

Mineralinių trąšų įtaka dirvožemio biologiniam aktyvumui ir sėjomainos augalų produktyvumui

Kristina Grigaliūnienė

El. paštas KGrig@info.lzua.lt

Danguolė Zakaruskaitė

El. paštas Danguole@nora.lzua.lt

Zigmas Vaišvila

El. paštas Vaisvila@nora.lzua.lt
Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Studentų g. 11, Akademija,
LT-4324 Kauno rajonas

Daugiamečiai sėjomaininiai tręšimo bandymai moreninio smėlingo priemolio sekliai karbonatingame giliau glėjiškame rudžemyje (*Epicalcari-Endohypogleyic Cambisols*) įrengti 1971 m., o limnoglacialinio dulkiško priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje (*Endocalcari-Epihypogleyic Cambisols*) – 1990 m. Straipsnyje pateikiami 1998–2000 m. tyrimų duomenys apie ilgalaikio mineralinių NPK trąšų naudojimo poveikį dirvožemio biologiniam aktyvumui ir žemės ūkio augalų produktyvumui.

Atliktais tyrimais nustatyta, kad nevienodos kilmės dirvožemiuose fermentų aktyvumas ir kvėpavimo intensyvumas skirtingas. Dulkiško limnoglacialinio priemolio rudžemyje buvo didesnis ureazės ir dehidrogenazių, o smėlingo moreninio priemolio – sacharazės aktyvumas bei dirvožemio kvėpavimo intensyvumas.

Nuo ilgalaikio žemės ūkio augalų tręšimo NPK trąšomis dirvožemio biologinis aktyvumas daugeliu atvejų kito nevienodai. Smėlingo priemolio rudžemyje nuo kasmetinio tręšimo 180 kg ha⁻¹ fosforo, ženkliai padidėjus judriojo fosforo kiekiui dirvožemyje, fermentų ir ypač ureazės aktyvumas silpnėjo. Dulkiškame priemolyje, mažiau pasikeitus judriojo fosforo kiekiui dirvožemyje, ureazės aktyvumas nemažėjo.

Smėlingo priemolio rudžemyje sacharazės aktyvumas nuo mineralinių trąšų mažai keitėsi, o dulkiško priemolio rudžemyje išryškėjo jo silpnėjimo tendencija. Dehidrogenazių aktyvumą mineralinės trąšos slopino abiejuose dirvožemiuose.

Didžiausias dirvožemio kvėpavimo intensyvumas nustatytas, žemės ūkio augalus patręšus visomis NPK trąšomis. Kai kurių trąšų normų poveikio dėsniumai neišryškėjo.

Auginant javus, hidrolazių aktyvumas buvo didesnis nei auginant kaupiamuosius, o oksidoreduktazių – atvirkščiai. Žemės ūkio augalų derliaus apykaitos energija dulkiškame priemolyje labiausiai koreliavo su ureazės ir dehidrogenazių aktyvumu, o smėlingame – su dehidrogenazių aktyvumu ir dirvožemio kvėpavimo intensyvumu.

Raktažodžiai: ureazės, sacharazės, dehidrogenazių aktyvumas, dirvožemio kvėpavimo intensyvumas, mineralinės trąšos

ĮVADAS

Dirvožemio biologinis aktyvumas yra svarbus derlingumo veiksnys agronominiu ir ekologiniu požiūriais bei

jautrus antropogeninio poveikio indikatorius [1, 5, 10, 14]. Svarbiausi ir tiksliausiai biologinį aktyvumą apibūdinantys rodikliai yra dirvožemio fermentų aktyvumas bei kvėpavimo intensyvumas [2, 12, 15, 16].

Daugelio autorių duomenimis, viena priemonių, gerinančių mikrobiologines dirvožemio savybes bei skatinančių jo kvėpavimo intensyvumą, yra racionalus tręšimas mineralinėmis ir organinėmis trąšomis. Tai labiau nei vien mineralinės trąšos aktyvina šiuos procesus ir skatina žemės ūkio augalų derliaus didėjimą [5, 12, 15].

Literatūroje randami nevienareikšmiai duomenys apie sistemingą mineralinių trąšų, ypač didelių jų normų poveikį mikrobiologiniams procesams. Vieni autoriai tvirtina, kad didinant mineralinių trąšų normas mikrobiologiniai procesai intensyvėja, kiti nurodo neigiamą didelių normų poveikį šioms procesams [7, 10, 15].

Mikrobiologinių procesų intensyvumą ir fermentų aktyvumą dirvožemyje taip pat labai sąlygoja auginamų augalų šaknų išskyros bei jų liekanų kiekis ir cheminė sudėtis. Daugiametės žolės palieka apie 3 kartus daugiau liekanų už javus ir dar daugiau už cukrinius runkelius. Labai svarbus anglies ir azoto santykis, kuris mažiausias yra doobilų liekanose, didžiausias – žieminių kviečių ir avižų liekanose [6, 9]. Nustatytas glaudus tiesioginis fermento sacharazės aktyvumo ir augalų šaknų liekanų bei humuso kiekio ryšys [15, 16]. Kitų autorių atlikti tyrimai rodo, kad dirvožemio fermentų aktyvumas glaudžiai koreliuoja su žemės ūkio augalų produktyvumu. Glaudžiausias ryšys ($r = 0,84$) nustatytas žemės ūkio augalų produktyvumo ir sacharazės aktyvumo, kiek silpnėsnis – ureazės ($r = 0,66$) ir dehidrogenazių aktyvumo ($r = 0,70$) [13].

Šio darbo tikslas – įvertinti dirvožemio biologinio aktyvumo: ureazės, sacharazės ir dehidrogenazių aktyvumo bei dirvožemio kvėpavimo intensyvumo kitimą sistemingai tręšiant mineralinėmis trąšomis limnoglacialinio dulkiško priemolio ir moreninio smėlingo priemolio rudžemiuose.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA

Šie tyrimai yra dalis kompleksinių darbų, kuriuos vykdo Lietuvos žemdirbystės instituto Agrocheminių tyrimų centro darbuotojai tema „Įvertinti ilgalaikio trąšų naudojimo intensyvumą žemės ūkio augalų produktyvumui didinti, maisto medžiagų balansui ir ekologinei būklei stabilizuoti“.

Dirvožemio bandiniai 1998–2000 m. tyrimams paimti iš dviejų sėjomaininių daugiamečių tręšimo bandymų, vykdomų Kriukuose (Šakių r.) ir Skėmiuose (Radviliškio r.).

Kriukuose bandymas įrengtas 1990 m. limnoglacialinio dulkiško priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje (*Endocalcari-Epilygleyic Cambisols*). Buvusioje klasifikacijoje – velėninis glėjiškas išplautas vidutinio sunkumo limnoglacialinio priemolio dirvožemis. Ariamasis dirvožemio

sluoksnis, prieš įrengiant bandymą, buvo šarmiškas (pH_{KCl} 7,4), hidrolizinis rūgštumas – 4,0 mekv kg^{-1} , sorbuotų bazių – 367 mekv kg^{-1} , bazėmis pasotinio laipsnis – 98,8%, humuso – 2,31%, bendrojo azoto – 0,12%, judriojo fosforo – 108 mg kg^{-1} , judriojo kalio – 86 mg kg^{-1} dirvožemio.

Skėmiuose bandymas įrengtas 1971 m. moreninio smėlingo priemolio sekliai karbonatingame giliau glėjiškame rudžemyje (*Epicalcari-Endohypogleyic Cambisols*). Buvusioje klasifikacijoje – velėninis glėjiškas išplautas lengvas moreninis priemolis ant priesmėlio su giliau esančiu lengvo priemolio podirviu dirvožemis. Ariamasis dirvožemio sluoksnis, prieš įrengiant bandymą, buvo šarmiškas (pH_{KCl} 7,1), hidrolizinis rūgštumas – 0,3 mekv kg^{-1} , sorbuotų bazių – 18,5 mekv kg^{-1} , bazėmis pasotinio laipsnis – 98,4%, humuso – 2,20%, bendrojo azoto – 0,175%, judriojo fosforo – 57 mg kg^{-1} , judriojo kalio – 109 mg kg^{-1} dirvožemio.

Žemės ūkio augalų derliaus apykaitos energija apskaičiuota sudedant pagrindinę ir šalutinę produkciją su augalų kokybės cheminėmis analizėmis.

Keturlaukės sėjomainos rotacija yra tokia: vienmečių žolių mišiniai, javai, kaupiamieji, javai.

Abiejų bandymų priešsėlis 1997 m. – vienmečių žolių mišinys. 1998 m. auginti žieminiai kviečiai ‘Širvinta I’, 1999 m. Skėmiuose – cukriniai runkeliai ‘Ganusovskaja odnosiemiannaja’, Kriukuose – bulvės ‘Vokė’, 2000 m. – vasariniai miežiai ‘Roland’.

Bandymuose naudotos tos pačios mineralinių trąšų formos: amonio salietra (N – 34,2%), granuliuotas superfosfatas (P_2O_5 – 20%), kalio chloridas (K_2O – 56%). Fosforo ir kalio trąšos išbertos rudenį, azoto trąšos – pavasarį: žieminiams kviečiams – atsinaujinus vegetacijai, o cukriniams runkeliams, bulvėms ir miežiams – prieš priešsėjinį dirvos kultivavimą.

Fermentų aktyvumo analizės atliktos orasausiuose dirvožemio mėginiuose. Sacharazė (invertazė) (klasifikacinis numeris 3.2.1.26) ir ureazė (klasifikacinis numeris 3.5.1.5) nustatytos A. Čunderovos modifikuotu (1973) E. Hofmanno metodu. Sacharazės aktyvumas buvo nustatomas naudojant Felingų tirpalus. Ureazės aktyvumas nustatytas naudojant Neslerio reaktyvą. Dehidrogenazių aktyvumo (klasifikacinis numeris 1.1.1.) nustatymas pagrįstas 2, 3, 5-trifeniltetrazolio chlorido (TTCH) bespalvės oksiduos formos redukcija iki raudono formazano, kurio kiekis proporcingas dehidrogenazių aktyvumui [13]. Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas nustatytas R. Ohlinger (1995) metodu pagal išsiskyrusio CO_2 kiekį, 25°C temperatūroje per 24 val. [4].

Analizių duomenys matematiškai apdoroti dispersinės bei koreliacinės-regresinės analizės metodais.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Mineralizacijos ir humifikacijos procesai dirvožemyje vyksta dalyvaujant daugybei fermentų, kuriuos išskiria mikroorganizmai, mezofauna ir augalų šaknys. Azoto ir anglies junginių hidrolizėje dalyvaujančių fermentų ureazės ir sacharazės aktyvumas daugelio autorių vertinami kaip vieni svarbiausių biologinio aktyvumo ir dirvožemio derlingumo rodiklių. Sacharazė katalizuoja sacharozės hidrolizę iki gliukozės ir fruktozės išsiskyrimo ir apibūdina organinių C junginių kitimo procesus. Ureazė katalizuoja amidų hidrolizę iki amoniako išsiskyrimo ir apibūdina azoto režimą dirvožemyje [1, 5, 7, 10, 11, 15].

Vidutiniais trejų metų tyrimų duomenimis, dulkiško priemolio rudžemyje, patręšus augalus $N_{120}P_{180}K_{90}$, $N_{120}P_{90}K_{180}$ ir $N_{60}P_{180}K_{90}$, ureazės aktyvumas dirvožemyje buvo atitinkamai 19, 8 ir 6% didesnis, palyginus su variantu, kuriame augalai netręšti mineralinėmis trąšomis. Augalus tręšiant tik dvinariais fosforo ir kalio arba azoto ir fosforo trąšų deriniais ureazės aktyvumas nustatytas vidutiniškai 19% mažesnis. Šių variantų laukeliuose nustatyta žemės ūkio augalų apykaitos energija ($GJ ha^{-1}$) buvo mažiausia (1 lentelė).

Smėlingo priemolio rudžemyje ureazės aktyvumo pokyčiai nuo NPK trąšų mažai skyrėsi, tačiau šio fermento aktyvumas buvo mažesnis, palyginus su dulkišku priemoliu (2 lentelė). Tai patvirtina ir

1 lentelė. Mineralinių trąšų įtaka dirvožemio biologiniam aktyvumui ir žemės ūkio augalų produktyvumui dulkiško priemolio giliau karbonatingame sekliai glėjiškame rudžemyje

Kriūkai, 1998–2000 m.

| Variantas | Fermentų aktyvumas 1 g orausio dirvožemio | | | Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas $mg CO_2$ per 24 h 1 g orausio dirvožemio | Apykaitos energija $GJ ha^{-1}$ | * P_2O_5 $mg kg^{-1}$ |
|-------------------------|---|-----------------------------------|--|---|---------------------------------|-------------------------|
| | ureazė $mg NH_3$ per 24 h | sacharazė mg gliukozės per 48 h | dehidrogenazės mg formazano per 24 h | | | |
| Kontrolinis (be trąšų) | 0,36 | 18,56 | 8,34 | 0,24 | 34,10 | 121 |
| $P_{90}K_{90}$ | 0,28 | 18,22 | 7,33 | 0,20 | 43,10 | 175 |
| $N_{60}K_{90}$ | 0,30 | 18,07 | 8,25 | 0,16 | 52,10 | 145 |
| $N_{60}P_{90}$ | 0,28 | 18,86 | 7,30 | 0,24 | 48,90 | 169 |
| $N_{60}P_{90}K_{90}$ | 0,36 | 16,62 | 7,92 | 0,23 | 57,00 | 165 |
| $N_{60}P_{180}K_{90}$ | 0,38 | 17,74 | 6,58 | 0,25 | 56,50 | 190 |
| $N_{60}P_{90}K_{120}$ | 0,33 | 19,11 | 7,50 | 0,23 | 61,70 | 159 |
| $N_{120}P_{180}K_{90}$ | 0,43 | 21,18 | 7,33 | 0,21 | 60,90 | 186 |
| $N_{120}P_{90}K_{180}$ | 0,39 | 18,54 | 7,74 | 0,21 | 64,80 | 145 |
| $N_{120}P_{180}K_{180}$ | 0,35 | 18,75 | 6,14 | 0,20 | 65,90 | 178 |
| R_{05} | 0,02 | 1,79 | 0,49 | 0,02 | 3,15 | |

* Susikaupęs judriojo fosforo kiekis dirvožemyje.

2 lentelė. Mineralinių trąšų įtaka dirvožemio fermentų aktyvumui bei kvėpavimo intensyvumui ir žemės ūkio augalų produktyvumui smėlingo priemolio rudžemyje

Skėmiai, 1998–2000 m.

| Variantas | Fermentų aktyvumas 1 g orausio dirvožemio | | | Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas $mg CO_2$ per 24 h 1 g orausio dirvožemio | Apykaitos energija $GJ ha^{-1}$ | * P_2O_5 $mg kg^{-1}$ |
|------------------------|---|-----------------------------------|--|---|---------------------------------|-------------------------|
| | ureazė $mg NH_3$ per 24 h | sacharazė mg gliukozės per 48 h | dehidrogenazės mg formazano per 24 h | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Kontrolinis (be trąšų) | 0,30 | 27,02 | 6,37 | 0,36 | 81,97 | 48 |

| 2 lentelė (tęsinys) | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|------|------|--------|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| $P_{90}K_{90}$ | 0,30 | 29,38 | 5,10 | 0,34 | 77,73 | 136 |
| $N_{60}P_{90}$ | 0,35 | 24,87 | 5,66 | 0,27 | 87,93 | 126 |
| $N_{60}K_{90}$ | 0,34 | 29,36 | 5,50 | 0,28 | 96,13 | 43 |
| $N_{60}P_{90}K_{90}$ | 0,26 | 27,48 | 4,63 | 0,33 | 113,47 | 149 |
| $N_{60}P_{180}K_{90}$ | 0,28 | 26,49 | 4,05 | 0,44 | 129,53 | 357 |
| $N_{60}P_{90}K_{180}$ | 0,30 | 28,04 | 7,29 | 0,32 | 120,93 | 119 |
| $N_{120}K_{90}$ | 0,33 | 25,78 | 5,45 | 0,35 | 100,17 | 58 |
| $N_{120}P_{90}$ | 0,29 | 28,38 | 5,30 | 0,31 | 97,47 | 138 |
| $N_{120}P_{180}K_{90}$ | 0,29 | 27,33 | 5,04 | 0,39 | 117,07 | 333 |
| $N_{120}P_{90}K_{180}$ | 0,29 | 29,92 | 6,61 | 0,30 | 121,37 | 126 |
| $P_{180}K_{180}$ | 0,28 | 26,38 | 4,69 | 0,37 | 87,60 | 358 |
| $N_{120}P_{180}$ | 0,24 | 26,89 | 5,93 | 0,32 | 94,83 | 268 |
| $N_{120}K_{180}$ | 0,33 | 27,71 | 6,07 | 0,39 | 100,30 | 52 |
| $N_{120}P_{180}K_{180}$ | 0,29 | 29,38 | 5,42 | 0,39 | 130,47 | 370 |
| R_{05} | 0,01 | 2,97 | 0,84 | 0,04 | 4,63 | |

* Susikaupęs judriojo fosforo kiekis dirvožemyje.

apskaičiuoti šio fermento koreliaciniai santykiai nuo mineralinių trąšų. Dulkiškame priemolyje šio koreliacinio santykio stiprumas labiau priklausė nuo azoto ir fosforo trąšų, tuo tarpu smėlingame priemolyje tik nuo fosforo (3 lentelė). Smėlingo priemolio rudžemyje per trisdešimt metų tręšiant augalus 180 kg ha⁻¹ fosforo derinant su azoto ir kalio trąšomis, judriojo fosforo kiekis padidėjo nuo 43–58 iki 333–370 mg kg⁻¹ (2 lentelė). Taigi, susikaupus dirvožemyje tokiam dideliame judriojo fosforo kiekiui, ureazės aktyvumas iš esmės silpnėjo. Tai patvirtina ir kitų autorių atliktų tyrimų duomenys: dirvožemyje susikaupus daugiau kaip 200–250 mg kg⁻¹ judriųjų fosforo ir kalio junginių, fermentų aktyvumas mažėja [7, 15].

Tuo tarpu dulkiškame priemolyje P_{180} derinant su azoto ir kalio trąšomis judriojo fosforo kiekis per dešimt metų pasikeitė nuo 108–121 iki 158–190 mg kg⁻¹. Susikaupus dirvožemyje mažesniai judriojo fosforo kiekiui, fosforo trąšos dar buvo efektyvios.

A. Lugausko duomenimis, ilgą laiką naudojamos didelės fosforo trąšų normos (120 kg ha⁻¹) mikroorganizmus veikė neigiamai: keitė grupių santykį, jų kiekį ir rūšinę sudėtį [3].

A. Lugausko duomenimis, ilgą laiką naudojamos didelės fosforo trąšų normos (120 kg ha⁻¹) mikroorganizmus veikė neigiamai: keitė grupių santykį, jų kiekį ir rūšinę sudėtį [3].

| 3 lentelė. Fermentų aktyvumo ir kvėpavimo intensyvumo dirvožemyje bei apykaitos energijos (y) priklausomumas nuo trąšų (x) | | | | | | |
|--|-------------|--|----------|-----------------------|--------|------|
| Biologinio aktyvumo rodiklis 1 g dirvožemio | Trąšų rūšis | Lygties $y = a + bx + cx^2$ koeficientas | | | η | t |
| | | a | b | c | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Dulkiško limnoglacialinio priemolio rudžemis ($n = 10$) | | | | | | |
| Ureazė mg NH ₃ per 24 h | azoto | 0,32 | -0,00025 | $6,945 \cdot 10^{-6}$ | 0,62 | 2,2* |
| | fosforo | 0,32 | 0,000718 | $3,6 \cdot 10^{-6}$ | 0,57 | 2,0* |
| | kalio | 0,32 | 0,00029 | $-1,8 \cdot 10^{-7}$ | 0,32 | 0,9 |
| Sacharazė mg gliukozės per 48 h | azoto | 18,38 | -0,0192 | 0,00023 | 0,57 | 2,0* |
| | fosforo | 18,31 | -0,0061 | $6,21 \cdot 10^{-5}$ | 0,39 | 1,2 |
| | kalio | 18,67 | -0,0048 | $2,77 \cdot 10^{-5}$ | 0,33 | 1,0 |
| Dehidrogenazės mg formazano per 24 h | azoto | 7,84 | -0,0044 | $-1,6 \cdot 10^{-5}$ | 0,42 | 1,3 |
| | fosforo | 8,21 | -0,007 | $-8,49 \cdot 10^{-6}$ | 0,87 | 5,0* |
| | kalio | 7,81 | -0,002 | $-1,53 \cdot 10^{-5}$ | 0,42 | 1,3 |
| Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas mg CO ₂ per 24 h | azoto | 0,22 | | $-2,41 \cdot 10^{-6}$ | 0,27 | 0,8 |
| | fosforo | 0,20 | 0,0004 | $-1,48 \cdot 10^{-6}$ | 0,34 | 1,0 |
| | kalio | 0,24 | -0,0004 | $1,6 \cdot 10^{-6}$ | 0,45 | 1,4 |

| 3 lentelė (tęsinys) | | | | | | |
|---|---------|-------|------------------------|---------------------------|------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Apykaitos energija GJ ha ⁻¹ | azoto | 38,6 | 0,3441 | -0,0011 | 0,91 | 6,4* |
| | fosforo | 43,1 | 0,1667 | -0,0004 | 0,65 | 2,4* |
| | kalio | 41,32 | 0,1574 | -0,0001 | 0,82 | 4,0* |
| Smėlingo moreninio priemolio rudžemis (<i>n</i> = 15) | | | | | | |
| Ureazė mg NH ₃ per 24 h | azoto | 0,29 | 0,0004 | -3,39 · 10 ⁻⁶ | 0,20 | 0,7 |
| | fosforo | 0,32 | -0,00016 | - 3,49 · 10 ⁻⁶ | 0,56 | 2,4* |
| | kalio | 0,29 | 9,4 · 10 ⁻⁵ | - 4,3 · 10 ⁻⁷ | 0,07 | 0,3 |
| Sacharazė mg gliukozės per 48 h | azoto | 27,58 | -0,014 | 0,00014 | 0,20 | 0,7 |
| | fosforo | 27,20 | 0,015 | -7,74 · 10 ⁻⁵ | 0,23 | 0,9 |
| | kalio | 26,78 | 0,01 | -1,25 · 10 ⁻⁵ | 0,41 | 1,6 |
| Dehidrogenazės mg formazano per 24 h | azoto | 5,38 | -0,012 | 3,1 · 10 ⁻⁵ | 0,17 | 0,6 |
| | fosforo | 5,61 | 0,006 | - 4,96 · 10 ⁻⁵ | 0,33 | 1,3 |
| | kalio | 5,81 | -0,2 | 0,00011 | 0,60 | 2,7* |
| Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas mg CO ₂ per 24 h | azoto | 0,36 | -0,0009 | 7,0 · 10 ⁻⁶ | 0,25 | 0,9 |
| | fosforo | 0,35 | -0,001 | 6,89 · 10 ⁻⁶ | 0,66 | 3,2* |
| | kalio | 0,31 | 0,00067 | - 2,5 · 10 ⁻⁶ | 0,38 | 1,5 |
| Apykaitos energija GJ ha ⁻¹ | azoto | 82,43 | 0,6857 | -0,0039 | 0,64 | 3,0* |
| | fosforo | 94,64 | 0,0932 | 0,0000196 | 0,40 | 1,6 |
| | kalio | 90,55 | 0,2164 | -0,0005 | 0,51 | 2,1* |

* Patikima esant 95% tikimybės lygiui.

Dulkiško priemolio rudžemyje buvo silpnas ($\eta = 0,38$) apykaitos energijos priklausomumas nuo ureazės aktyvumo (4 lentelė).

Sacharazės aktyvumas, nepriklausomai nuo trąšų normų, smėlingo priemolio rudžemyje buvo ženkliai didesnis nei dulkiškame priemolyje. Šiuo atveju sacharazės aktyvumui daugiau įtakos galėjo turėti turtingos angliavandenių cukrinių runkelių šaknų liekanos [16]. Šiame dirvožemyje sacharazės aktyvumas nuo mineralinių trąšų mažai keitėsi ($\eta = 0,20-0,41$). Palyginus su netręštu variantu, kiek didesnis šio fermento aktyvumas nustatytas augalus patręšus

$N_{120}P_{90}K_{180}$ ir $N_{120}P_{180}K_{180}$: buvo didesnis augalų derlius ir daugiau augalų liekanų.

Dulkiško priemolio rudžemyje, augalus patręšus mineralinėmis trąšomis, išryškėjo sacharazės aktyvumo susilpnėjimo tendencija. Tai įgalina spręsti apie silpnesnį humifikacijos procesą šiame dirvožemyje, nes sacharazė, dalyvaudama humuso sintezėje, tiesiogiai siejasi su jo kiekiu dirvožemyje [15].

Smėlingo ir dulkiško priemolio rudžemiuose žemės ūkio augalų apykaitos energija silpnai ($\eta = 0,26-0,27$) koreliavo su sacharazės aktyvumu (4 lentelė).

| 4 lentelė. Žemės ūkio augalų derliaus apykaitos energijos (<i>y</i>) priklausomumas nuo fermentų aktyvumo ir kvėpavimo intensyvumo (<i>x</i>) dirvožemyje | | | | | |
|---|--|----------|----------|--------|----------|
| Biologinio aktyvumo rodiklis 1 g dirvožemio | Lygties $y = a + bx + cx^2$ koeficientas | | | η | <i>t</i> |
| | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>c</i> | | |
| Dulkiško limnoglacialinio priemolio rudžemis | | | | | |
| Ureazė mg NH ₃ per 24 h | -17,811 | 330,48 | -344,88 | 0,45 | 1,4 |
| Sacharazė mg gliukozės per 48 h | 380,72 | 36,06 | 0,993 | 0,27 | 0,8 |
| Dehidrogenazės mg formazano per 24 h | -43,58 | 34,91 | -2,899 | 0,51 | 1,7 |
| Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas mg CO ₂ per 24 h | -113,91 | 1726,2 | -4319,6 | 0,38 | 1,2 |
| Smėlingo moreninio priemolio rudžemis | | | | | |
| Ureazė mg NH ₃ per 24 h | -240,58 | 2481,8 | -4409,8 | 0,38 | 1,5 |
| Sacharazė mg gliukozės per 48 h | -607,94 | 48,86 | -0,834 | 0,26 | 1,0 |
| Dehidrogenazės mg formazano per 24 h | 426,02 | 10,129 | -115,45 | 0,52 | 2,2* |
| Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas mg CO ₂ per 24 h | 284,29 | -1187,1 | 1892,9 | 0,46 | 1,9 |

* Patikima esant 95% tikimybės lygiui.

Oksidacinių-redukcinių fermentų dehidrogenazių aktyvumą mineralinės trąšos slopino ir dulkiško, ir smėlingo priemolio rudžemiuose. Dulkiškame priemolyje dehidrogenazių aktyvumo ir fosforo trąšų koreliacijos santykis gautas $\eta = 0,87$, o smėlingame priemolyje – nuo kalio trąšų $\eta = 0,60$ (3 lentelė). Literatūroje yra duomenų [8], kad mineralinės trąšos, ypač didelės jų normos, mažina dehidrogenazių aktyvumą, nes šie fermentai yra svarbūs augalams pasisavinant maisto medžiagas iš trąšų [8]. A. Čunderova nurodo, kad šių fermentų aktyvumas taip pat yra sąlygojamas fizikinių-cheminių savybių bei optimalios temperatūros. Be to, jų aktyvumas dažniausiai siejasi su dirvos biogenišku ir mikroorganizmų gausumu [15]. Dulkiško ir smėlingo priemolio rudžemiuose gautas vidutinio stiprumo ($\eta = 0,51-0,52$) žemės ūkio augalų derliaus ir oksidacinių-redukcinių fermentų aktyvumo koreliacijos ryšys (4 lentelė).

Biologinių procesų aktyvumą dirvožemyje rodo iš dirvožemio išsiskyrusio anglies dioksido kiekis, kuris vadinamas dirvožemio kvėpavimu. CO_2 išsiskiria skylant dirvožemyje negyvos augalinės ir gyvulinės kilmės organinėms medžiagoms, kvėpuojant augalų šaknims bei vykstant fizikiniams-cheminiams procesams [2, 12].

Vidutiniai trejų metų tyrimų duomenys rodo, kad smėlingo priemolio rudžemyje mineralinių trąšų poveikis kvėpavimo intensyvumui išryškėjo labiau nei dulkiško priemolio rudžemyje (2 lentelė). Daugiausia anglies dioksido dirvožemyje išsiskyrė žemės ūkio augalus patręšus visomis NPK trąšomis. Tačiau atskirų trąšų normų poveikis šiam rodikliui buvo nedėsningas.

Apskaičiavus žemės ūkio augalų derliaus priklausomumą nuo dirvožemio kvėpavimo intensyvumo,

nustatyta, kad smėlingame priemolyje koreliacijos santykis buvo ženkliai glaudesnis ($\eta = 0,51$), nei dulkiškame priemolyje ($\eta = 0,38$).

Daugianarės tiesinės regresinės analizės metodu apskaičiavus žemės ūkio augalų derliaus apykaitos energijos (GJ ha^{-1}) priklausomumą nuo keturių dirvožemio biologinio aktyvumo rodiklių: ureazės (x_1), sacharazės (x_2), dehidrogenazių (x_3) ir dirvožemio kvėpavimo intensyvumo (x_4), nustatyta, kad ženkliai glaudesnis ryšys buvo dulkiško priemolio, nei smėlingo priemolio rudžemyje. Šis priklausomumas išreiškiamas lygtimis:

$$y = 122,94 + 105,09x_1 - 0,969x_2 - 7,57x_3 - 140,422x_4,$$

$$R = 0,72, t = 2,9 \text{ (dulkiškas priemolis);}$$

$$y = -20,82 - 84,7x_1 + 2,946x_2 + 2,649x_3 + 156,39x_4,$$

$$R = 0,51, t = 2,1 \text{ (smėlingas priemolis).}$$

Gauti tyrimų duomenys rodo, kad dirvožemio hidrolizinių fermentų aktyvumą nevienodai veikė sėjosmainos rotacijoje auginami žemės ūkio augalai. Dulkiško ir smėlingo priemolio rudžemiuose didžiausias ureazės ir sacharazės, susijusių su humifikacijos procesu, aktyvumas buvo auginant miežius, o dehidrogenazių – auginant bulves ir cukrinius runkelius, nes intensyvesnis žemės purenimas skatina oksidacinius-redukacinius procesus (5 lentelė).

1998–2000 m. atliktais tyrimais nustatyta, kad nepriklausomai nuo tręšimo ir auginamų augalų giliau karbonatingame sekliai glėjiškame dulkiško priemolio rudžemyje azoto junginių apykaitoje dalyvaujančio fermento ureazės aktyvumas buvo $0,34 \text{ mg NH}_3$, lengvai hidrolizuojamų angliavandenių mobilizacijoje dalyvaujančio fermento sacharazės – $18,57 \text{ mg gliukozės}$, oksidacinių-redukcinių fermentų dehid-

5 lentelė. Dirvožemio fermentų aktyvumas, kvėpavimo intensyvumas ir žemės ūkio augalų produktyvumas skirtingos kilmės dirvožemiuose

| Žemės ūkio augalai | Ureazė mg NH_3 per 24 h | Sacharazė mg gliukozės per 48 h | Dehidrogenazės mg formazano per 24 h | Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas mg CO_2 per 24 h | Pagrindinės produkcijos derlius t ha^{-1} |
|--|----------------------------------|--|---|---|--|
| Dulkiško limnoglacialinio priemolio rudžemis | | | | | |
| Kviečiai | 0,34 | 17,35 | – | – | 4,52 |
| Bulvės | 0,27 | 17,64 | 7,77 | 0,22 | 24,39 |
| Miežiai | 0,42 | 20,72 | 7,11 | 0,22 | 2,39 |
| Vidutinis | 0,34 | 18,57 | 7,44 | 0,22 | |
| Smėlingo moreninio priemolio rudžemis | | | | | |
| Kviečiai | 0,29 | 29,11 | – | – | 4,35 |
| Cukriniai runkeliai | 0,29 | 24,79 | 6,12 | 0,43 | 45,66 |
| Miežiai | 0,31 | 28,98 | 4,96 | 0,25 | 2,66 |
| Vidutinis | 0,30 | 27,63 | 5,54 | 0,34 | |

rogenazių – 7,44 mg formazano ir dirvos kvėpavimo intensyvumas – 0,22 mg.

Smėlingo priemolio sekliai karbonatingame giliau glėjiškame rudžemyje sacharazės aktyvumas buvo vidutiniškai 33%, kvėpavimo intensyvumas – 54% didesnis, o ureazės – 13% bei dehidrogenazių – 25% mažesnis, palyginus su dulkiško priemolio rudžemyje (5 lentelė).

IŠVADOS

1. Nevienodos kilmės dirvožemiuose fermentų aktyvumas ir kvėpavimo intensyvumas nustatytas skirtingas. Dulkiško limnoglacialinio priemolio rudžemyje buvo didesnis ureazės ir dehidrogenazių, o smėlingo moreninio priemolio – sacharazės aktyvumas bei dirvožemio kvėpavimo intensyvumas.

2. Ilgalaikis žemės ūkio augalų tręšimas NPK trąšomis daugeliu atvejų nevienodai keitė dirvožemio biologinį aktyvumą.

3. Smėlingo priemolio rudžemyje nuo ilgalaikio kasmetinio tręšimo 180 kg ha⁻¹ fosforo derinant su azoto ir kalio trąšomis padidėjus judriojo fosforo kiekiui dirvožemyje nuo 43–58 iki 333–370 mg kg⁻¹, fermentų ir ypač ureazės aktyvumas silpnėjo. Dulkiškame priemolyje, mažiau pasikeitus judriojo fosforo kiekiui dirvožemyje, ureazės aktyvumo pokyčiai buvo neženklūs.

4. Smėlingo priemolio rudžemyje sacharazės aktyvumas nuo mineralinių trąšų mažai keitėsi, o dulkiško priemolio rudžemyje išryškėjo jo silpnėjimo tendencija.

5. Oksidacinių-redukcinių fermentų dehidrogenazių aktyvumą mineralinės trąšos slopino ir dulkiško, ir smėlingo priemolio rudžemiuose.

6. Dirvožemio kvėpavimo intensyvumas smėlingo priemolio rudžemyje buvo didesnis nei dulkiško priemolio rudžemyje. Daugiausia anglies dioksido dirvožemyje išsiskyrė tręšiant žemės ūkio augalus visomis NPK trąšomis. Atskirų NPK trąšų normų poveikio dėsningumą neišryškėjo.

7. Žemės ūkio augalų apykaitos energija silpnai koreliavo su dirvožemio fermentų aktyvumu ir kvėpavimo intensyvumu dulkiško ($\eta = 0,27-0,51$) bei smėlingo priemolio ($\eta = 0,26-0,52$) rudžemiuose.

8. Sėjomainos rotacijoje auginami augalai turėjo nevienodą įtaką dirvožemio fermentų aktyvumui ir kvėpavimo intensyvumui. Dirvožemio hidrolazių aktyvumas buvo didesnis auginant javus, o oksidoreduktazių – auginant kaupiamuosius. Didžiausias kvėpavimo intensyvumas nustatytas auginant cukrinius runkelius.

Literatūra

1. Arlauskienė E. A. Mikroorganizmų paplitimas ir jų cenozų kitimas skirtingos genezės dirvožemiuose // Žemdirbystė: mokslo darbai. / LŽI, LŽŪU. Akademija, 1996. T. 55. P. 55–56.
2. Janušienė V. Herbicidų įtaka dirvožemio kvėpavimo intensyvumui ir agrocheminėms savybėms // Žemdirbystė: mokslo darbai. / LŽI, LŽŪU. Akademija, 1996. T. 55. P. 56.
3. Lugauskas A., Repečkienė J., Salina O., Vasiliauskienė V. Mikroorganizmų paplitimas įvairiomis NPK trąšų normomis tręštame priemolio ganyklos dirvožemyje // Žemdirbystė: mokslo darbai. / LŽI, LŽŪU. Akademija, 1997. T. 59. P. 193–208.
4. Schinner F., Ohlinger R. et al. Methods in Soil Biology. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1995. P. 93–97.
5. Svirskienė A. Antropogeniniam poveikiui jautrių dirvožemio mikrobiologinio aktyvumo ir jo derlingumo indikatorių vertinimas // Ekologija. 1999. Nr. 3. P. 90–94.
6. Svirskienė A., Magyla A. Įvairios specializacijos sėjomainų bei monokultūrų įtaka dirvožemio biologiniam aktyvumui // Žemdirbystė: mokslo darbai / LŽI, LŽŪU. Akademija, 1997. T. 59. P. 3–15.
7. Svirskienė A., Tarvidas J. NPK trąšų normų įtaka įvairių kultūriniais žolynais apsėtų dirvų biologiniam aktyvumui // LŽI mokslo darbai. Vilnius, 1986. T. 34. P. 84–98.
8. Šimek M., Hopkins D. W. et al. Biological and chemical properties of arable soils affected by long-term organic and inorganic fertilizer applications // Biol. Fert. Soils. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1999. Vol. 29. P. 300–308.
9. Дудкин В. М., Дудкина А. Г., Лобков В. Т. Севооборот и биологическая активность почвы (Обзор литературы). Курск, 1987. С. 31.
10. Звягинцев Д. Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Издательство Московского университета, 1991 (2-е издание). С. 303.
11. Крушельницкая Т. Р. Изменение ферментативной активности дерново-подзолистой супесчаной почвы при антропогенном воздействии // Почвы и их плодородие на рубеже столетий: материалы II съезда белорусского общества почвоведов. Минск, 2001. Кн. 2. С. 148–150.
12. Макаров Б. И. Газовый режим почвы. Москва: ВО Агропромиздат, 1988. С. 103.
13. Методические рекомендации по определению дегидрогеназной активности. Москва, 1978.
14. Михайловская Н. А. Ферментативная активность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы: Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. Минск, 1988. 18 с.
15. Чундерова А. И. Ферментативная активность дерново-подзолистых почв Северо-Западной зоны: Автореферат дисс. ... докт. биол. наук. Таллин, 1973. С. 266–280.
16. Чундерова А. И. Активность инвертазы в дерново-подзолистых почвах // Почвоведение. 1970. № 12. С. 104–109.

Kristina Grigaliūnienė, Danguolė Zakarauskaitė,
Zigmąs Vaišvila

**INFLUENCE OF MINERAL FERTILIZERS ON
BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOIL AND PLANT
PRODUCTIVITY IN SOILS OF DIFFERENT GENESIS**

Summary

Long-term fertilization trials were established in moraine light loam *Epicalcari-Endohypogleyic Cambisols* in 1971 and glacial lacustrine silty loam *Endocalcari-Epihypogleyic Cambisols* in 1990. Experimental data of the period 1998–1999 on the influence of mineral fertilizers on the biological activity of soil and plant productivity in soils are presented.

The experimental data showed that the enzymatic activity of soil and the intensity of soil respiration in the soils studied differed. Urease and dehydrogenases activity were higher in glacial lacustrine silty loam *Cambisol*, while saccharase activity and soil respiration intensity were higher in moraine light loam *Cambisol*.

In many cases the influence of long-term mineral fertilization on the biological activity of soil was quite different. In long-term crop rotation, where 180 kg ha⁻¹ phosphorus fertilizers were used, in many cases a significant negative influence on the enzymatic activity of soil, in particular urease activity was observed, when a large amount of mobile phosphorus accumulated in soil. Urease activity did not decrease, when less amounts of mobile phosphorus accumulated in silty loam *Cambisol*.

The influence of mineral fertilizers on saccharase activity varied a little in silty loam *Cambisol*, a downtrend of saccharase activity was found in light loam *Cambisol*. Mineral fertilizers inhibited the activity of dehydrogenases in both soils.

Soil respiration intensity was highest in soils that had received total NPK fertilizers. No consistent pattern of the influence of fertilizer rate on respiration was obvious.

The activity of hydrolases was higher under cereal plants, while oxidoreductase activity and soil respiration were more intensive under cultivated crops. The productivity of cultivated plants correlated best with the activity of urease and dehydrogenases in silt clay loam soil and with the activity of dehydrogenases and the intensity of soil respiration in light loam.

Key words: urease, saccharase, dehydrogenases activity, soil respiration intensity, mineral fertilizers

Кристина Григалиюнене, Дангуоле Закараускайте,
Зигмас Вайшвила

**ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА
БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ И
ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР
СЕВООБОРОТА**

Резюме

Опыты по эффективности минеральных удобрений в севообороте на моренной песчано-суглинистой почве (*Epicalcari-Endohypogleyic Cambisols*) начаты в 1971 г., а на озерно-ледниковой пылевато-суглинистой почве (*Endocalcari-Epihypogleyic Cambisols*) – в 1990 г. В статье представлены результаты проведенных в 1998–2000 гг. исследований влияния, которое оказывают минеральные удобрения на биологическую активность почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Показано, что активность уреазы и дегидрогеназы была выше на пылеватом лимногляциальном суглинке, а активность сахаразы и интенсивность дыхания почвы – на песчано-моренном суглинке.

В севообороте влияние минеральных удобрений на биологическую активность почвы оказалось неоднозначным. Ежегодное внесение фосфорных удобрений (180 кг га⁻¹) в песчаном суглинке способствовало значительному накоплению подвижного фосфора, что привело к снижению активности ферментов, особенно уреазы. При накоплении меньшего количества подвижного фосфора активность уреазы на пылеватом суглинке не снизилась.

На песчаном суглинке внесение минеральных удобрений на активность сахаразы влияло незначительно, а на пылеватом суглинке выявлена тенденция снижения активности этого фермента. Независимо от генезиса почвы ежегодное внесение минеральных удобрений одинаково подавляло активность дегидрогеназ.

При многолетнем внесении разных сочетаний NPK удобрений в севообороте наблюдалось повышение интенсивности дыхания почвы. Однако определенная закономерность влияния разных норм NPK удобрений не проявилась.

Выращиваемые зерновые культуры положительно сказывались на активности гидролаз, а пропашные – на активности оксидоредуктаз и интенсивности дыхания почвы. Продуктивность сельскохозяйственных культур за севооборот на пылеватом суглинке сильнее зависит от активности уреазы и дегидрогеназ, а на песчаном суглинке – от активности дегидрогеназ и интенсивности дыхания почвы.

Ключевые слова: уреазы, сахаразы, дегидрогеназы, интенсивность дыхания почвы, минеральные удобрения