



Aleksandro
Stulginskio
Universitetas

Dirvožemio fermentų aktyvumo tyrimai

Investigations of soil enzymes activity

**Doc. dr. Rita Pupalienė,
doc. dr. Aušra Marcinkevičienė,
prof. habil. Rimantas Velička,
doc. dr. Darija Jodaugienė, dr. Aušra Sinkevičienė,
dr. Kristina Bajorienė, dokt. Rita Čepulienė**

Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų institutas, ASU

Valia keisti. Galia kurti.

Dirvožemio hidrolizinių fermentų ureazės ir sacharazės aktyvumas

- Po skirtingo intensyvumo žemdirbystės sistemų;
- Skirtingo tankumo vasarinių rapsų pasėliuose;
- Skirtingose agroekosistemose;
- Įvairiais organiniais mulčiais mulčiuotuose laukuose.



TYRIMŲ TIKSLAS

- Nustatyti įvairaus intensyvumo žemdirbystės sistemų liekamąjį poveikį dirvožemio fermentų ureazės ir sacharazės aktyvumui.





Tyrimai atlikti LŽŪU (dabar – ASU) Bandymų stotyje 1999-2002 m.

Bandymų lauko dirvožemis - drenuotas priemolio sekiai glėjiškas karbonatingas išplautžemis *LVg-p-w-cc(sc)-Calc(ar)i-Epihypogleyic Luvisol* ir antropogenizuotas drenuotas priemolio sekiai glėjiškas karbonatingas išplautžemis – *LVg-p-w-cc(sc,ah)-Calc(ar)i-Epihypogleyic Luvisol* .



Eksperimento schema

1991-1998 m. buvo atliekamas **žemdirbystės sistemų palyginimo tyrimas:**

1. **Ekologinė žemdirbystės sistema**. Nevartotos dirbtinės mineralinės trąšos ir cheminės augalų apsaugos priemonės. 1991 m. į dirvą įterpta 50 t ha⁻¹ sapropelio. Per vieną sėjomainos rotaciją buvo įterpta 60 t ha⁻¹ kraikinio mėšlo ir kaulamilčių (P₁₀₈₋₁₂₀).
2. **Tausojančioji žemdirbystės sistema**. Per sėjomainos rotaciją tręšta mineralinėmis trąšomis (N₂₃₁P₁₆₂K₂₇₀) ir kraikiniu mėšlu (60 t ha⁻¹). Augalų apsaugos priemonės naudotos pagal poreikį, priklausomai nuo piktžolių, augalų ligų ir kenkėjų plitimo.
3. **Intensyvioji žemdirbystės sistema**. Per sėjomainos rotaciją tręšta mineralinėmis trąšomis dvigubai didesne norma, negu tausojančiojoje žemdirbystės sistemoje (N₄₁₅P₃₂₀K₅₈₈) ir organinėmis (60 t ha⁻¹) trąšomis. Intensyviai naudotos cheminės augalų apsaugos priemonės.

1999-2002 m. tirtas šių žemdirbystės sistemų liekamasis poveikis.

Įvairaus intensyvumo žemdirbystės sistemų liekamasis poveikis dirvožemio fermentų aktyvumui, 1999-2002 m.

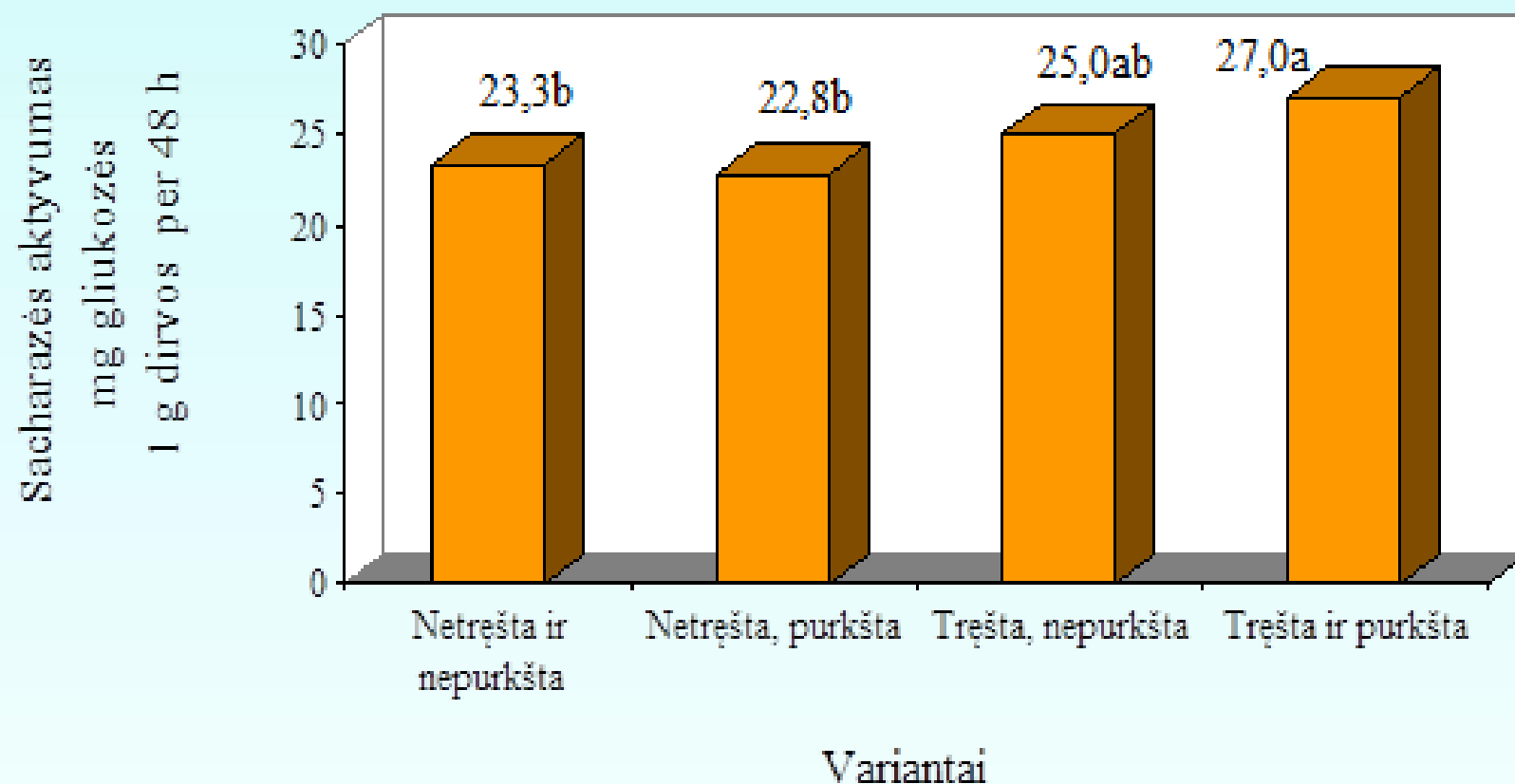
Žemdirbystės sistema	Sacharazės aktyvumas, mg gliukozės 1 g dirvožemio per 48 val.			Ureazės aktyvumas, mg NH ₃ 1 g dirvožemio per 24 val.		
	Metai					
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Nepastorintas humusingas dirvožemio sluoksnis						
Ekologinė	15,2	15,0	14,0	0,19	0,26	0,27
Tausojančioji	13,6	14,8	15,7	0,18	0,25	0,26
Intensyvioji	13,4	14,0	16,9	0,22	0,27	0,29
R ₀₅	1,98	2,49	4,35	0,05	0,11	0,06
Pastorintas humusingas dirvožemio sluoksnis						
Ekologinė	15,7	15,1	15,6	0,32	0,30	0,31
Tausojančioji	13,6	16,9	18,0	0,30	0,34	0,34
Intensyvioji	16,8	17,4	18,9	0,36	0,43	0,36
R ₀₅	2,06	3,87	4,14	0,07	0,21	0,05

Priklausomumai

Tarp sacharazės aktyvumo ir humuso kiekio: $r=0,50$ ir $r=0,52$,
 $P<0,05$;

Tarp ureazės aktyvumo ir humuso kiekio: $r=0,78$ ir $r=0,58$,
 $P<0,05$

Ilgalaikio žieminųjų rugių atsėliavimo įtaka dirvos sacharazės aktyvumui, 2009 m.



TYRIMŲ TIKSLAS

- **Nustatyti dirvožemio fermentų (ureazės ir sacharazės) aktyvumą skirtingo tankumo vasarinių rapsų agroekosistemose.**



Tyrimai atlikti 2011 – 2013 m. Aleksandro
Stulginskio universiteto Bandymų stotyje.

Dirvožemis – karbonatingas giliau glėjiškas
išplautžemis (*Calc(ar)-Endohypogleyic Luvisol*).

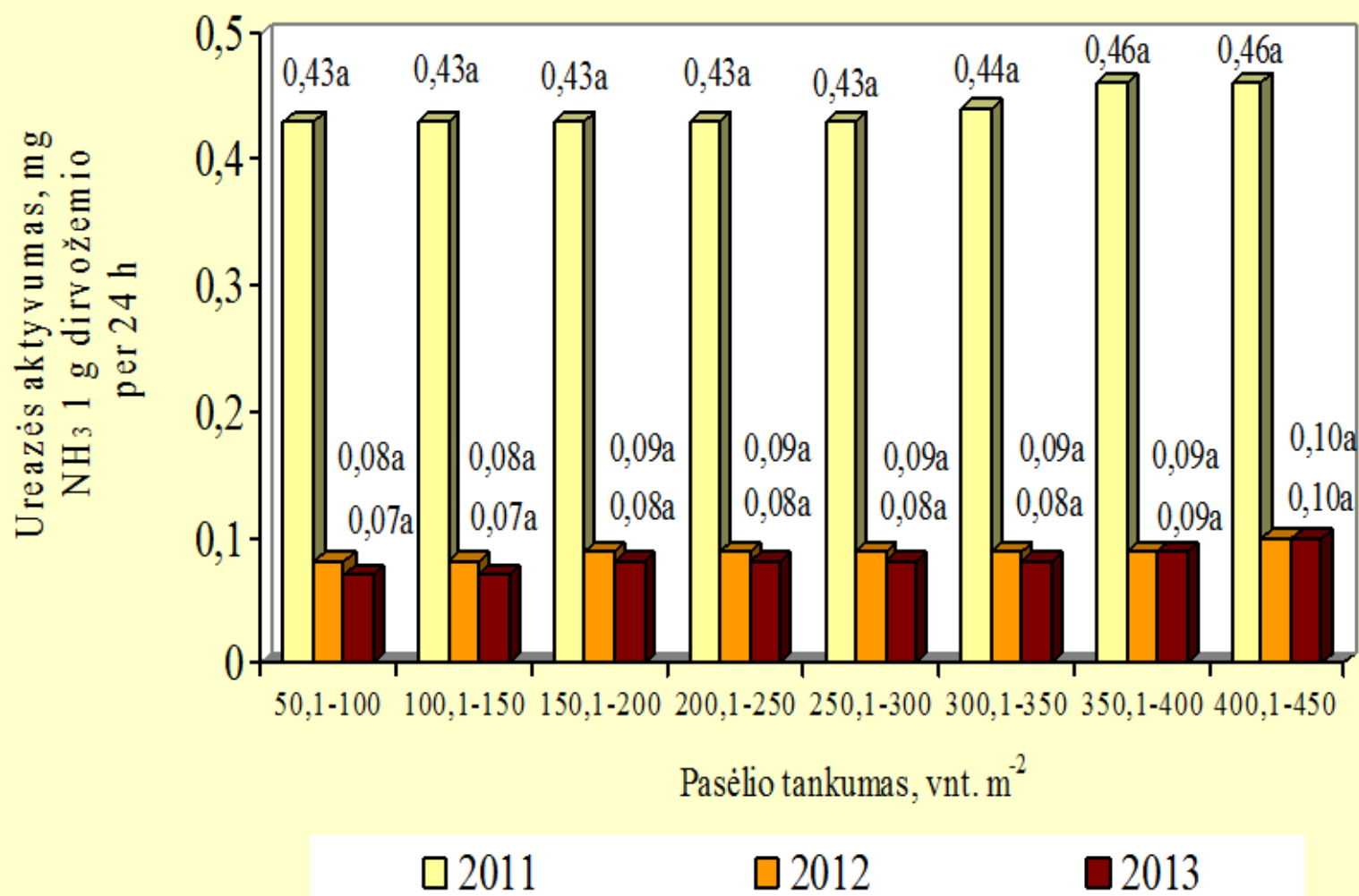


Eksperimento variantai

Pasėlio tankumas:

1. Sėta 2 kg ha⁻¹ (50,1 – 100 vnt. m⁻²);
2. Sėta 4 kg ha⁻¹ (100,1 – 150 vnt. m⁻²);
3. Sėta 6 kg ha⁻¹ (150,1 – 200 vnt. m⁻²);
4. Sėta 8 kg ha⁻¹ (200,1 – 250 vnt. m⁻²);
5. Sėta 10 kg ha⁻¹ (250,1 – 300 vnt. m⁻²);
6. Sėta 12 kg ha⁻¹ (300,1 – 350 vnt. m⁻²);
7. Sėta 14 kg ha⁻¹ (350,1 – 400 vnt. m⁻²);
8. Sėta 16 kg ha⁻¹ (400,1 – 450 vnt. m⁻²).

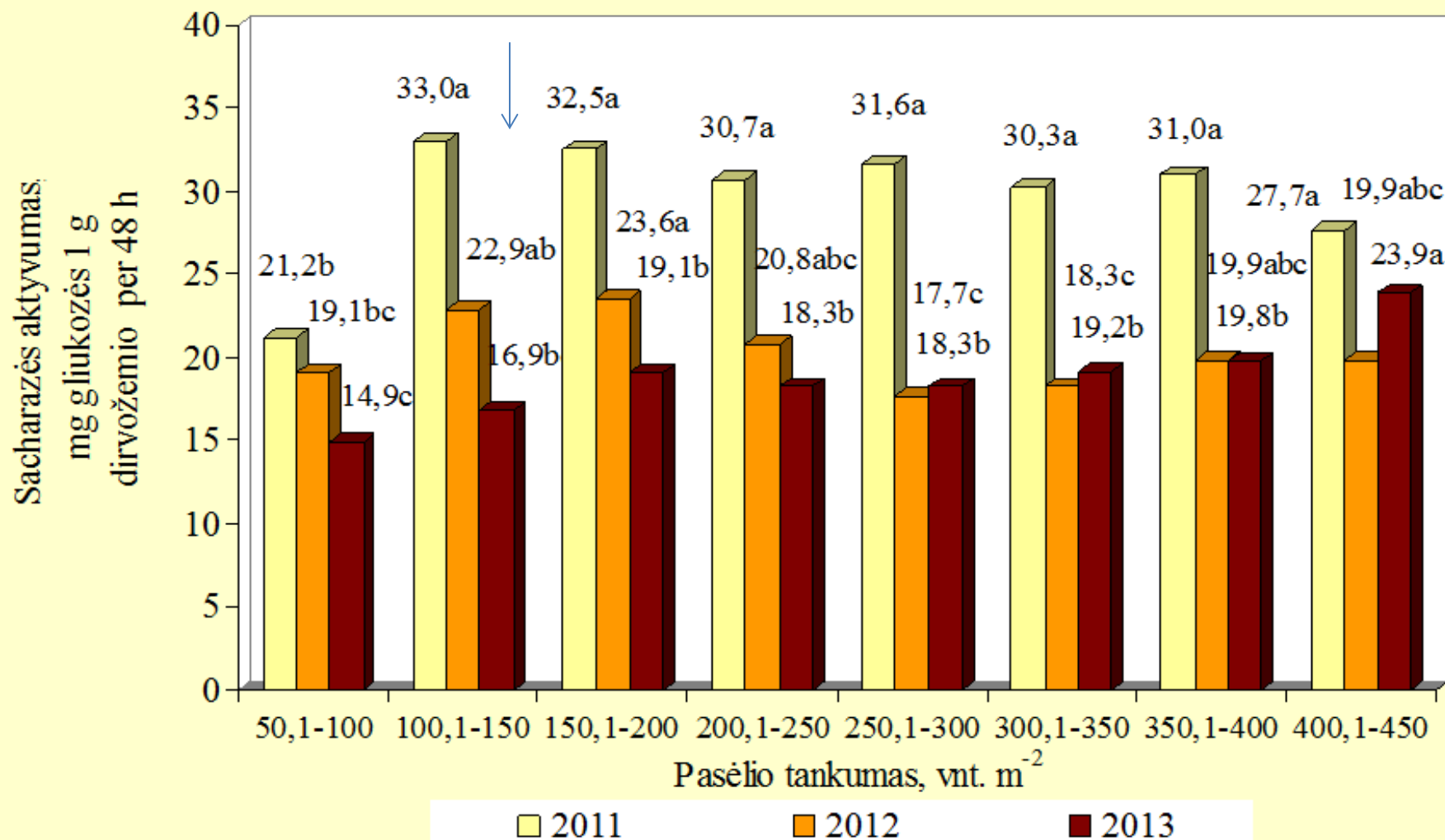
Dirvožemio fermento ureazės aktyvumas skirtingo tankumo vasarinių rapsų agroekosistemose, 2011-2013 m.



Fermento ureazės aktyvumo (y) priklausomumas nuo dirvožemio agrocheminių savybių, 2011-2013 m.

Rodikliai (x)	Koreliacijos koeficientas (r)	Regresijos lygtis	Tikimybės lygmuo
Organinės anglies kiekis dirvožemyje, %	0,74	$y = -0,38 + 0,35x$	$P < 0,01$
Judriojo P_2O_5 kiekis dirvožemyje, mg kg ⁻¹	0,97	$y = 0,01 + 0,001x$	$P < 0,01$
Judriojo K_2O kiekis dirvožemyje, mg kg ⁻¹	0,92	$y = -0,13 + 0,003x$	$P < 0,01$
Bendrojo azoto kiekis dirvožemyje, %	0,63	$y = 0,08 + 0,63x$	$P < 0,01$

Dirvožemio fermento sacharazės aktyvumas skirtingo tankumo vasarinių rapsų agroekosistemose, 2011-2013 m.



Fermento sacharazės aktyvumo (y) priklausomumas nuo dirvožemio agrocheminių savybių, 2011-2013 m.

Rodikliai (x)	Koreliacijos koeficientas (r)	Regresijos lygtis	Tikimybės lygmuo
Organinės anglies kiekis dirvožemyje, %	0,69	$y = 4,67 + 11,0x$	$P < 0,01$
Judriojo P_2O_5 kiekis dirvožemyje, $mg\ kg^{-1}$	0,83	$y = 17,4 + 0,03x$	$P < 0,01$
Judriojo K_2O kiekis dirvožemyje, $mg\ kg^{-1}$	0,77	$y = 13,7 + 0,09x$	$P < 0,01$
Bendrojo azoto kiekis dirvožemyje, %	0,62	$y = 18,9 + 20,6x$	$P < 0,01$



TYRIMŲ TIKSLAS

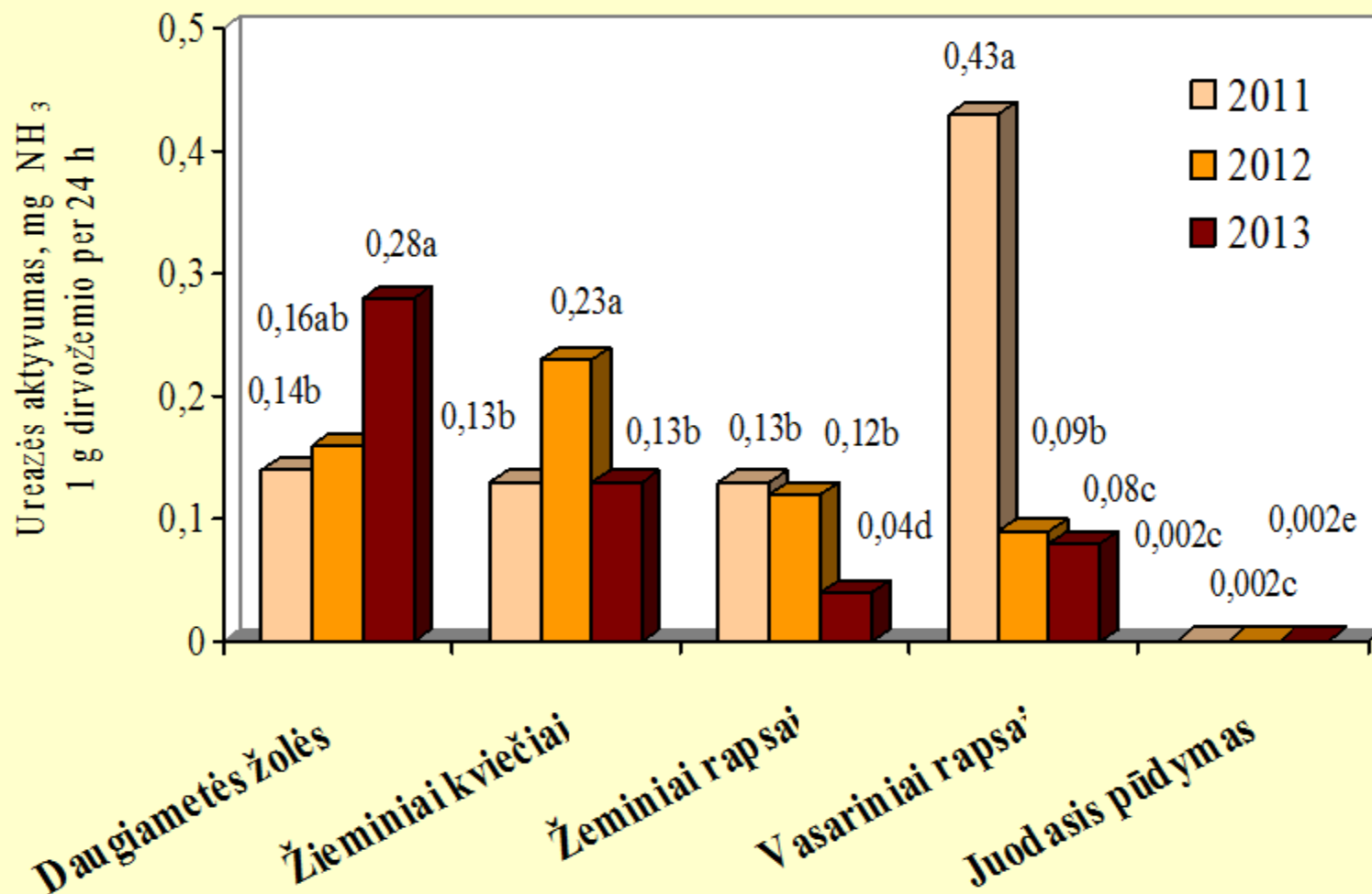
**Palyginti dirvožemio fermentų aktyvumą
daugiamečių žolių, žieminių kviečių, žieminių ir
vasarinių rapsų ir ilgalaikio juodojo pūdymo
agroekosistemose.**



Eksperimento variantai

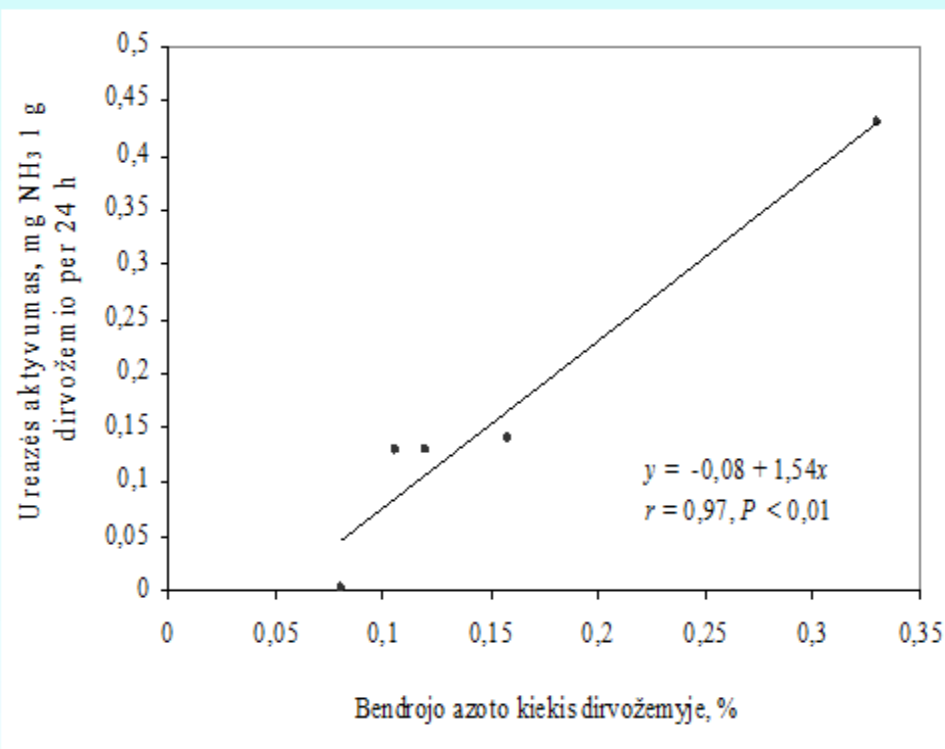
Agroekosistemos	Taikytos agrotechninės priemonės
Daugiametės žolės II n. m.	Augintas raudonojo dobilo ‘Vyčiai’ ir pašarinio motiejuko ‘Gintaras’ mišinys (15 kg ha^{-1}). Tręšta rudenį $P_{200}K_{80}$ ir pavasarį N_{180} .
Žieminiai kviečiai	Auginti žieminiai kviečiai ‘Ada’ (200 kg ha^{-1}). Priešsėlis – vikių ir avižų mišinys. Tręšta rudenį $N_{20}P_{60}K_{90}$ ir pavasarį N_{70} . Rudenį purkšti herbicidų mišiniu (bokseriu 800 EC ($3,00 \text{ l ha}^{-1}$) ir logranu 20 WG ($0,025 \text{ kg ha}^{-1}$)), vasarą – fungicidu falkon forte ($0,50 \text{ l ha}^{-1}$) ir augimo reguliatoriumi moddus 250 EC ($0,30 \text{ l ha}^{-1}$).
Žieminiai rapsai	Auginti žieminiai rapsai ‘Sunday’ (3 kg ha^{-1}). Priešsėlis – juodasis pūdymas. Tręšta rudenį $P_{60}K_{90}$ ir pavasarį N_{120} . Rudenį purkšti herbicidu butizanu 400 ($2,50 \text{ l ha}^{-1}$), vasarą – tris kartus insekticidais karate zeon ($0,15 \text{ l ha}^{-1}$), fastaku ($0,15 \text{ l ha}^{-1}$) ir proteus ($0,75 \text{ l ha}^{-1}$) ir vieną kartą fungicidu folikūru ($1,00 \text{ l ha}^{-1}$).
Vasariniai rapsai	Auginti vasariniai rapsai ‘Fenja’ (6 kg ha^{-1}). Priešsėlis – žieminiai kviečiai. Tręšta prieš sėją $N_{64}P_{64}K_{94}$ ir butonizacijos tarpsnyje N_{70} . Purkšti herbicidu galera ($0,30 \text{ l ha}^{-1}$), tris kartus insekticidais karate zeon ($0,15 \text{ l ha}^{-1}$), mavriku ($0,30 \text{ l ha}^{-1}$) ir eforia 065 ZC ($0,50 \text{ l ha}^{-1}$) ir vieną kartą fungicidu orius ($1,00 \text{ l ha}^{-1}$).
Juodasis pūdymas	Laikomas nuo 1966 m. Vegetacijos metu keturis kartus kultivuojamas ir rudenį giliai suariamas. Netręšiamas organinėmis ir mineralinėmis trąšomis, nepurškiamas herbicidais.

Dirvožemio fermento ureazės aktyvumas skirtingose agroekosistemose, 2011-2013 m.

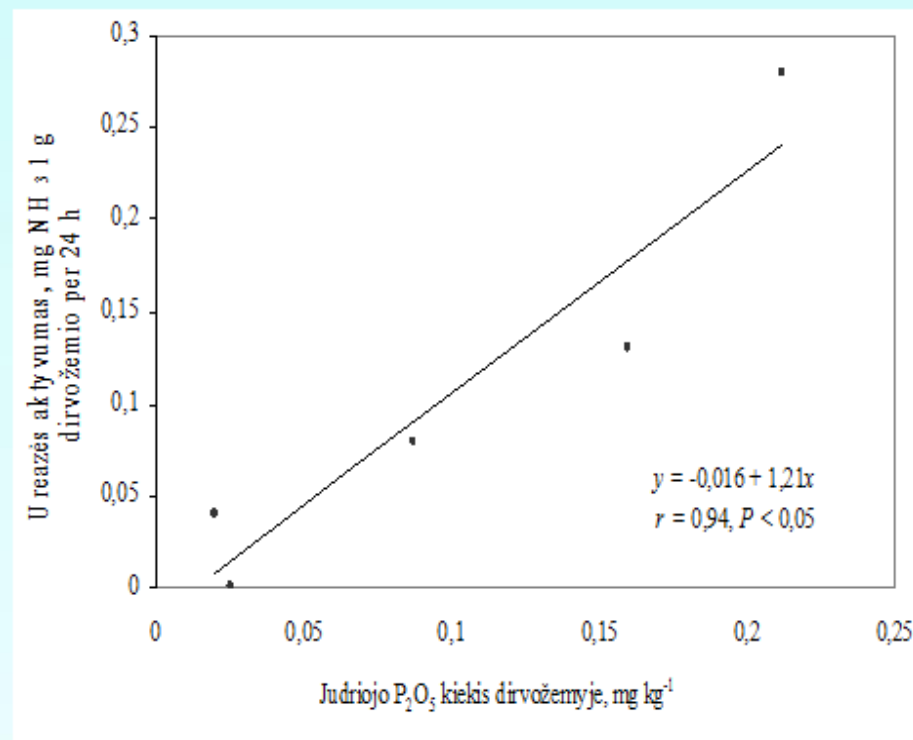


Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$).

Fermento ureazės aktyvumo priklausomumas nuo bendrojo azoto kiekio dirvožemyje, 2011, 2013 m.

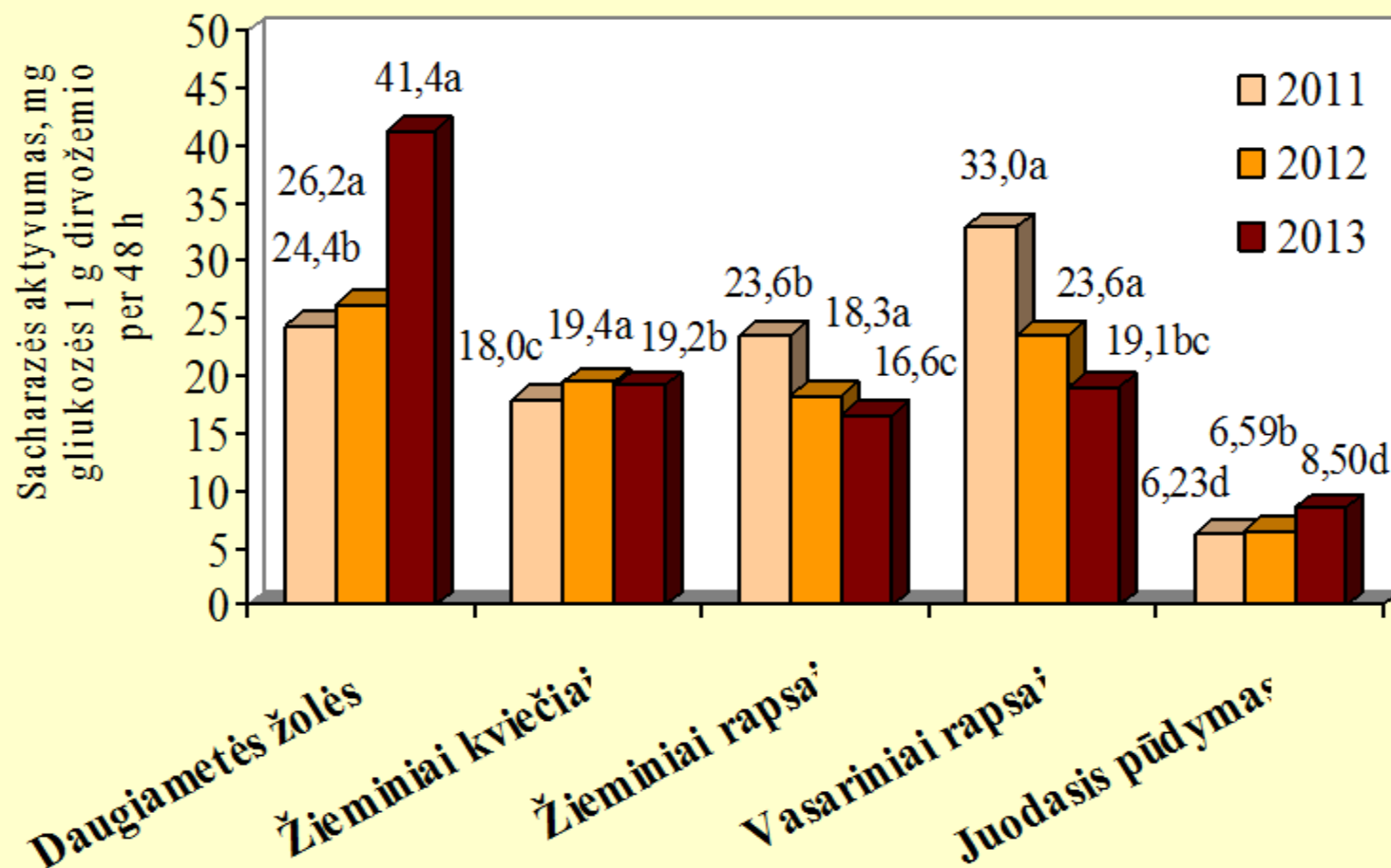


2011 m.



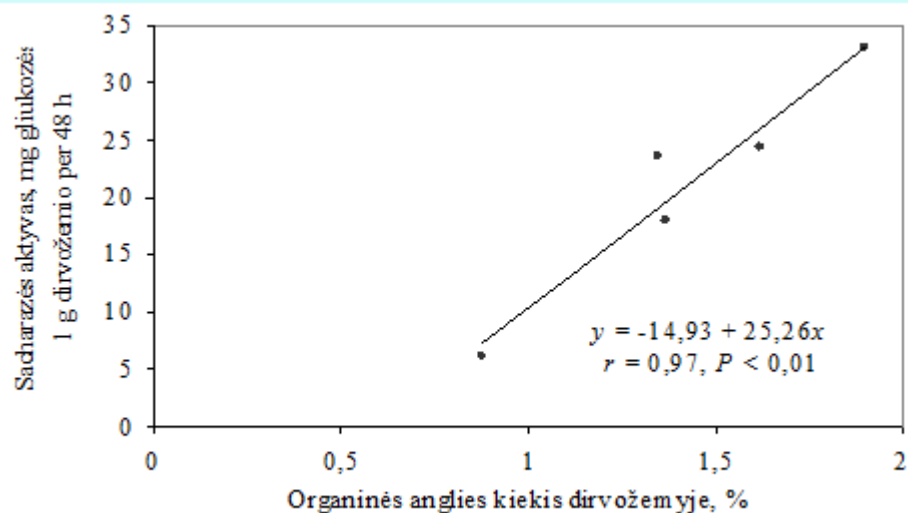
2013 m.

Dirvožemio fermento sacharazės aktyvumas skirtingose agroekosistemose, 2011-2013 m.

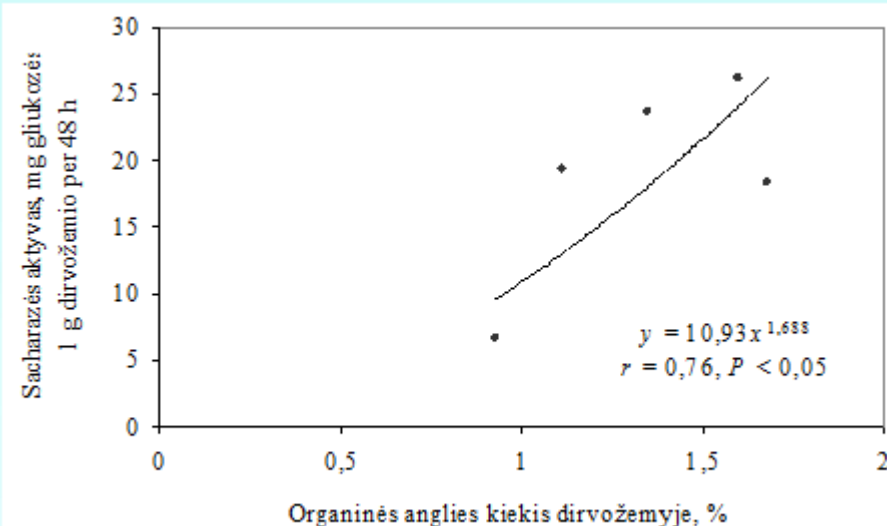


Pastaba: tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), skirtumai yra esminiai ($P < 0,05$).

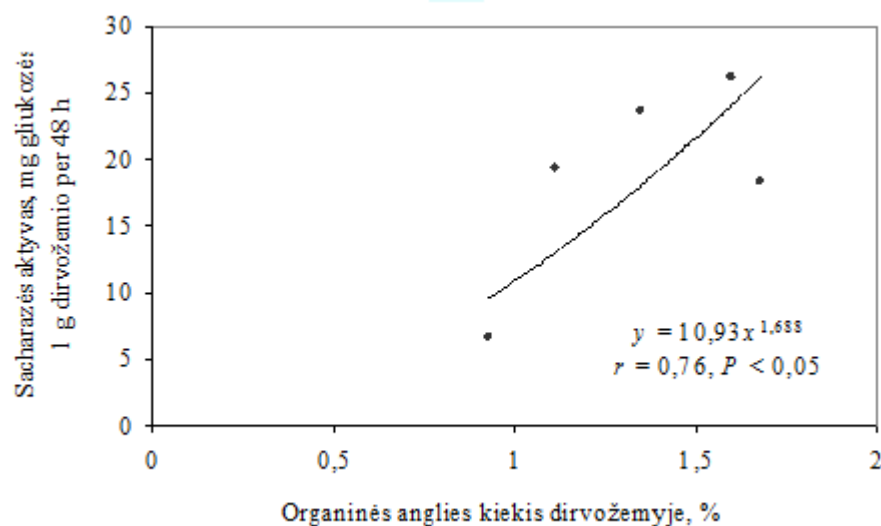
Fermento sacharazės aktyvumo priklausomumas nuo organinės anglies kiekio dirvožemyje, 2011-2013 m.



2011 m.



2012 m.



2013 m.



TYRIMŲ TIKSLAS

Nustatyti organinių mulčių ir jų sluoksnio storio įtaką dirvožemio fermentų (ureazės ir sacharazės) aktyvumui.





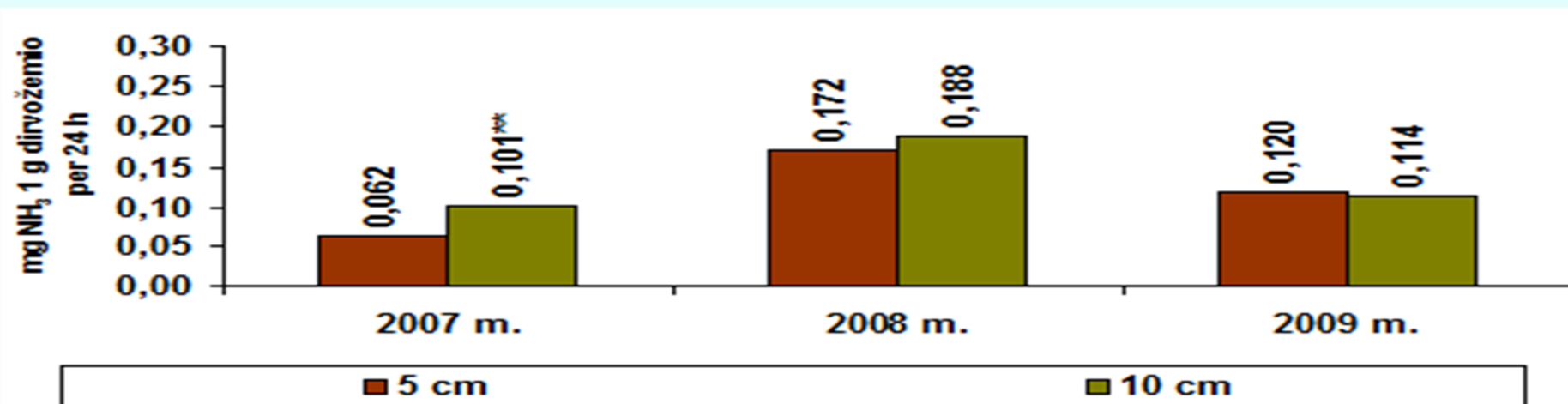
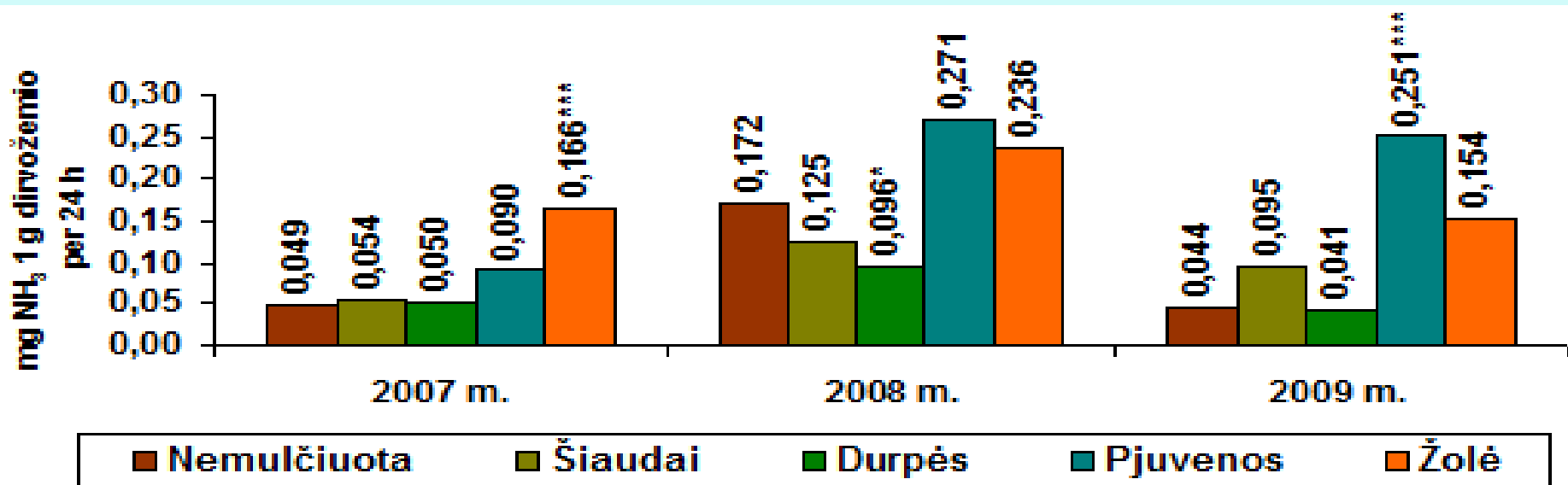
Organinių mulčių palyginimo tyrimai atlikti 2004 – 2009 m.
Lietuvos žemės ūkio (dabar - Aleksandro Stulginskio)
Universitete.

2010 - 2012 m. tirtas mulčių liekamasis poveikis.

Dirvožemis – drenuotas vidutinio sunkumo priemolis ant
priesmėlio paklotu moreniniu moliu karbonatingas giliau
glėjiškas išplautžemis – *Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisol*.

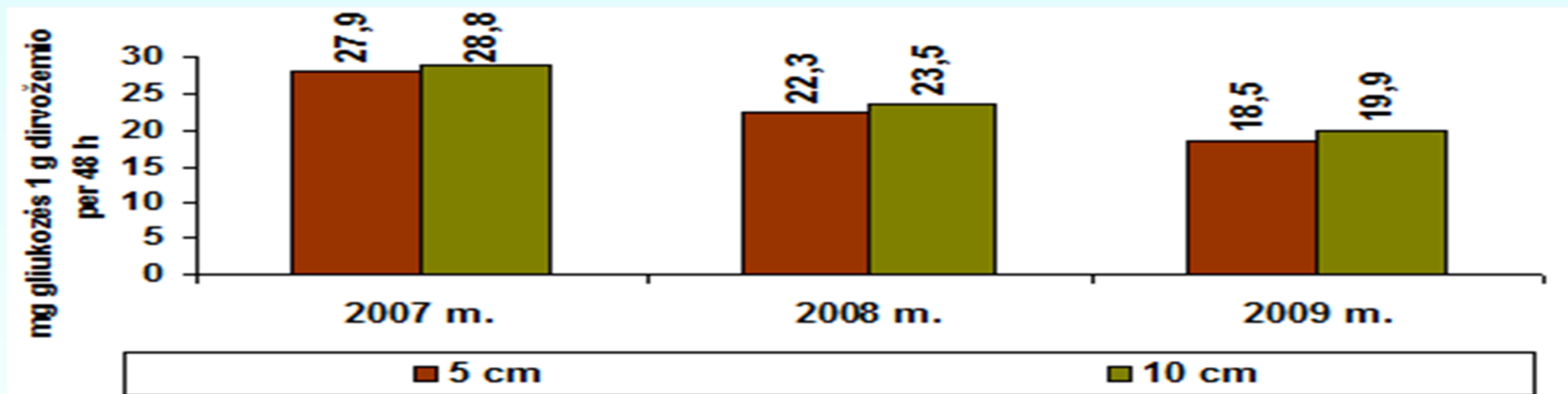
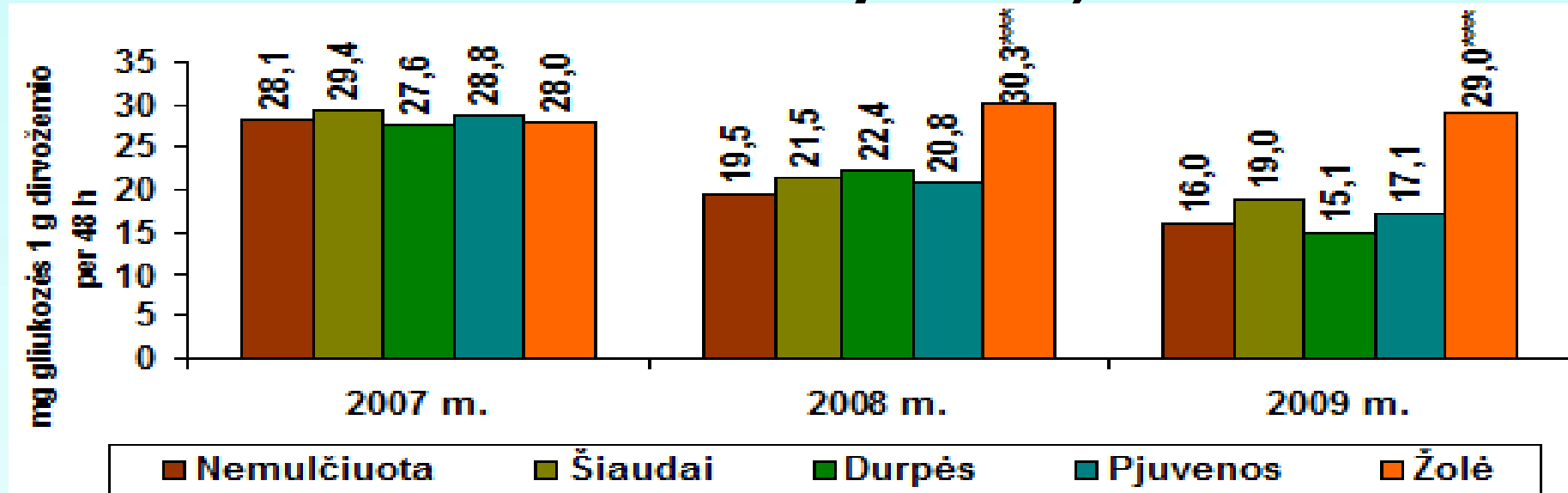


Organinių mulčių ir jų sluoksnio storio įtaka dirvožemio ureazės aktyvumui, 2007–2009 m.



Skirtumai esmingi: * – 95 % tikimybės lygiui, ** – 99 % tikimybės lygiui, *** – 99,9 % tikimybės lygiui

Organinių mulčių ir jų sluoksnio storio įtaka dirvožemio sacharazės aktyvumui, 2007–2009 m.



Skirtumai esmingi *** – 99,9 % tikimybės lygiui

Priklausomumai

- Sacharazės aktyvumas buvo statistiškai patikimai susijęs su **sliekų skaičiumi** dirvoje ($r = 0,76$; $P \leq 0,05$).
- Sacharazės aktyvumas taip pat buvo susijęs ir su **judriojo kalio** kiekiu dirvožemyje ($r = 0,84$; $P \leq 0,01$) bei **judriojo fosforo** kiekiu dirvoje ($r = 0,72$; $P \leq 0,05$).
- Nenustatytas statistiškai patikimas priklausomumas tarp dirvožemio fermentų aktyvumo ir **organinės anglies kiekio** dirvožemyje.

Organinių mulčių įtaka bakterijų skaičiui dirvožemyje (tūkst. vnt. g⁻¹ dirvožemio), 2008 m.

Variantai	Stebėjimų datos				Vidutinis bakterijų skaičius
	Balandžio mėn.	Birželio mėn.	Rugpjūčio mėn.	Spalio mėn.	
Organiniai mulčiai (A veiksnys)					
NE	905	1108	693	639	836
ŠD	721	148*	912	760	635
DU	662	144*	685	665	862
PJ	424	219*	101	59*	429**
ŽO	812	419	116	649	760
Mulčio sluoksnio storis (B veiksnys)					
5 cm	864	375	764	599	705
10 cm	545	439	102	510	703

NE – nemulčiuota, ŠD – šiaudais, DU – durpės, PJ – pjuvenos, ŽO – žolė. Skirtumai esmingi: * – 95 % tikimybės lygiui, ** – 99 % tikimybės lygiui

Organinių mulčių įtaka dirvožemio grybų skaičiui, 2008 m.

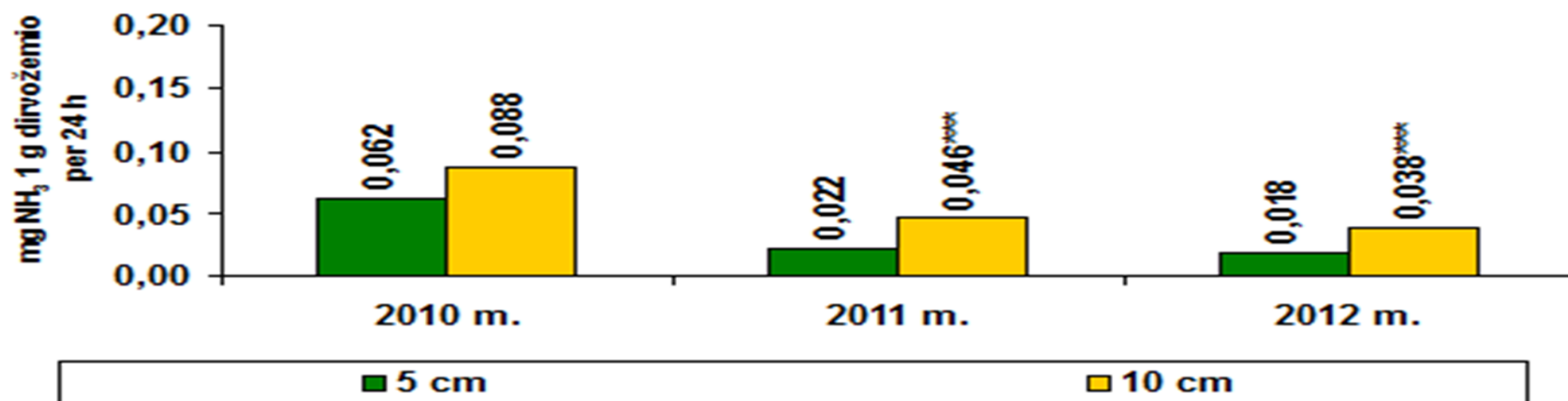
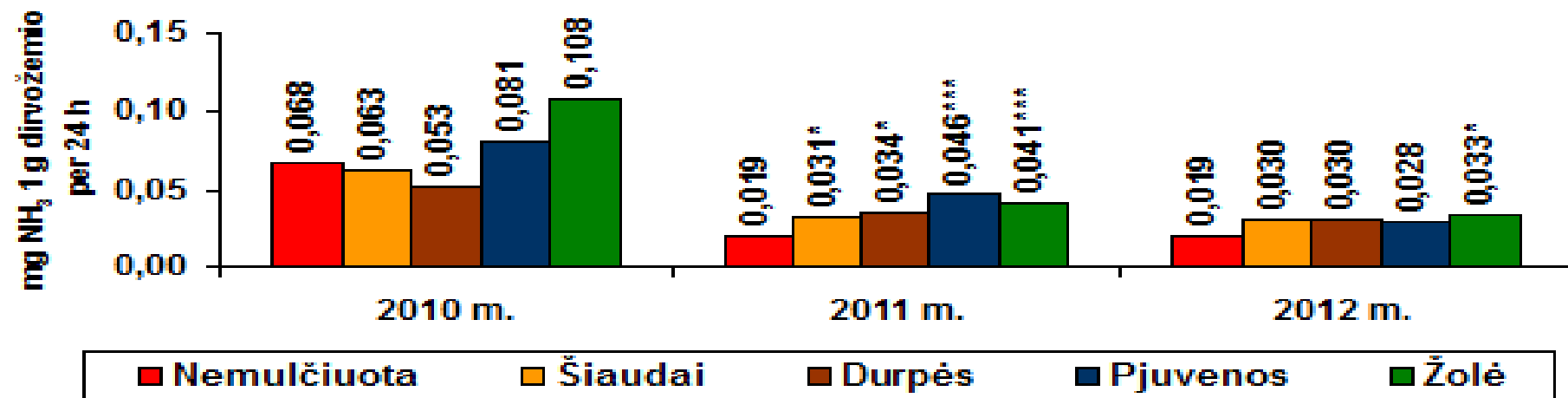
Variantai	Stebėjimų datos			Vidutinis grybų skaičius
	Birželio mėn.	Rugpjūčio mėn.	Spalio mėn.	
Organiniai mulčiai (A veiksnys)				
NE	9,6	1,0	1,0	3,9
ŠD	10,8	1,9*	2,2	5,0
DU	10,0	2,0*	3,8*	5,3
PJ	8,6	1,4	1,5	3,8
ŽO	23,2*	1,5	3,1	9,2**
Mulčio sluoksnio storis (B veiksnys)				
5 cm	13,5	1,5	2,0	5,7
10 cm	11,4	1,6	2,6	5,2

NE – nemulčiuota, ŠD – šiaudais, DU – durpės, PJ – pjuvenos, ŽO – žolė. Skirtumai esmingi: * – 95 % tikimybės lygiui, ** – 99 % tikimybės lygiui

Priklausomumai

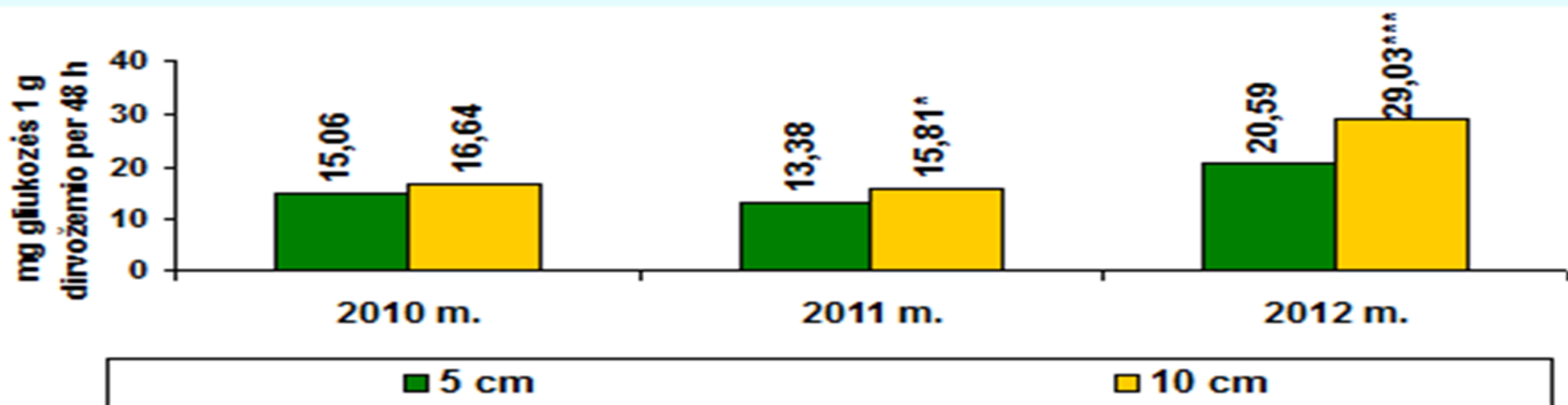
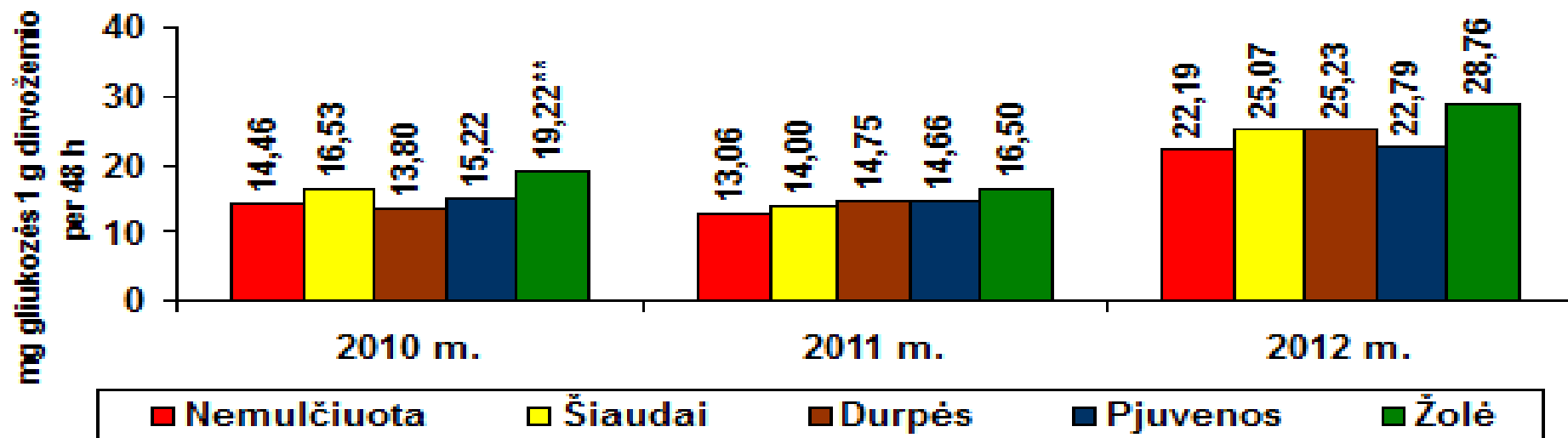
- Nustatytas labai stiprus kreivinis priklausomumas tarp **bakterijų skaičiaus ir ureazės aktyvumo** ($\eta = 0,999$; $P \leq 0,01$).
- Stiprus tiesinis priklausomumas tarp **grybų skaičiaus ir sacharazės aktyvumo** ($r = 0,988$; $P < 0,01$)

Organinių mulčių ir jų sluoksnio storio liekamasis poveikis dirvožemio ureazės aktyvumui, 2010–2012 m.



Skirtumai esmingi: * – 95 % tikimybės lygiui, *** – 99,9 % tikimybės lygiui

Organinių mulčių ir jų sluoksnio storio liekamasis poveikis dirvožemio sacharazės aktyvumui, 2010–2012



Skirtumai esmingi * – 95,0 % tikimybės lygiui, *** – 99,9 % tikimybės lygiui

Priklausomumai (tiriant organinių mulčių liekamąjį poveikį)

Nustatyti **teigiami labai stiprūs tiesiniai priklausomumai** tarp sacharazės aktyvumo ir:

- judriojo fosforo kiekio dirvoje ($r = 0,993$; $P \leq 0,05$),
- judriojo kalio kiekio ($r = 0,968$; $P \leq 0,01$),
- slielių skaičiaus ($r = 0,975$; $P \leq 0,01$),
- slielių biomasės ($r = 0,994$; $P \leq 0,01$).

Nustatytas teigiamas stiprus priklausomumas tarp **ureazės aktyvumo** ir **organinės anglies kiekio dirvoje** ($r = 0,816$; $P \leq 0,05$).



Apibendrinimas

- Dirvožemio hidrolizinių fermentų ureazės ir sacharazės aktyvumas priklauso nuo augalinių liekanų kiekio ir jų cheminės sudėties.
 - Dirvožemio biologinis aktyvumas ir dirvožemio agrocheminės savybės susiję!
- 