

Dirvožemio biologinių savybių palyginimas skirtingose agroceozėse

Aušra Marcinkevičienė, Rita Čepulienė, Rimantas Velička, Robertas Kosteckas, Silvija Kosteckienė

Aleksandro Stulginskio universitetas

Tyrimai atlikti 2011–2013 m. Aleksandro Stulginskio universiteto (ASU) Bandymų stotyje karbonatingame sekliai glėjiškame išplautžemyje (*Calc(ar)i – Endohypogleyic Luvisol*). Tyrimų tikslas – palyginti dirvožemio fermentų (ureazės ir sacharazės) aktyvumą daugiamečių žolių, žieminių kviečių, žieminių ir vasarinių rapsų bei ilgalaikio juodojo pūdymo agroceozėse. Stipriausias fermento sacharazės aktyvumas (vidutiniškai 30,7 mg gliukozės 1 g dirvožemio per 48 h) nustatytas dirvožemyje, kuriame augintos daugiametės žolės. Silpniausias fermentų ureazės ir sacharazės aktyvumas nustatytas juodojo pūdymo dirvožemyje. Dirvožemyje, kuriame augo vasariniai rapsai, vidutinis sacharazės aktyvumas nustatytas nuo 29,2 iki 33,3 % stipresnis negu auginant žieminius kviečius ir žieminius rapsus. Dirvožemio fermento ureazės aktyvumas skirtingose agroceozėse priklausė nuo judriojo fosforo ir bendrojo azoto kiekio dirvožemyje, o sacharazės aktyvumas – nuo organinės anglies ir augalų šaknų biomasės kiekio dirvožemyje.

Agroceozės, ureazė, sacharazė, aktyvumas

Įvadas

Dirvožemio fermentų aktyvumas – jautrus dirvožemio derlingumo kitimo rodiklis (Yang et al., 2008). Fermentų aktyvumas glaudžiai siejasi su dirvožemio agrofizikinėmis bei agrocheminėmis savybėmis (Liu et al., 2010) ir priklauso nuo žemės dirbimo (Gajda et al., 2013), tręšimo organinėmis ir mineralinėmis trąšomis, taikomos sėjomainos (Siwik-Ziomek, Lemanowicz, 2014), augalinių liekanų įterpimo į dirvožemį (Melero et al., 2008; Wang et al., 2011). Dirvožemio fermentų aktyvumo tyrimai parodė, kad augalų kaitos taikymas sudaro palankesnes sąlygas agronominiu požiūriu naudingų mikrobiologinių procesų vyksmui. Silpniausias dirvožemio fermentų aktyvumas dažniausiai nustatomas juodojo pūdymo dirvožemyje (Назарько, Лобанов, 2005). Sėjomainos rotacijoje, kurioje įnešama į dirvožemį daug ir įvairios organinės medžiagos stiprėja fermentų aktyvumas (Siwik-Ziomek, Lemanowicz, 2014). Nustatyta, kad žemės ūkio augalų įtaka dirvožemio fermentų aktyvumui gali būti tiesioginė, t.y. metabolizmo proceso metu iš augalų šaknų išsiskiriant neląsteliniams fermentams bei mikroorganizmams skaidant augalines liekanas išsiskiriant ląsteliniams fermentams ir netiesioginė, t.y. sudarant gyvenamąją erdvę dirvožemio mikroflorai (Kong et al., 2009). Auginant daugiameses žoles dirvožemio fermentų aktyvumas paprastai yra stipresnis, palyginti su kitais žemės ūkio augalais (Lebrun et al., 2012). Klose ir Tabatabai (2000) nustatė esmingai stipresnį fermentų aktyvumą dirvožemyje, kuriame buvo auginami pupiniai augalai, palyginti su migliniais augalais. Niemi et al. (2005) duomenimis dirvožemio fermentų aktyvumas tiesiogiai koreliuoja su augalų šaknų biomase. Žemės augalų šaknys daro didelę įtaką mikroorganizmų telkimuisi bei organinės medžiagos kaupimuisi dirvožemyje (Mandal et al., 2010). Daugelis autorių nurodo, kad dirvožemio fermentų aktyvumas dažnai koreliuoja su organinės anglies ir bendrojo azoto kiekiu dirvožemyje (Gianfreda et al., 2005; Kheyrodin, Antoun, 2008; Melero et al., 2008). Pagal Yang et al. (2008) fermentų aktyvumas priklauso nuo amoniakinio azoto ir judriojo fosforo kiekio dirvožemyje.

Tyrimų tikslas – palyginti dirvožemio fermentų (ureazės ir sacharazės) aktyvumą daugiamečių žolių, žieminių kviečių, žieminių ir vasarinių rapsų bei ilgalaikio juodojo pūdymo agroceozėse.

Tyrimų metodika

Tyrimai atlikti 2011–2013 m. Aleksandro Stulginskio universiteto (ASU) Bandymų stotyje karbonatingame sekliai glėjiškame išplautžemyje (*Calc(ar)i – Endohypogleyic Luvisol*). Dirvožemio agrocheminė charakteristika pateikta 1 lentelėje. Fermentų aktyvumas buvo nustatytas 5 skirtingose agroceozėse: 1) daugiametės žolės (II naudojimo metų): raudonojo dobilo (*Trifolium pratense* L.) ‘Vyčiai’ ir pašarinio motiejuko (*Phleum pratense* L.) ‘Gintaras’ mišinys (15 kg ha⁻¹), rudenį tręšti P₂₀₀K₈₀, pavasarį N₁₈₀; 2) žieminiai kviečiai ‘Ada’ (*Triticum aestivum* L.) (200 kg ha⁻¹): priešsėlis – vikių ir avių mišinys, rudenį tręšti N₂₀P₆₀K₉₀, pavasarį N₇₀, rudenį purkšti herbicidų mišiniu (bokseriu 800 EC (3,00 l ha⁻¹) ir logranu 20 WG (0,025 kg ha⁻¹)), vasarą – fungicidu falkon forte (0,50 l ha⁻¹) ir augimo reguliatoriumi moddus 250 EC (0,30 l ha⁻¹); 3) žieminiai rapsai (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera biennis* Metzg.) ‘Sunday’ (3 kg ha⁻¹), priešsėlis – juodasis pūdymas, rudenį tręšti P₆₀K₉₀, pavasarį N₁₂₀, rudenį purkšti herbicidu butizanu 400 (2,50 ha⁻¹), vasarą – tris kartus insekticidais karate zeon (0,15 l ha⁻¹), fastaku (0,15 l ha⁻¹) ir proteus (0,75 l ha⁻¹) ir vieną kartą fungicidu folikūru (1,00 l ha⁻¹); 4) vasariniai rapsai (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera annua* Metzg.) ‘Fenja’ (6 kg ha⁻¹): priešsėlis – žieminiai kviečiai, prieš sėją tręšti N₆₄P₆₄K₉₄ ir butonizacijos tarpsniu N₇₀, purkšti herbicidu galera (0,30 l ha⁻¹), tris kartus insekticidais karate zeon (0,15 l ha⁻¹), mavriku (0,30 l ha⁻¹) ir eforia 065 ZC (0,50 l ha⁻¹) ir vieną kartą fungicidu orius (1,00 l ha⁻¹); 5) juodasis pūdymas: naudojamas 47 metus, vegetacijos metu keturis kartus kultivuojamas ir rudenį giliai suiriamas, netręšiamas organinėmis ir mineralinėmis trąšomis, nepurškiamas herbicidais.

Dirvožemio agrocheminės savybės nustatytos prieš žemės ūkio augalų derliaus nuėmimą. Tyrimams atlikti kiekviename laukelyje dirvožemio grąžtu paimti ėminiai iš 0–25 cm dirvožemio sluoksnio. Dirvožemio pH nustatytas potenciometriškai 1 n KCl ištraukoje, judrusis fosforas P₂O₅ ir judrusis kalis K₂O (mg kg⁻¹ dirvožemio) – Egnerio-Rimo-Domingo (A–L) metodu, humuso kiekis (%) – Tiurino metodu. Tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslų centro Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. Dirvožemio hidrolazių (ureazės ir sacharazės) tyrimams

atlikti ėminiai imti iš kiekvieno laukelio dirvožemio grąžtu 0–25 cm gyliu prieš žemės ūkio augalų derliaus nuėmimą. Natūralaus drėgnumo ėminiai džiovinti pravertose dėžutėse laboratorijos temperatūroje.

Dirvos fermento ureazės aktyvumas nustatytas pagal Hofmann ir Schmidt (1953) metodus, sacharazės – pagal

Hofmann ir Seegerer (1950) metodus, modifikuotus A. I. Čiunderovos (1973). Tyrimai atlikti 4 pakartojimais ASU Maisto žaliavų, agronominių ir zootechninių tyrimų laboratorijoje. Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti naudojant kriterijų t (Raudonius ir kt., 2009) kompiuterine programa STAT.

1 lentelė. Dirvožemio agrocheminė charakteristika, 2011–2013 m.

Table 1. Soil agrochemical characteristics, 2011–2013

Agrocenozės <i>Agroceonosis</i>	Metai <i>Year</i>	pH _{KCl}	Organinės anglies kiekis, % / <i>Content of organic carbon, %</i>	Bendrojo azoto kiekis, % <i>Content of total nitrogen, %</i>	Judriojo fosforo kiekis, mg kg ⁻¹ <i>Content of mobile phosphorus, mg kg⁻¹</i>	Judriojo kalio kiekis, mg kg ⁻¹ <i>Content of mobile potassium, mg kg⁻¹</i>
D. žolės <i>P. grasses</i>	2011	6,49	1,62	0,158	121,9	136,8
	2012	6,77	1,60	0,148	139,7	69,6
	2013	6,76	1,93	0,212	79,0	81,6
Ž. Kviečiai <i>W. wheat</i>	2011	7,14	1,37	0,106	118,6	103,2
	2012	6,78	1,11	0,184	206,4	232,8
	2013	6,84	0,84	0,160	137,2	180,0
Ž. Rapsai <i>W. oilseed rape</i>	2011	7,29	1,35	0,120	226,1	146,4
	2012	6,81	1,68	0,253	134,1	96,0
	2013	6,87	1,32	0,020	80,7	108,0
V. rapsai <i>S. oilseed rape</i>	2011	7,12	1,90	0,330	421,7	177,6
	2012	6,76	1,35	0,187	82,7	62,4
	2013	6,83	1,05	0,087	89,2	81,6
J. pūdymas <i>B. fallow</i>	2011	6,97	0,88	0,081	72,1	96,0
	2012	6,76	0,93	0,061	78,5	84,0
	2013	6,70	0,54	0,025	71,0	74,4

Rezultatai ir aptarimas

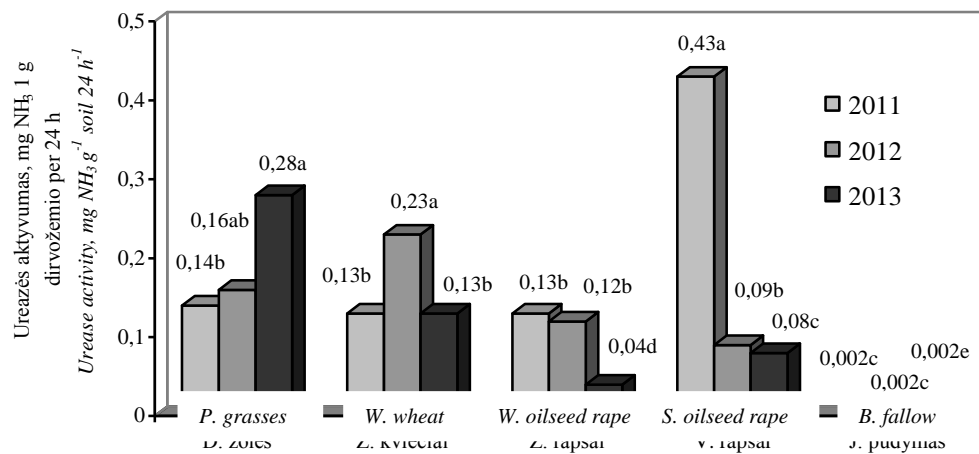
Visais tyrimų metais juodojo pūdymo dirvožemyje nustatyti tik fermento ureazės aktyvumo pėdsakai (1 pav.). Nazarko ir Lobanov (2005) taip pat nurodo, kad be augalinės dangos dirvožemiuose fermentų aktyvumas yra žymiai silpnėjęs negu dirvožemiuose, kuriuose auga žemės ūkio augalai. 2011 m. esmingai nuo 3,1 iki 3,3 karto stipresnis fermento ureazės aktyvumas nustatytas dirvožemyje, kuriame auginti vasariniai rapsai, palyginti su dirvožemiu, kuriame auginti žieminiai rapsai, žieminiai kviečiai ir daugiametės žolės. 2012 m. stipriausias šio fermento aktyvumas nustatytas dirvožemyje, kuriame auginti žieminiai kviečiai. Dirvožemyje, kuriame augintos daugiametės žolės, palyginti su kviečiais, ureazės aktyvumas nustatytas silpnėjęs, tačiau neesmingai. Dirvožemyje, kuriame auginti žieminiai ir vasariniai rapsai, palyginti su kviečiais, ureazės aktyvumas esmingai silpnėjo nuo 1,9 iki 2,6 karto. 2013 m. stipriausias fermento ureazės aktyvumas nustatytas dirvožemyje, kuriame augintos daugiametės žolės. Dirvožemyje, kuriame auginti kiti žemės ūkio augalai šio fermento aktyvumas nustatytas esmingai nuo 2,2 iki 7,0 karto silpnėjęs. Galima daryti išvadą, kad ureazės aktyvumas labiau priklausė ne nuo auginamų žemės ūkio augalų rūšies, o nuo dirvožemyje esančio maisto medžiagų kiekio. Nustatyti tiesiniai bei laipsniniai, statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp fermento ureazės

aktyvumo ir judriojo fosforo kiekio dirvožemyje: 2011 m. $-y = -0,04 + 0,001x$, $r = 0,94$, $P < 0,05$; 2012 m. $-y = -0,07 + 0,02x$, $r = 0,93$, $P < 0,05$; 2013 m. $-y = 0,0001x^{3,654}$, $r = 0,89$, $P < 0,05$. 2011 ir 2013 m. šio fermento aktyvumas priklausė ir nuo bendrojo azoto kiekio dirvožemyje ($y = -0,08 + 1,54x$, $r = 0,97$, $P < 0,01$ ir $y = -0,0016 + 1,21x$, $r = 0,94$, $P < 0,05$).

Visais tyrimų metais silpniausias fermento sacharazės aktyvumas (nuo 6,23 iki 8,50 mg gliukozės 1 g dirvožemio per 48 h) nustatytas juodojo pūdymo dirvožemyje (2 pav.). Dirvožemyje, kuriame augo žemės ūkio augalai, palyginti su juodojo pūdymo, šio fermento aktyvumas nustatytas esmingai nuo 2,0 iki 5,3 karto stipresnis. 2011 m. esmingai nuo 1,4 iki 1,8 karto stipresnis fermento sacharazės aktyvumas nustatytas dirvožemyje, kuriame auginti vasariniai rapsai, palyginti su dirvožemiu, kuriame auginti žieminiai rapsai, žieminiai kviečiai ir daugiametės žolės. 2012 ir 2013 m. stipriausias sacharazės aktyvumas nustatytas dirvožemyje, kuriame augintos daugiametės žolės. Dirvožemyje, kuriame auginti kiti žemės ūkio augalai, palyginti su daugiametėmis žolėmis, šio fermento aktyvumas 2012 m. esmingai nesiskyrė, o 2013 m. esmingai nuo 2,2 iki 2,5 karto silpnėjo. Nustatyti tiesiniai bei laipsniniai, statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp fermento sacharazės aktyvumo ir organinės anglies kiekio dirvožemyje: 2011 m. $-y = -14,9 + 25,3x$, $r = 0,97$, $P < 0,01$; 2012 m. $-y = 10,9x^{1,688}$, $r = 0,76$, $P < 0,05$; 2013 m. $-y = -3,03 + 21,1x$, $r = 0,91$, $P <$

0,05. A. M. Gajda et al. (2013) duomenimis dirvožemio fermento sacharazės aktyvumas koreliavo su organinės anglies kiekiu. Zakaruskaitė ir kt. (2005) nustatė stiprius koreliacinius priklausomumus tarp ureazės bei sacharazės

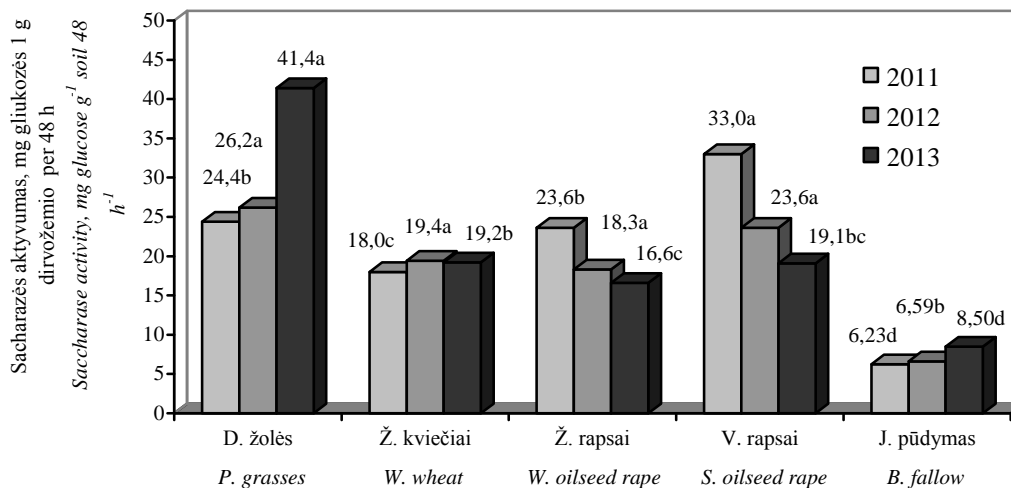
aktyvumo ir bendrojo azoto kiekio, taip pat tarp sacharazės aktyvumo ir judriojo kalio kiekio dirvožemyje.



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

Fig. 1. Soil urease activity in the different agroecosystems, 2011–2013.

Note: means, not sharing a common letter (a, b, c, d, e), are significantly different ($P < 0,05$).



2 pav. Dirvožemio fermento sacharazės aktyvumas skirtingose agroecozėse, 2011–2013 m.

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

Fig. 2. Soil saccharase activity in the different agroecosystems, 2011–2013.

Note: means, not sharing a common letter (a, b, c, d), are significantly different ($P < 0,05$).

Nustatyti tiesiniai bei laipsniniai, statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp fermento sacharazės aktyvumo ir augalų šaknų biomasės 0–20 cm dirvožemio sluoksnyje: 2011 m. – $y = 13,1x^{0,377}$, $r = 0,97$, $P < 0,01$; 2012 m. – $y = 10,5x^{0,460}$, $r = 0,93$, $P < 0,05$; 2013 m. – $y = 2,88 + 4,46x$, $r = 0,95$, $P < 0,05$. L. Kong et al. (2009) duomenimis augalų šaknų paviršiaus plotas ir aktyvumas turėjo didesnę įtaką dirvožemio fermentų aktyvumui negu biomasė.

Išvados

1. Stipriausias fermento sacharazės aktyvumas (vidutiniškai 30,7 mg gliukozės 1 g dirvožemio per 48 h) nustatytas dirvožemyje, kuriame auginamos daugiametės žolės. Silpniausias fermentų ureazės ir sacharazės aktyvumas nustatytas juodojo pūdymo dirvožemyje. Dirvožemyje, kuriame augo vasariniai rapsai, vidutinis

sacharazės aktyvumas nustatytas nuo 29,2 iki 33,3 % stipresnis negu auginant kviečius ir žieminius rapsus.

2. Dirvožemio fermento ureazės aktyvumas skirtingose agroecozėse priklausė nuo judriojo fosforo (2011 m. – $r = 0,94$, $P < 0,05$; 2012 m. – $r = 0,93$, $P < 0,05$; 2013 m. – $r = 0,89$, $P < 0,05$) ir bendrojo azoto (2011 m. – $r = 0,97$, $P < 0,01$; 2013 m. – $r = 0,94$, $P < 0,05$) kiekio dirvožemyje, o sacharazės aktyvumas – nuo organinės anglies (2011 m. – $r = 0,97$, $P < 0,01$; 2012 m. – $r = 0,76$, $P < 0,05$; 2013 m. – $r = 0,91$, $P < 0,05$) ir augalų šaknų biomasės (2011 m. – $r = 0,97$, $P < 0,01$; 2012 m. – $r = 0,93$, $P < 0,05$; 2013 m. – $r = 0,95$, $P < 0,05$) kiekio dirvožemyje.

Literatūra

- GAJDA, A. M., PRZEWLOKA, B., GAWRYJOLEK, K. Changes in soil quality associated with tillage system applied. *Agrophysics*. 2013, Vol. 27, p. 133–141.
- GIANFREDA, L., RAO, M. A., PIOTROWSKA, A., PALUMBO, G., COLOMBO, C. Soil enzyme activities as affected by anthropogenic

- alterations: intensive agricultural practices and organic pollution. *Science of the Total Environment*. 2005, Nr. 341, 265–279.
3. YANG, L., LI, T., LI, F., LEMCOFF, J. H., COHEN, S. Fertilization regulates soil enzymatic activity and fertility dynamics in a cucumber field. *Scientia Horticulturae*. 2008, Vol. 116, p. 21–26.
 4. KHEYRODIN, H., ANTOUN, H. Tillage and manure effect on soil microbial biomass and respiration and on enzyme activities. *5th International Symposium ISMOM*. Chile, 2008, p. 16.
 5. KLOSE, S., TABATAI, M. A. Urease activity of microbial biomass in soils as affected by cropping systems. *Biology and Fertility of Soils*. 2000, Nr. 31, p. 191–199.
 6. KONG, L., WANG, Y. B., ZHAO, L. N., CHEN, Z. H. Enzyme and root activities in surface-flow constructed wetland. *Chemosphere*. 2009, Vol. 76, p. 601–608.
 7. LEBRUN, J. D., TRINSOUTROT-GATTIN, I., VINCESLAS-AKPA, M., BAILLEUL, C., BRAULT, A., MOUGIN, C., LAVAL, K. Assessing impacts of copper on soil enzyme activities in regard to their natural spatiotemporal variation under long-term different land uses. *Soil Biology & Biochemistry*. 2012, Vol. 49, p. 150–156.
 8. LIU, Y., WANG, C., PENG, Z., QIE, G. Soil enzyme activity and its relationship with soil physico-chemical properties in green areas of Chongwen District of Beijing. *Journal of Northeast Forestry University*. 2010, Vol. 38, Nr. 4, p. 66–70.
 9. MANDAL, K. G., HATI, K. M., MISTRA, A. K., BANDYOPADHYAY, K. K. Root biomass, crop response and water-yield relationship of mustard (*Brassica juncea* L.) grown under combinations of irrigation and nutrient application. *Irrigation Science*. 2010, Vol. 28, p. 271–280.
 10. MELERO, S., VANDERLINDEN, K., RUIZ, J. C., MADEJON, E. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. *European Journal of Soil Biology*. 2008, Vol. 44, p. 437–442.
 11. NIEMI, R. M., VEPSALAINEN, M., WALLENIUS, K., SIMPANEN, S., ALAKUKKU, L., PIETOLA, L. Temporal and soil depth-related variation in soil enzyme activities and in root growth of red clover (*Trifolium pratense*) and timothy (*Phleum pratense*) in the field. *Applied Soil Ecology*. 2005, Vol. 30, p. 123–125.
 12. RAUDONIUS, S. ir kt. *Mokslinių tyrimų metodika*. Akademija (Kauno r.), 2009. 119 p.
 13. SIWIK-ZIOMEK, A., LEMANOWICZ, J. The content of carbon, nitrogen, phosphorus and sulphur in soil against the activity of selected hydrolases as affected by crop rotation and fertilization. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2014, Vol. 101, Nr. 4, p. 367–372.
 14. WANG, J. B., CHEN, Z. H., CHEN, L. J., ZHU, A. N., WU, Z. J. Surface soil phosphorus and phosphatase activities affected by tillage and crop residue input amounts. *Plant, Soil & Environment*. 2011, Vol. 6, p. 251–257.
 15. ZAKARAUSKAITĖ, D., GRIGALIŪNIENĖ, K., KUČINSKAS, J., VALIKONYTĖ, V. Ilgalaikio tręšimo organinėmis ir mineralinėmis trąšomis poveikis dirvožemio biologiniam aktyvumui. *Vagos: LŽŪU mokslo darbai*. 2005, Vol. 8, Nr. 21, p. 44.
 16. НАЗАРЬКО, М. Д., ЛОБАНОВ, В. Г. Биологическая активность почв сельскохозяйственного использования в условиях Кубани. *Современные наукоемкие технологии*. 2005, № 10, с. 99.
 17. ЧУНДЕРОВА, А. И. *Ферментативная активность дерново-подзолистых почв Северо Западной зоны: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук*. Таллин, 1973. 46 с.

Aušra Marcinkevičienė, Rita Čepulienė, Rimantas Velička, Robertas Kosteckas, Silvija Kosteckienė

The Comparison of Soil Biological Properties in the Different Agroecosis

Summary

Field experiments were conducted in 2011–2013 at the Experimental Station of the Aleksandras Stulginskis University on a *Calc(ar)is – Endohypogleyic Luvisol*. The objective of this study was to compare the activity of soil enzymes (urease and saccharase) in the perennial grasses, winter wheat, winter and spring oilseed rape, long-term bare fallow agroecosis. The highest activity of enzyme saccharase was observed in the soil, where perennial grasses were grown (on average 30.7 mg glucose 1 g⁻¹ soil 48 h⁻¹). The weakest enzymes urease and saccharase activity was determined in the soil of bare fallow. The stronger activity of saccharase (from 29.2 to 33.3%) was found in the soil, where spring oilseed rape were grown, compared to the soil, where winter wheat and winter oilseed rape were grown. The activity of soil urease in the different agroecosis depended on the content of mobile phosphorus (2011 – $r = 0.94$, $P < 0.05$; 2012 – $r = 0.93$, $P < 0.05$; 2013 – $r = 0.89$, $P < 0.05$) and total nitrogen (2011 – $r = 0.97$, $P < 0.01$; 2012 – $r = 0.94$, $P < 0.05$). The activity of soil saccharase depended on the content of organic carbon (2011 – $r = 0.97$, $P < 0.01$; 2012 – $r = 0.76$, $P < 0.05$; 2013 – $r = 0.91$, $P < 0.05$) and biomass of plant roots (2011 – $r = 0.97$, $P < 0.01$; 2012 – $r = 0.93$, $P < 0.05$; 2013 – $r = 0.95$, $P < 0.05$).

Agroecosis, urease, saccharase, activity

Gauta 2016 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2016 m. balandžio mėn.

-
- Aušra MARCINKEVIČIENĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto profesorė, biomedicinos mokslų daktarė. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 22 39, el. paštas: ausra.marcinkeviciene@asu.lt
- Rita ČEPU LIENĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto lektorė, žemės ūkio mokslų daktarė. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 22 33, el. paštas: rita.cepulienė@asu.lt
- Rimantas VELIČKA.** Aleksandro Stulginskio universiteto Agroekosistemų ir dirvožemio mokslų instituto profesorius, biomedicinos mokslų habilituotas daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 23 17, el. paštas: rimantas.velicka@asu.lt
- Robertas KOSTECKAS.** Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stoties mokslo darbuotojas, biomedicinos mokslų daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 23 71, el. paštas: robertas.kosteckas@gmail.com
- Silvija KOSTECKIENĖ.** Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio ir maisto instituto magistrė. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 23 71, el. paštas: silvija.kosteckiene@gmail.com
- Ausra MARCINKEVICIENE.** Doctor of biomedical sciences, professor at the Institute of Agroecosystems and Soil Science, Aleksandras Stulginskis University. Address: Studentu 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 22 39, e-mail: ausra.marcinkeviciene@asu.lt
- Rita CEPULIENE.** Doctor of agriculture sciences, lector at the Institute of Agroecosystems and Soil Science, Aleksandras Stulginskis University. Address: Studentu 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 22 33, e-mail: rita.cepulienė@asu.lt
- Rimantas VELICKA.** Doctor hab. of biomedical sciences, professor at the Institute of Agroecosystems and Soil Science, Aleksandras Stulginskis University. Address: Studentu 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 23 17, e-mail: rimantas.velicka@asu.lt
- Robertas KOSTECKAS.** Doctor of biomedical sciences, researcher at the Experimental Station, Aleksandras Stulginskis University. Address: Studentu 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 23 71, e-mail: robertas.kosteckas@gmail.com
- Silvija KOSTECKIENE.** Master of Sciences at Institute of Agricultural and Food Science of Aleksandras Stulginskis University. Address: Studentu 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 23 71, e-mail: silvija.kosteckiene@gmail.com