Intensyvi	12.1 ^{bc}	0.21 ^{cd}	34.2 ^a	28.8 ^b	24.7 ^{ab}	2.93
NJP	8.5 ^a	0.12 ^a	47.6 ^b	25.6 ^{ab}	14.1 ^a	1.20
Kukurūzų monopsėlis be TH	9.8 ^{ab}	0.15 ^{ab}	39.2 ^{ab}	25.4 ^{ab}	22.6 ^{ab}	2.17
Kukurūzų monopsėlis su TH	11.3 ^{bc}	0.16 ^b	43.1 ^{ab}	16.5 ^b	27.8 ^b	3.13
Intensyvi	17.5 ^d	0.22 ^d	47.6 ^b	24.6 ^{ab}	20.1 ^{ab}	3.63

Pastaba: ėminiai išanalizuoti Vakarų Pomeranijos universitete, Lenkijoje. Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ne tomis pačiomis raidėmis, yra esminiai skirtumai (P <0,05). NJP – nuolatinis juodasis pūdymas, Mono be TH – monopsėlis be trąšų ir herbicidų (kontrolė), Mono su TH – monopsėlis su mineralinėmis NPK trąšomis ir herbicidais, Intensyvi – intensyvi sėjomaina su mineralinėmis ir organinėmis trąšomis bei ankštiniais augalais.

8 išvada: Intensyvi sėjomaina, palyginti su nuolatiniais juodu pūdymu ir rugių bei kukurūzų monokultūromis, yra naudingiausia praktika ne tik anglies sekvestracijai, bet ir vandentalpos bei dirvožemio struktūros patvarumo gerinimui. Ženklus bendrosios organinės anglies padidėjimas taikant intensyvią sėjomainą lėmė ir huminių ir fulvo rūgščių kiekio padidėjimas. Humino kiekis dirvožemiuose, tiek taikant intensyvią sėjomainą, tiek ir monokultūrose, buvo didesnis nei nuolatiniam juodajam pūdymui. Tačiau, taikant intensyvią sėjomainą, humino struktūra dirvožemyje rodė mažiau pažengusią humifikacijos procesą (mažiau „senos“, gerai transformuotos huminės medžiagos), nes dėl nuolatinio šviežių organinių liekanų tiekimo, jos humifikuojasi tik praėjus tam tikram laikui. Todėl huminas, susidarantis dirvožemyje, kuriame taikoma intensyvi sėjomaina, pasižymi labiau alifatinės struktūros (kaip žaliavos įvairiems organiniams junginiams sintetinti) savybėmis nei huminas, susidarantis dirvožemyje, kuriame taikomas nuolatinis juodasis pūdymas.

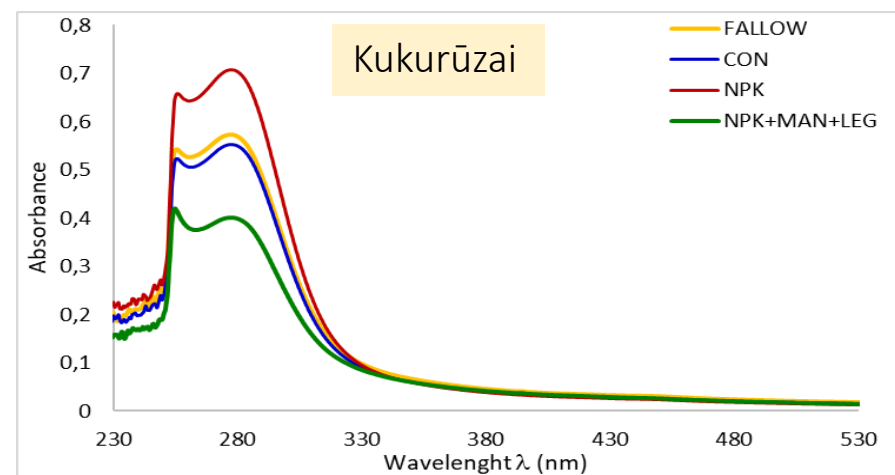
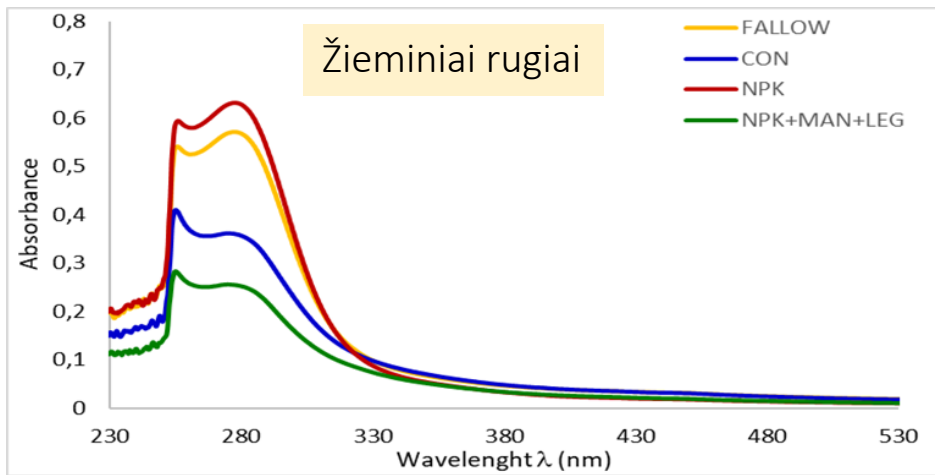
Huminas netrešiamose monokultūrose, ypač rugiuose, pasižymi panašiu aromatiškumu kaip ir pūdymas, o tai rodo didesnę „senos“, gerai transformuotos huminės medžiagos dalį. Šie rezultatai padeda geriau suprasti, kaip agroekosistemos veikia dirvožemio aplinką, įskaitant dirvožemio organinės medžiagos kaupimą ir stabilizavimą. Patvirtinta, kad ankštinių augalų, organinių trąšų ir pasėlių įvairovės integravimas yra labai svarbus ilgalaikiam dirvožemio sveikumui ir atsparumui klimato keliama stresui užtikrinti.

3 lentelė. Dirvožemio organinės anglies kiekio ir dirvožemio organinės medžiagos (SOM) frakcijų pokyčiai, 2022 m.

Variantas	Bendra organinė anglis g kg ⁻¹	FF	HA	FA	Huminas	HA/FA
		% in TOC				
RYE	13.33 d	10.75 b	42.00 a	22.73 bc	24.52 b	1.85 ab
RYE-NPK	13.00 cd	12.56 b	41.60 a	17.76 a	28.08 b	2.35 b
FAL	8.45 a	12.76 b	37.26 a	34.76 bc	14.11 a	1.11 a
MAI	8.46 ab	13.32 b	39.53 a	23.76 bc	21.94 ab	1.72 ab
MAI-NPK	11.27 bc	12.54 b	39.99 a	19.63 bc	27.85 b	2.06 ab
CRO	17.48 e	4.14 a	48.51 b	26.66 c	20.70 ab	1.87 ab

Pastaba: FF – mažos molekulinės masės frakcijos; HA – huminės rūgštys; FA – fulvo rūgštys. Skirtingos raidės žymi esminius skirtumus (pagal dispersijos analizę ir Fišerio kriterijų, $p < 0,05$). FAL – nuolatinis juodasis pūdymas, RYE – rugių monokultūra be trąšų, RYE-NPK – rugių monokultūra su mineralinėmis NPK trąšomis, MAI – kukurūzų monokultūra be trąšų, MAI-NPK – kukurūzų monokultūra su mineralinėmis NPK trąšomis, CRO – intensyvi sėjomaina.

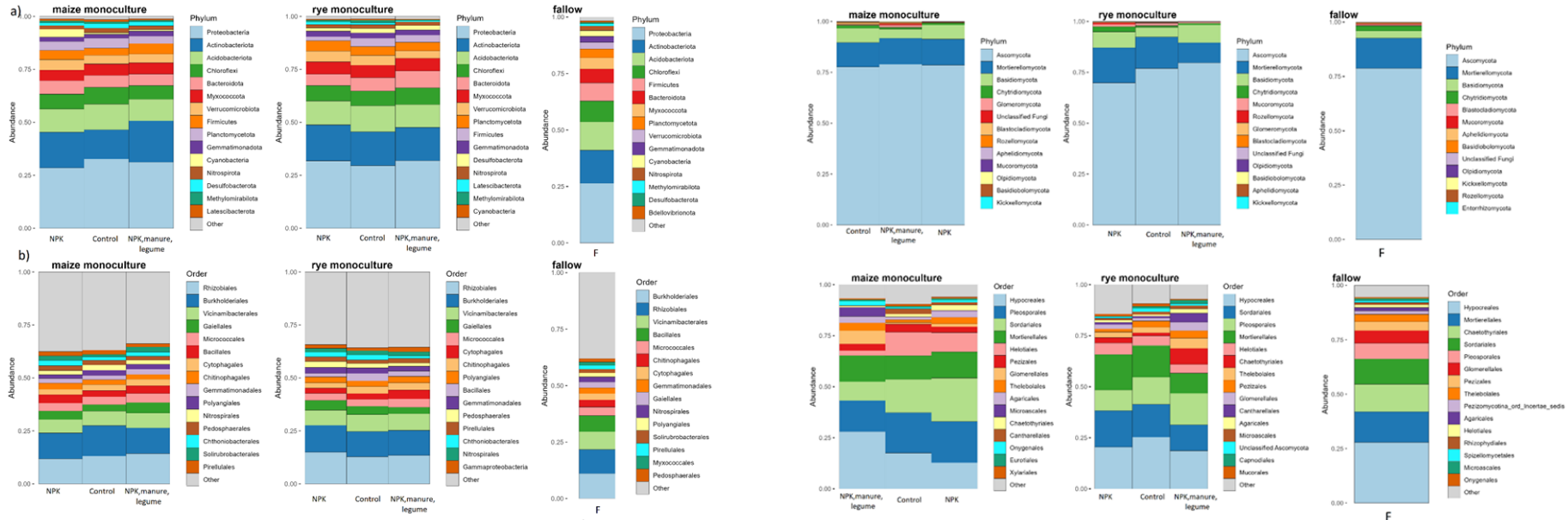
9 išvada: Labiausiai matomi huminų UV-Vis ir fluorescencinių savybių pokyčiai atsirado intensyvioje sėjomainoje (žiūr. žalia linija). Tai rodo, kad **mėšlo, ankštinių augalų naudojimas ir augalų įvairovės sėjomainoje didinimas skatina tvaresnius dirvožemio organinės medžiagos humifikacijos procesus, prisidedančius prie sudėtingesnės struktūros humino frakcijos susidarymo.** Kita vertus, humino fluorescencijos spektrai yra daugelio skirtingų rūšių fluoroforų sąveikos rezultatas, kurių indėlį sunku tiksliai nustatyti ir interpretuoti. Norint išsamiai išaiškinti šias savybes, reikalingi tolesni tyrimai, paremti kitais metodais.



11 pav. UV-Vis savybės žieminių rugių ir kukurūzų monopaseluose, intensyvioje sėjomainoje ir nuolatiniam juodajame pūdyje

Pastaba: FALLOW – nuolatinis juodasis pūdymas, CON – kukurūzų monopasėlis be TH, NPK – kukurūzų monopasėlis su TH, NPK+MAN+LEG – intensyvi sėjomaina su mineralinėmis ir organinėmis trąšomis bei ankštiniais augalais.

10 išvada: Mikroorganizmų bendrijų struktūros sudėtis ir aktyvumas labai skyrėsi tarp monopasėlio ir nuolatinio juodojo pūdymo dirvožemyje. Riboti skirtumai nustatyti reaguojant į tręšimo strategijas. **Žemiausias mikrobiologinių parametru lygis, įskaitant biocheminį ir fermentinį aktyvumą, prokariotų bendrijų įvairovę ir funkcinių genų kiekybinį įvertinimą, buvo nustatytas taikant nuolatinį juodąjį pūdymą. Grybų gausos didėjimas ir bakterijų gausos mažėjimas monopasėlių dirvožemiuose, rodo patogenų kaupimosi riziką, mažėjant potencialiai naudingų štamų skaičiui. Taigi, monopasėliai ir juodasis pūdymas nėra tinkamos agrotechninės ir dirvožemio kokybės valdymo praktikos.**

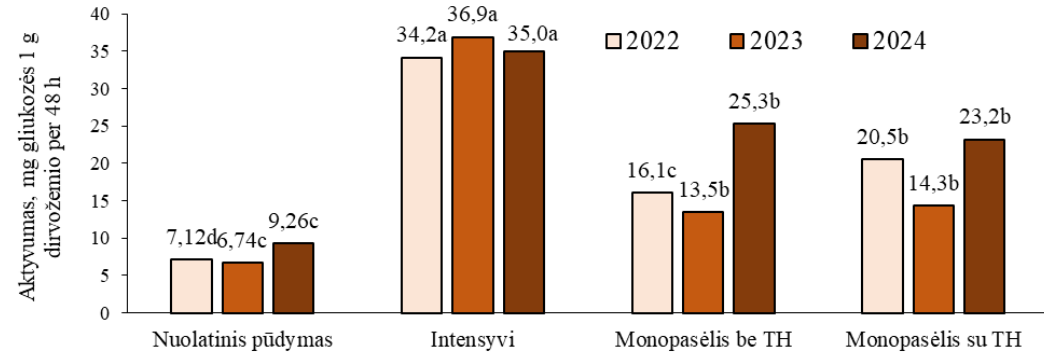


12 pav. Taksonominės bakterijų gausos dirvožemyje vizualizacija pagal tipą (a) ir rūšį (b), kai bendra santykinė gausa yra >3 % su valdymo sistema (monopasėliai ir pūdymas bei tręšimo strategijos: kontrolė, NPK, NPK-mėšlas-ankštiniai).

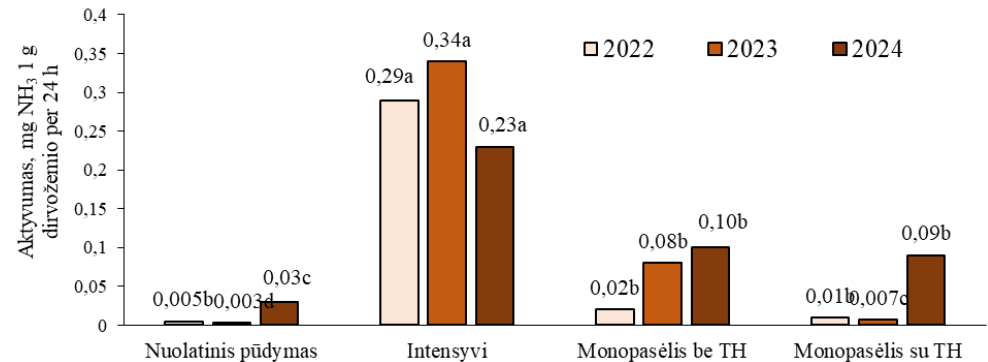
13 pav. Taksonominės grybų gausos dirvožemyje vizualizacija pagal tipą (a) ir rūšį (b), kai bendra santykinė gausa yra >3 % su valdymo sistema (monopasėliai ir pūdymas bei tręšimo strategijos: kontrolė, NPK, NPK-mėšlas-ankštiniai).

11 išvada: Žieminis rugius auginant monopasėlyje bei intensyvioje sėjomainoje fermento sacharazės aktyvumas nustatytas esmingai nuo 2,7 iki 6,2 karto, o fermento ureazės aktyvumas dirvožemyje esmingai nuo 10 iki 110 karto didesnis negu juodojo pūdymo dirvožemyje. 2024 m. intensyvioje sėjomainoje fermento ureazės aktyvumas nustatytas esmingai 77,4 % didesnis negu monopasėlyje be trąšų ir herbicidų.

Kukurūzus auginant monopasėlyje bei intensyvioje sėjomainoje po pavasarį žaliajai trąšai įterptų tarpinių pasėlių fermento sacharazės aktyvumas nustatytas esmingai nuo 2,0 iki 5,5 karto, o fermento ureazės aktyvumas esmingai nuo 2,0 iki 113 karto didesnis negu juodojo pūdymo dirvožemyje. Palyginus su monopasėliais, kukurūzus auginant intensyvioje sėjomainoje fermento sacharazės aktyvumas dirvožemyje nustatytas esmingai 1,4 ir 2,7 karto, o fermento ureazės aktyvumas esmingai 2,3 ir 48,6 karto didesnis.



14 pav. Fermento sacharazės aktyvumas žieminių rugių agrocezozėje



15 pav. Fermento sacharazės aktyvumas kukurūzų agrocezozėje

Pastaba: Tarp reikšmių stulpeliuose, pažymėtų ne tomis pačiomis raidėmis, yra esminiai skirtumai ($P < 0,05$). T – trąšos, H – herbicidai.

REKOMENDACIJOS



1. Žemės dirbimo technologijos pasirinkimas

Rekomenduojama mažinti žemės dirbimo intensyvumą ir esant galimybėms pereiti prie tiesioginės sėjos be žemės dirbimo (*no-till*) arba minimalios žemės dirbimo technologijos. Po gilaus arimo trumpalaikė (1,5–2 mėn.) CO₂ emisija iš dirvožemio yra reikšmingai didesnė, todėl minimalios žemės dirbimo technologijos leidžia sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) emisijas, išsaugoti organinę anglį dirvožemyje taip didinant jo produktyvumą ir mažinti ūkininkavimo neigiamą poveikį klimato kaitai.

2. Tarpiniai pasėliai – dirvožemio anglies sekvestracijos didinimui

Tarpiniai pasėliai (ypač ankštiniai) didina dirvožemio organinės anglies kiekį ir gerina humuso kokybę. Tarpiniai pasėliai panaudoti kartu su šiaudais skatina ilgalaikį humino frakcijų kaupimąsi, kurios yra stabilios (ilgalaikės) anglies sankaupos. Tarpinių pasėlių naudojimas kartu su tiesioginės sėjos be žemės dirbimo (*no-till*) ar minimalaus žemės dirbimo technologijomis esmingai gerina dirvožemio fermentų aktyvumą 0-10 cm armens sluoksnyje, dirvožemio struktūrą ir vandens sulaikymą. Palyginti su įprastiniu arimu, šios technologijos, ypač derinamos su tarpinių pasėlių auginimu ir augalų liekanų (šiaudų) panaudojimu, po tam tikro pereinamojo laikotarpio užtikrina didesnę produktyvumo potencialą ir reikšmingai prisideda prie žemės ūkio tvarumo.

3. Sėjomainos reikšmė ir monopasėlių ribojimas

Monopasėlių (ypač kukurūzų) auginimas be trąšų ir herbicidų reikšmingai (iki 60 % ir daugiau) mažina žemės ūkio augalų derlingumą. Monopasėliai ir juodasis pūdymas nėra tinkamos agrotechninės ir dirvožemio kokybės valdymo praktikos dėl patogenų kaupimosi rizikos ir potencialiai naudingos mikrobiotos štamų skaičiaus mažėjimo. Pasėlių įvairovės, ankštinių augalų ir tarpinių pasėlių integravimas į sėjomainas didina žemės ūkio augalų produktyvumą ir dirvožemio biologinį aktyvumą.

4. Dirvožemio organinės medžiagos kokybės gerinimas

Nuolatinis gausus organinės medžiagos su įvairu **C ir N santykiu** (daugiametės žolės, tarpiniai pasėliai ir ankštiniai augalai, tręšimas mėšlu, šiaudai ir kitos augalinės liekanos) **įnešimas į dirvožemį keičia huminių medžiagų savybes** – susidaro sudėtingesnės humino struktūros, kurios yra atsparesnės skaidymui ir lemia ilgalaikę anglies sekvestraciją, dirvožemio organinės medžiagos kaupimą ir stabilizavimą. **Tai yra investicija į dirvožemio sveikatą, derlingumo stabilumą, tvarų ūkininkavimą, atsparumo klimato stresui didinimą.**

APIBENDRINIMAS

Remiantis ilgalaikiais tyrimais, atliktais vertinant įvairaus intensyvumo žemės dirbimo technologijų, tarpinių pasėlių, tręšimo mineralinėmis ir organinėmis trąšomis bei sėjomainos įtaką dirvožemio savybėms ir augalų produktyvumui, nustatyta, kad:

- Tiesioginės sėjos be žemės dirbimo (*no-till*) ir minimalaus žemės dirbimo technologijos, pastovus organinės medžiagos įnešimas su įvairiu C ir N santykiu (daugiametės žolės, tarpiniai pasėliai ir ankštiniai augalai, tręšimas mėšlu, šiaudai ir kitos augalinės liekanos) ir augalų įvairovė yra esminiai tvaraus žemės ūkio elementai.
- Tiesioginės sėjos be žemės dirbimo (*no-till*) ar bent minimalaus žemės dirbimo technologijų derinimas su tarpinių pasėlių auginimu ir augalinių liekanų (šiaudų) panaudojimu yra pagrindinė kryptis mažinant CO₂ emisijas ir gerinant dirvožemio sveikatą. Trumpalaikiai derliaus svyravimai pereinamuoju į tiesioginės sėjos be žemės dirbimo (*no-till*) ar minimalaus žemės dirbimo technologijas laikotarpiu turi būti vertinami kaip ilgalaikė investicija į dirvožemio sveikatą ir tvarų ūkininkavimą, nes ilgai žemės ūkio augalų produktyvumas padidėja.
- Organinių trąšų naudojimas kartu su sėjomaina ir ankštiniais augalais – veiksmingiausias būdas skatinti mikrobiologinį aktyvumą, be to gerina anglies kaupimą dirvožemyje.
- Tvarus žemės ūkis turi būti grindžiamas kompleksiniu požiūriu – tiesiogine sėja ar nearimine technologija, augalų įvairovės sėjomainoje didinimu, pastoviu organinės medžiagos su įvairiu C ir N santykiu įnešimu ir kitomis biologinių procesų dirvožemyje palaikymo priemonėmis.

