

Azoto junginius transformuojančių mikroorganizmų sukcesijos įvertinimas

Loreta Piaulokaitė-Motuzienė,

Donatas Končius

*Lietuvos žemdirbystės instituto
Vėžaičių filialas,
Gargždų g. 29, Vėžaičiai,
LT-96216 Klaipėdos rajonas,
el. paštas: kodo@vezaiciai.lzi.lt*

Lietuvos žemdirbystės instituto Vėžaičių filiale 2001–2004 m. tirtas dirvožemio azoto transformacijoje dalyvaujančių mikroorganizmų paplitimas. Bandyto dirvožemis giliau glėžiškas nepasotintasis balkšvažemis (JIn-g0 (ABd-gld)) – lengvas ant vidutinio sunkumo priemolis. Dirvožemio ėminiai mikrobiologinėms analizėms sudaryti iš 4 dirvožemio pH lygių (<4,7; 4,7–5,2; 5,2–5,7; >6,7) ir 3 tręšimo lygių (be trąšų; $N_{45}P_{39}K_{57}$, $N_{135}P_{117}K_{171}$) iš 0–20 cm armens sluoksnio. Tyrimai atlikti 6 kartus per vegetaciją.

Vertinant azoto junginius transformuojančių mikroorganizmų sukcesiją, nustatyta galima nitrato depresija birželį, nes buvo didelis mikroorganizmų aktyvumas ir mažai azoto. Praėjus 10–15 savaičių nuo vegetacijos pradžios (liepārugsėjis) nitratinio azoto kiekis dirvožemyje vėl didėjo. Šio periodo pabaigoje baigiasi augalų vegetacija, be to, nustatytas mikroorganizmų skaičiaus mažėjimas, todėl praėjus 20 savaičių nuo vegetacijos pradžios (spalį) padidėjo taršos nitratais galimybė.

Raktažodžiai: mikroorganizmai, paplitimas, sukcesija, pH, mineralinis tręšimas

IVADAS

Dirvožemis yra augalų ir mikroorganizmų gyvenamoji terpė bei medžiagų apykaitos procesų vieta. Jame vyksta nenutrūkstanta medžiagų apykaita, kai augalinės ir gyvulinės kilmės liekanos yra mikroorganizmų sudėtinų biocheminių procesų dėka skaidomos iki paprastesnių organinių darinių ir mineralinių komponentų, kurie vėl patenka į medžiagų apykaitos ratą [13, 15]. Dirvožemio degradavimą, kaip ir dirvožemių įvairovę, sąlygoja specifinės klimato sąlygos, dirvodaros laiko skirtumai, reljefas, skirtinga granulimetrinė sudėtis ir antropogeninė veikla. Atskiroms dirvožemių grupėms, priklausomai nuo sąlygų, būdingos organizmų bendrijos, kurios lemia dirvožemio savybes [8, 12, 29].

Dirvožemyje glaudžiai persipina fizikiniai, cheminiai ir biologiniai procesai. Dėl žemės ūkio techninio ir energetinio potencialo augimo bei intensyvėjančios antropogeninės veiklos jau dabar pastebimi negatyvūs reiškiniai: dirvožemio rūgštėjimas, humuso degradacija, padidėjusi tarša [14, 28]. Intensyvėjant žemės ūkio veiklai bei didėjant užterštumui ypač išryškėja mikrobiologinių tyrimų reikšmė. Atliekant dirvožemio biologinius tyrimus būtina suprasti mikroorganizmų funkcionavimo natūraliose ekosistemose principus, nustatyti ten vykstančius pokyčius ir numatyti reguliavimo būdus. Nors mikroorganizmų veikla apibūdinama bendraisiais principais, tačiau konkrečiose ekosistemose tyrinėjant šiuos organizmus, neišvengiamai susiduriama ir su specifika [32].

Rūgštūs balkšvažemiai pasižymi specifinėmis cheminės sudėties savybėmis, o tai tiesiogiai ar netiesiogiai

veikia dirvožemio mikroorganizmų paplitimą ir aktyvumą. Pastarųjų metų darbais įrodyta, kad rūgštėjant dirvožemiui keičiasi mikroorganizmų kiekybinė ir kokybinė sudėtis. Rūgštiems dirvožemiams būdinga negausi ir skurdi mikroflora. Juose neaptinkama azotobakterių, negausiai paplitusios nitrifikuojančios bei amonifikuojančios bakterijos, nerandama aerobinėmis sąlygomis skaidančių celiuliozę bakterijų [1, 4, 18, 19, 20]. Literatūroje nurodoma, kad mikroorganizmai kartais nesivysto tik dėl to, kad terpeje nepalankus tam pH, nes kiekvienai mikroorganizmų grupei yra skirtingi minimalūs ir maksimalūs pH lygiai. Tačiau mokslininkai jau seniai įrodė, kad iš kiekvieno dirvožemio, nepaisant jo vandens jonų koncentracijos lygio, gali būti išskiriami visų grupių mikroorganizmai, skirtingai toleruojantys pH. Tai susiję su mikro- ir mezozonų, kuriose labai skirtingas pH, egzistavimu [32].

Šalyje ir užsienyje atlikti tyrimai parodė nedidelių mineralinių trąšų normų teigiamą įtaką augalų produktyvumui ir dirvožemio agrocheminėms bei mikrobiologinėms savybėms [2, 24, 31]. Mineralinės trąšos kalkinių trąšų fone ne slopina, o stimuliuoja amonifikuojančių bei nitrifikuojančių mikroorganizmų paplitimą, didina fermentų aktyvumą [30]. Tuo tarpu dėl didelių mineralinių trąšų dozių pablogėja dirvožemio agrocheminės ir biologinės savybės bei jų ekologinė būklė, padidėja dirvožemio, vandens ir atmosferos tarša. Tačiau, kai kurių darbų autorių nuomone, kalkinant galima didinti antropogeninį dirvožemio krūvį, nepažeidžiant ekologinės pusiausvyros [32]. Įvairūs autoriai nurodo, kad skirtingų fiziologinių grupių mikroorganizmai nevienodai reaguo-

ja į mineralines ir organines trąšas, pesticidus [2, 4, 10, 17, 30]. Lietuvoje tirtas pagrindinių dirvožemio fiziologinių grupių mikroorganizmų (amonifikuojančių, mineralinių azotą asimiluojančių, sporinių bakterijų bei mikromicetų) skaičius. Vieni autoriai nurodo, kad nuo didesnių trąšų normų mikroorganizmų nesumažėjo [26]. Kiti teigia, kad pakalkintame balkšvažemyje didelės mineralinių trąšų normos taip pat neturėjo didelės įtakos mikroorganizmų paplitimui, nors kai kuriais metais buvo matyti tam tikri pokyčiai [3].

Mikroorganizmai, kad apsirūpintų energija ir mitybos elementais, savo organizmo audinių statybai reikalauja tam tikro medžiagų santykio. Anglies junginiai naudojami energijai ir mitybai, azotas būtinas DNR baltymų sintezei, fermentams. Tyrimai taip pat rodo, kad pakitus organinių bei mineralinių medžiagų kiekiui dirvožemyje, pastebimas ir mikroorganizmų skaičiaus didėjimas ar mažėjimas bei rūšių sukcesija [5–7, 9]. Be to, jeigu į dirvožemį patenka didelis kiekis sparčiai ardomos organinės medžiagos (didelis C:N), mikroorganizmai ima greitai daugintis ir naudos daug azoto. Augalai negauna mineralinio azoto ir prasideda nitratų depresija. Bet jeigu skaidomos organinės medžiagos C:N mažas, dalis azoto atsilaisvina į dirvožemio tirpalą ir, jei šiuo periodu nėra augalų, didėja aplinkos tarša nitratais [7].

Mikroorganizmų komplekso susidarymo ir funkcionavimo principai ne tik paaiškina komplekso funkcionavimą dirvožemio ekosistemoje, bet ir leidžia prognozuoti jų vystymąsi, pažeidimus, spręsti biodiagnostinius ir bioindikacinius uždavinius. Aiškinant mikroorganizmų cenozių pokyčius ir sukcesijas, iki šiol į daugelį klausimų nepakankamai atsakyta. Žinoma ir prieštaringai traktuojamų darbų. Juolab iki šiol dažnai dirvožemio agrocheminės savybės buvo tiriamos atskirai nuo jų mikrobiologinių savybių. Tyrimų tikslas – įvertinti azoto junginius transformuojančių mikroorganizmų sukcesiją derinant skirtingų mineralinių trąšų kiekį įvairaus pH dirvožemyje.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimai vykdyti Lietuvos žemdirbystės instituto (LŽI) Vėžaičių filiale dr. D. Čiuberkienės 1976 m. įrengtame stacionariame lauko bandyme. Dirvožemis – vidutiniškai sukultūrintas – hidromorfinis giliau glėjiškas nepasotintasis balkšvažemis (JIn-g0 LTKD-99) – pagal FAO–UNESKO klasifikaciją *Bathihypogleyi-Dystric Albeluvisol* (ABd-gld) (velėninis jaurinis glėjiškas (JP^v)). Granulimetrinė sudėtis – lengvas ant vidutinio sunkumo priemolis. Karbonatai randami 1,50–2,0 m gylyje. Prieš įrengiant bandymą, dirvožemio armuo buvo labai rūgštus (pH_{KCl} 4,1–4,4), hidrolizinis rūgštumas – 47–59 mekv.kg⁻¹, bazingumas – 22–29 mekv.kg⁻¹, pasotinimas bazėmis – 27,8–36,8%, judriojo aliuminio buvo 50–77 mg kg⁻¹ dirvožemio. Dirvožemis mažo fosforingumo ir didelio kalingumo (53–112 ir 238–290 mg kg⁻¹ dirvožemio) ir vidutinio humusingumo (apie 2%) [11, 21].

Bandymas vykdytas penkialaukėje sėjomainoje: 1. Vasariniai rapsai (2001 m.), 2. Miežiai su daugiamečių žolių įsėliu (2002 m.), 3. Daugiametės žolės I n.m. (2003 m.), 4. Žieminiai kviečiai (2004 m.) ir 5. Miežiai (2005 m.). Šiame lauko bandyme suformuoti keli trešimo ir dirvožemio pH lygiai.

2001–2004 m. šiame bandyme tirtas dirvožemio azoto transformacijoje dalyvaujančių mikroorganizmų fiziologinių grupių paplitimas bei aktyvumas. Tyrimai daryti 6 kartus per vegetacijos laikotarpį kas 5 savaites.

Mikrobiologiniams tyrimams dirvožemio ėminiai imti iš 0–20 cm armens sluoksnio. Mikroorganizmų atskirų fiziologinių grupių paplitimas (skaičius) nustatytas natūralaus drėgnumo dirvožemio mėginiuose, apskaičiuojant kolonijas sudarančių vienetų (k. s. v.) skaičių vienam gramui absoliučiai sauso dirvožemio. Amonifikuojančių mikroorganizmų skaičius nustatytas praskiedimų metodu baltyminėje (su peptonu) agarinėje terpėje (X₃), mineralinių azotą asimiluojančių mikroorganizmų – ant krakmolo – amoniako agaro (KAA) turinčios amonio druskų terpės, sporinių bakterijų skaičius tirtas ant maistinio agaro ir neutralaus alaus misos agaro mišinio (S), sudaryto lygiomis tūrio dalimis, mikromicetų – ant rūgščios alaus misos agaro terpės (AMAr).

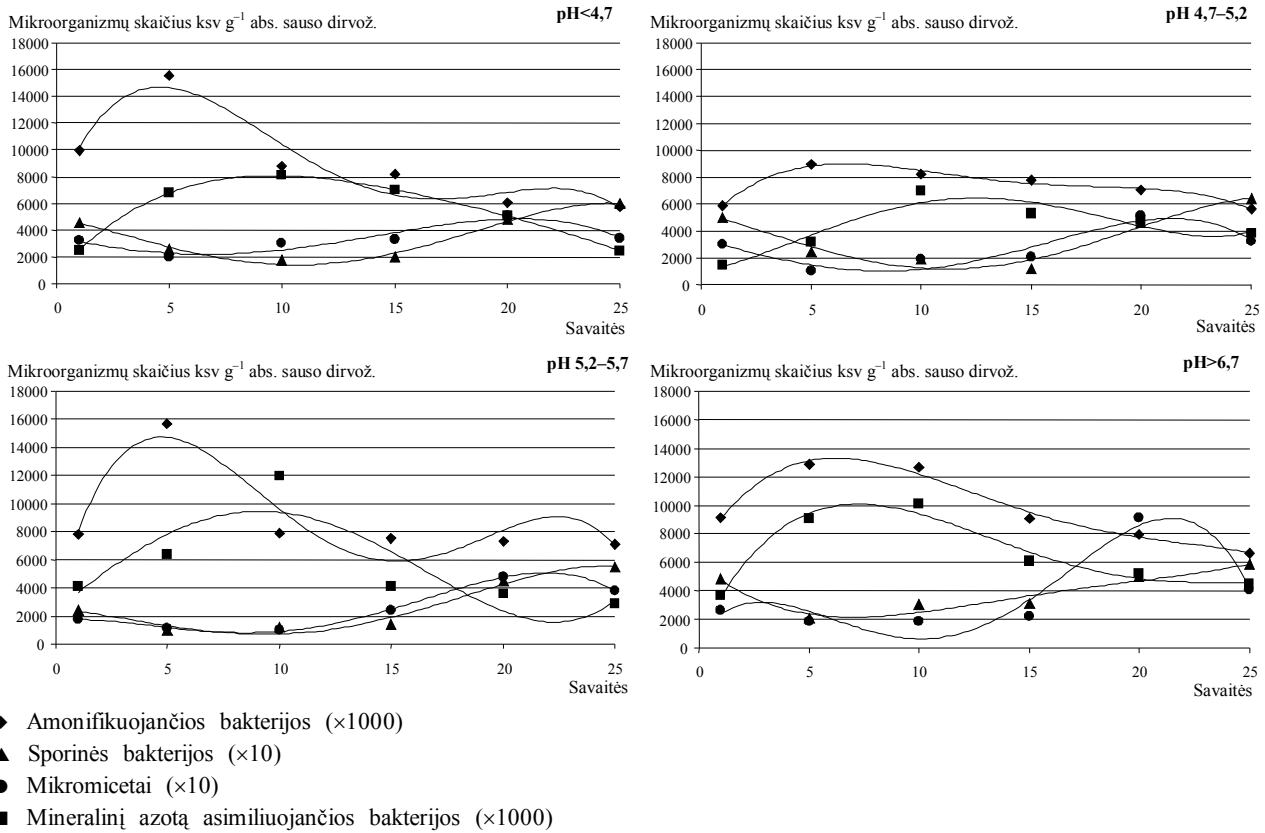
Dirvožemio ėminiai mikrobiologinėms analizėms imti iš 12 lauko bandymo variantų. Labai rūgštų dirvožemį (pH <4,7) siekta sureguliuoti kalkinimu iki tokių pH lygių (A veiksnys): 1) pH <4,7 (nekalkinta); 2) pH 4,7–5,2; 3) pH 5,2–5,7; 4) pH >6,7. Šiuose fonuose mineralinės trąšos buvo naudotos pagal tokią schemą (B veiksnys): 1) be trąšų; 2) N₄₅P₃₉K₅₇; 3) N₁₃₅P₁₁₇K₁₇₁.

Viena mineralinių trąšų (N P₂O₅ K₂O trumpinant NPK) norma buvo: vasariniams rapsams – N₇₀P₆₀K₉₀; miežiams, žieminiams kviečiams ir avižoms – N₄₅P₃₀K₄₅; daugiametės žolėms – P₄₅K₆₀. Buvo tręšiama amonio salietra, superfosfatu ir kalio chloridu. Vidutiniškai per vienerius rotacijos metus vieną normą sudarė N₄₅P₃₉K₅₇, tris normas – N₁₃₅P₁₁₇K₁₇₁. pH lygiai buvo palaikomi kalkinant dulkišiais klintmilčiais kas penkeri metai.

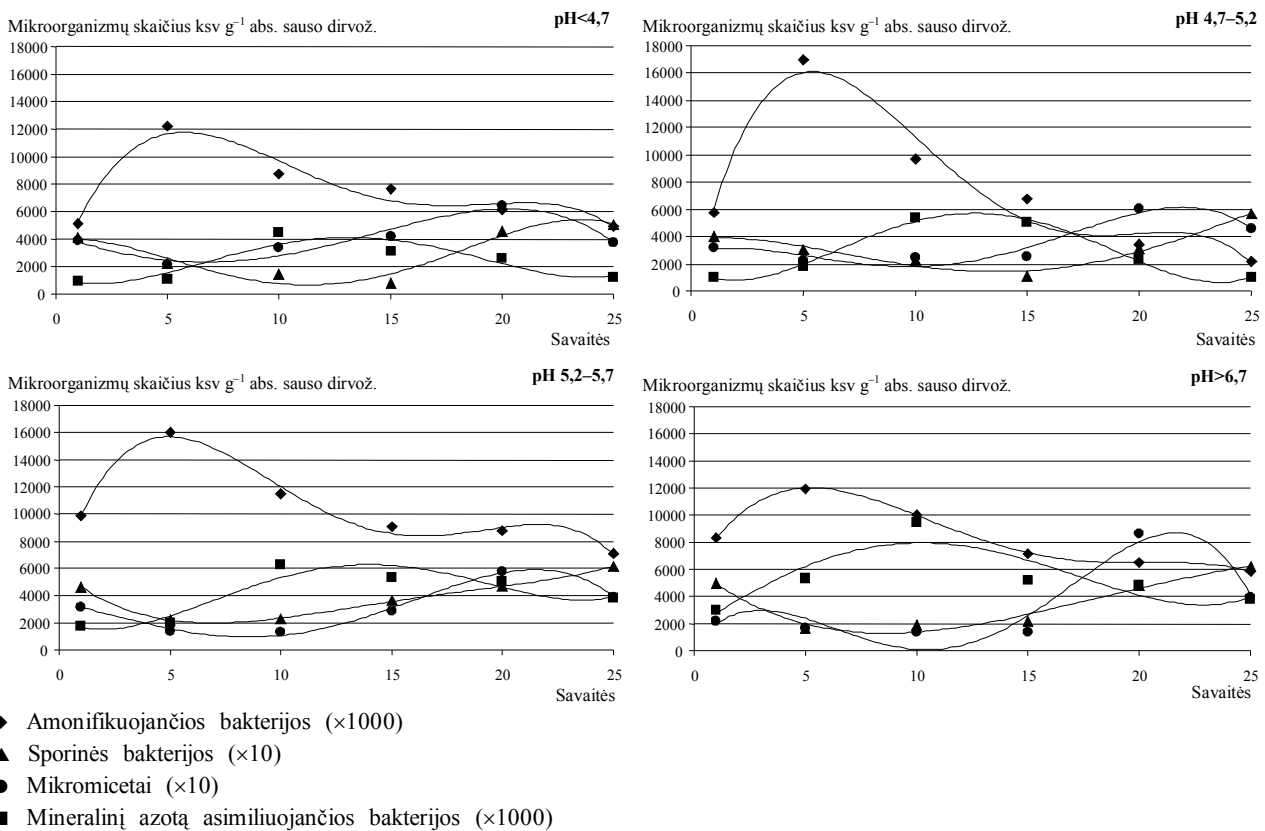
Dirvožemio cheminės savybės buvo nustatytos tuose pačiuose ėminiuose kaip ir mikrobiologinės analizės. pH nustatyta potenciometrinio metodu (ISO 10390:2005), bendrasis azotas – Kjeldalio (ISO 11261:1995), nitratinis ir amoniakinis azotas – kolorimetriniu (ISO 14256:2005, ISO 13878:1998), organinė anglis – sauso deginimo būdu *Hereaus* aparatu.

Dirvožemio ėminių cheminės analizės darytos tokiais metodais: pH_{KCl} – potenciometrinio, judrusis aliuminis – Sokolovo, judrusis fosforas ir kalis – Egnerio–Rimo–Domingo (A–L). Tyrimai atlikti LŽI Agrocheminių tyrimų centre bei Vėžaičių filialo Agrobiologijos laboratorijoje.

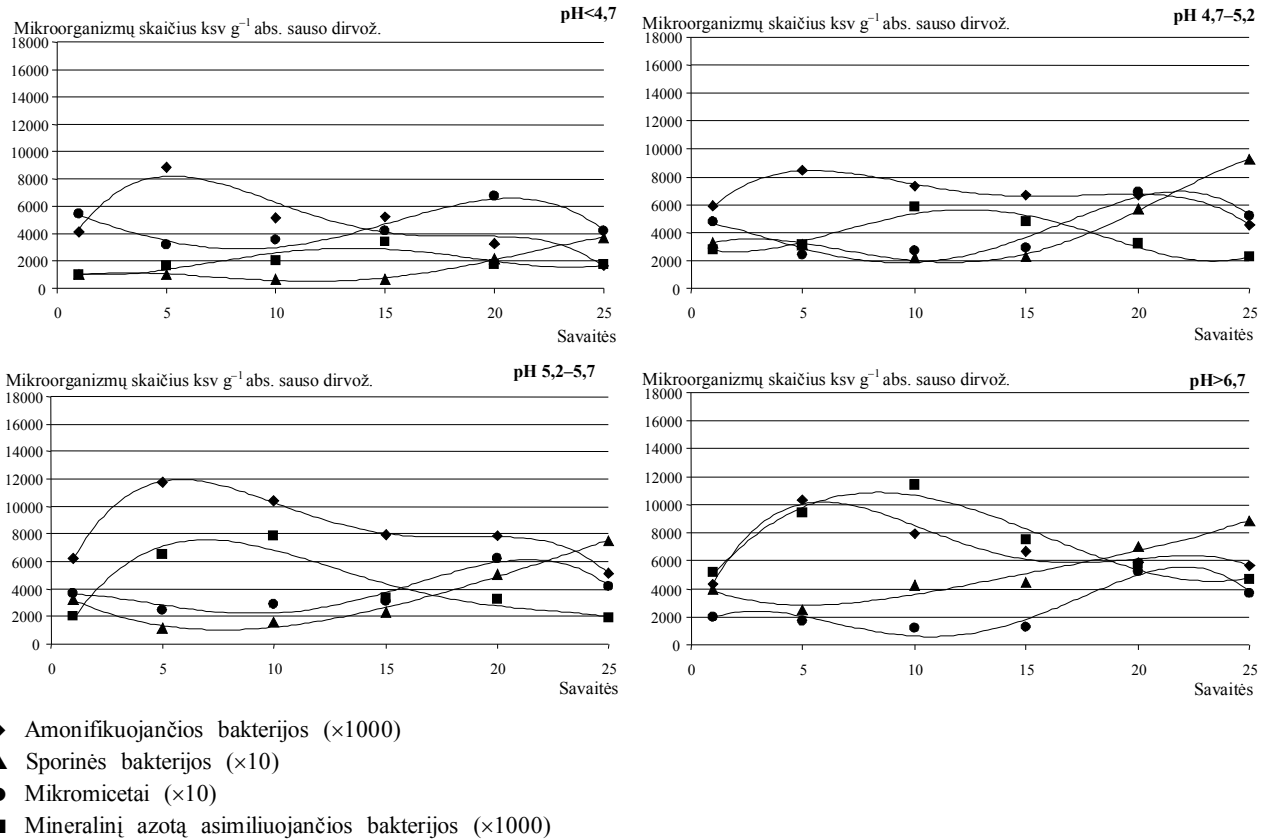
Duomenų analizė atlikta kompiuterinėmis programomis Anova for Excel vers.4,0 bei Excel'2003. Azoto junginius transformuojančių mikroorganizmų sukcesijai nustatyti braižyta teorinė regresijos kreivė. Koreliaciniai ir regresiniai priklausomumai apskaičiuoti su STATISTICA. Duomenys statistškai vertinti pagal Fišerio (F) kriterijų, koreliacijos koeficientą (r). Lygties reikšmingumo lygis



1 pav. Azoto junginių transformacijoje dalyvaujančių dirvožemio mikroorganizmų dinamika 2003–2004 m. skirtingo pH, ne-tręštame balkšvažemyje



2 pav. Azoto junginių transformacijoje dalyvaujančių dirvožemio mikroorganizmų dinamika 2003–2004 m. skirtingo pH balkšvažemyje, tręštame $N_{45}P_{39}K_{57}$



3 pav. Azoto junginių transformacijoje dalyvaujančių dirvožemio mikroorganizmų dinamika 2003–2004 m. skirtingo pH balkšvažemyje, tręštame $N_{135}P_{117}K_{171}$

nustatytas remiantis F kriterijumi, naudota rodiklinė lygtis, kuri neatspindi priklausomybės kryptingumo. Rezultatų skirtumų patikimumas žymimas * esant 95% tikimybės lygiui ir ** esant 99% [25, 27].

2001 m. gegužę labai trūko drėgmės, nes tris savaites nelijo. Didelis kritulių kiekis (157 mm) birželį (HTK 4,5) neturėjo didesnės neigiamos įtakos, kadangi bandymas įrengtas drenuotame dirvožemyje. Rugsėji kritulių taip pat buvo daugiau už daugiamečių vidurkį (HTK 5,45). Iš viso 2001 m. iškrito net 1007 mm kritulių. 2002 m. pavasaris buvo ankstyvas. Balandį vyravo šilti orai (1,5 laipsnio šiltesni už daugiamečių vidurkį). Balandį ir gegužę lijo mažai, orai buvo šiltesni nei įprastai, tai turėjo įtakos sausrai gegužę (HTK 0,46). Birželį ir liepą augimo sąlygos augalams buvo normalios, daugiamečių kritulių norma 47,1 mm buvo viršyta liepą. Rugsėjtyje vėl buvo sausra (HTK 0,01). Spalio temperatūra buvo žemesnė nei daugiamečių vidurkis. 2003 m. drėgmės ir šilumos režimas buvo palankus augalams bei mikroorganizmams. Šiais metais gegužę buvo drėgnesnė, lyginant su 2001–2002 m. Liepa buvo sausa (HTK 0,8), kritulių norma 37,4 mm mažesnė, o rugsėjtyje 27,7 mm bei spalį 49,2 mm didesnė, nei daugiamečių vidurkis. Tačiau spalvis, kaip ir 2002 m., šaltesnis. 2004 m. daugiamečių kritulių kiekis buvo viršytas rugsėjtyje ir spalį, o liepą bei rugsėjtyje kritulių iškrito mažiau. Gegužę buvo sausa (HTK 0,57), o rugsėjtyje – drėgmės perteklius (HTK 4,66). Rugsėjtyje temperatūra viršijo daugiamečių vidurkį.

Ir per didelis, ir per mažas kritulių kiekis galėjo sudaryti nepalankias sąlygas dirvožemio mikroorganizmams vystytis.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Humuso sintezės metu skaidomos organinės liekanos, sintetiniai nauji organiniai junginiai ir vyksta humifikacija. Skaidant organines medžiagas dalyvauja daugelio fiziologinių grupių mikroorganizmai. Pradinėse organinių liekanų skaidymosi stadijose dalyvauja nesporinės bakterijos, vėliau sporinės bakterijos ir pagaliau mikromicetai [19, 22]. Skaidant organines medžiagas, dalis jų mineralizuojasi, o kita dalis dalyvauja naujų organinių junginių sintezėje ir humifikacijoje. Vykstant humifikavimo procesams palaipsniui sudaroma dirvožemio derlingumą nulemiančių biogenų atsarga. Humuso mineralizavimosi procese iš organinių liekanų išlaisvinami cheminiai elementai ir užtikrinama jų apykaita. Tokiu būdu augalai gali pasisavinti dirvožemyje sukauptas maisto medžiagas [16, 23].

Įvertinus azoto junginių transformacijos procesuose dalyvaujančių dirvožemio mikroorganizmų paplitimo dinamiką skirtingo pH ir mineralinio tręšimo balkšvažemyje galima teigti, kad tirtų mikroorganizmų skaičius priklausė ne tik nuo dirvožemio pH ir mineralinio tręšimo lygio, bet ir nuo organinės medžiagos transformavimo laiko. Didžiausias amonifikuojančių bakterijų

skaičius buvo praėjus 5 savaitėms nuo vegetacijos pradžios (birželį) (1, 2, 3 pav.). Vėliau jų veikla silpnėjo. Praėjus 10 savaitių nuo vegetacijos pradžios (liepą) užfiksuotas didžiausias mineralinį azotą asimiliuojančių mikroorganizmų skaičius, vėliau jų skaičius mažėjo. Liepą (10 savaitių nuo vegetacijos pradžios) buvo mažiausias mikromicetų skaičius. Jų veikla aktyvėjo iki spalio (20 savaitių nuo vegetacijos pradžios). Praėjus 25 savaitėms nuo vegetacijos pradžios gausiausiai buvo paplitusios sporas formuojančios bakterijos.

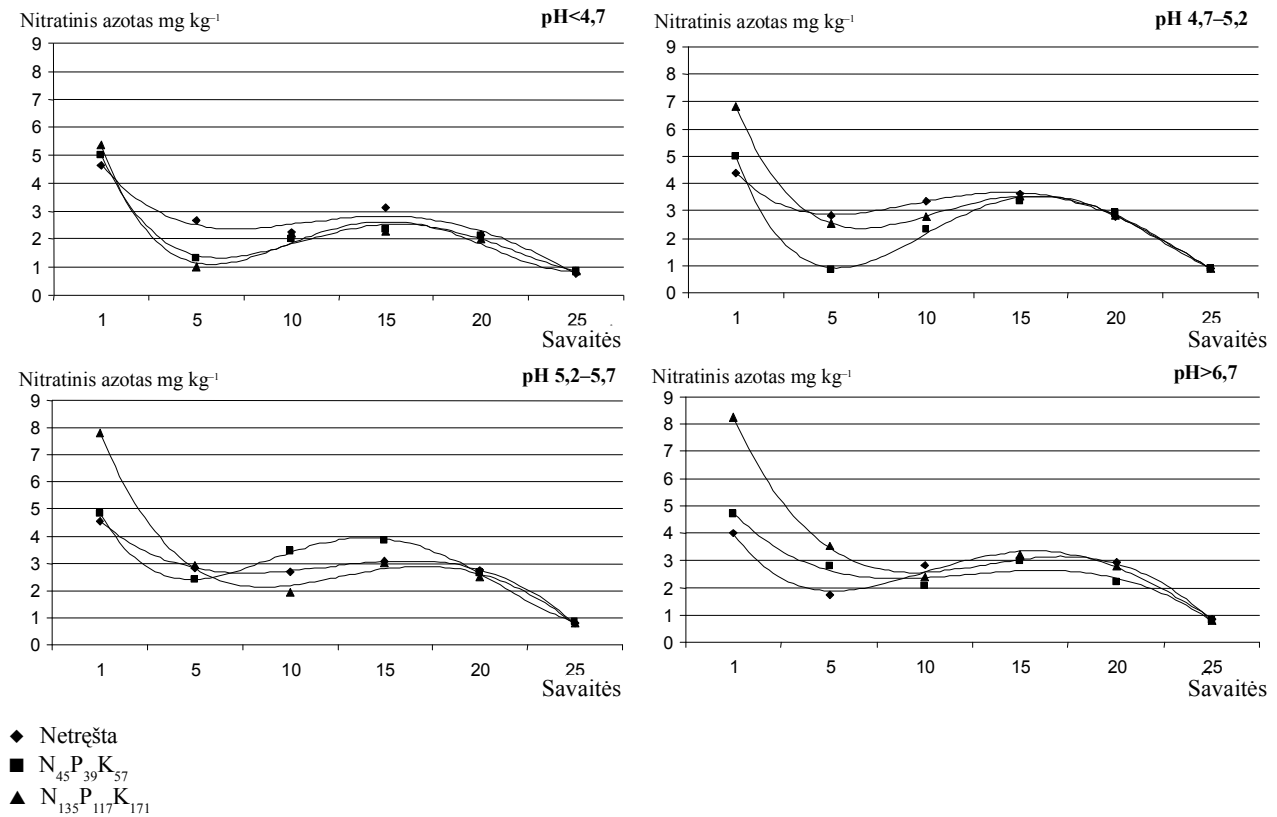
Vertinant pH ir mineralinio tręšimo įtaką azotą transformuojančių mikroorganizmų paplitimui nustatyta, kad netręštame balkšvažemyje amonifikuojančių ir mineralinį azotą asimiliuojančių mikroorganizmų veikla intensyvesnė artimame neutraliam (pH >6,7) dirvožemyje. Mikromicetai labiau paplitę labai rūgščiame (pH <4,7) dirvožemyje. Mažai NPK trąšomis tręštame balkšvažemyje

amonifikuojančių mikroorganizmų gausiausia vidutinio bei mažo rūgštumo (pH 4,7–5,7) dirvožemyje. Mineralinį azotą asimiliuojančių mikroorganizmų daugiausia buvo artimame neutraliam (pH >6,7) dirvožemyje. Sporas formuojančių bakterijų veikla aktyviausia mažo rūgštumo bei artimame neutraliam (pH 5,2–6,7) dirvožemyje, o mikromicetų daugiausia buvo labai rūgščiame (pH <4,7) dirvožemyje. Tręštame N₁₃₅P₁₁₇K₁₇₁ balkšvažemyje amonifikuojančių mikroorganizmų gausiausia buvo mažo rūgštumo (pH 5,2–5,7) dirvožemyje. Mineralinį azotą asimiliuojančių mikroorganizmų bei sporinių bakterijų gausiausia artimame neutraliam (pH >6,7) dirvožemyje. Mikromicetų didžiausias skaičius nustatytas labai rūgščiame ir vidutinio rūgštumo (pH 4,7–5,2) dirvožemyje.

Tirtų mikroorganizmų skaičiaus kaitai turėjo įtakos aplinkos veiksniai. Nustatyti (lentelė) amonifikuojančių

Lentelė. Mikroorganizmų skaičiaus (y) dirvožemyje priklausomumas nuo aplinkos rodiklių (x) Vėžaičiai, 2001–2004 m.

Dirvožemio savybės	Regresijos lygtis	r	F
Amonifikuojančios bakterijos			
pH	$Y = 1943,83 \cdot 1,24^x$	0,38	5,87*
Dirvožemio drėgmė %	$Y = 10205,94 \cdot 0,96^x$	0,39	31,01**
Tyrimų laikas savaitėmis	$Y = 10274,82 \cdot 0,96^x$	0,57	69**
Nitratinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 5795,85 \cdot 1,04^x$	0,35	20,2**
Amoniakinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 6330,72 \cdot 1,19^x$	0,27	11,44**
Judrusis aliuminis mg kg ⁻¹	$Y = 6992,33 \cdot 0,99^x$	0,32	3,85
Organinė anglis mg kg ⁻¹	$Y = 3935,40 \cdot 1,69^x$	0,23	13,23**
Sporinės bakterijos			
pH	$Y = 4942,74 \cdot 1,12^x$	0,32	3,95
Dirvožemio drėgmė %	$Y = 24929,84 \cdot 0,91^x$	0,38	31,37**
Tyrimų laikas savaitėmis	$Y = 14687,25 \cdot 1,04^x$	0,49	44,76**
Nitratinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 27548,59 \cdot 0,95^x$	0,35	19,48**
Amoniakinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 24447,60 \cdot 0,97^x$	0,33	17,58**
Judrusis aliuminis mg kg ⁻¹	$Y = 10108,09 \cdot 0,99^x$	0,33	4,14*
Organinė anglis mg kg ⁻¹	$Y = 171031,01 \cdot 0,08^x$	0,41	38,28**
Mikromicetai			
pH	$Y = 75881,19 \cdot 0,76^x$	0,47	9,56**
Dirvožemio drėgmė %	$Y = 26735,63 \cdot 1,01^x$	0,27	14,67**
Tyrimų laikas savaitėmis	$Y = 27545,21 \cdot 1,02^x$	0,37	22,19**
Nitratinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 45165,71 \cdot 0,92^x$	0,39	25,26**
Amoniakinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 40005,49 \cdot 0,69^x$	0,31	14,65**
Judrusis aliuminis mg kg ⁻¹	$Y = 15731,74 \cdot 1,01^x$	0,78	52,1**
Organinė anglis mg kg ⁻¹	$Y = 34849,74 \cdot 0,81^x$	0,27	14,53**
Mineralinį azotą asimiliuojančios bakterijos			
pH	$Y = 1371,55 \cdot 1,28^x$	0,38	5,86*
Dirvožemio drėgmė %	$Y = 5644,15 \cdot 0,95^x$	0,37	29,24**
Tyrimų laikas savaitėmis	$Y = 3205,74 \cdot 0,99^x$	0,34	18,43**
Nitratinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 2591,98 \cdot 1,06^x$	0,39	25,57**
Amoniakinis azotas mg kg ⁻¹	$Y = 2607,97 \cdot 1,70^x$	0,43	32,09**
Judrusis aliuminis mg kg ⁻¹	$Y = 5930,99 \cdot 0,99^x$	0,35	4,69*
Organinė anglis mg kg ⁻¹	$Y = 1806,94 \cdot 1,94^x$	0,32	21,82**



4 pav. Nitratinio azoto pokyčiai 2003–2004 m. skirtingo pH, netręstame ir tręstame balkšvažemyje

bakterijų skaičiaus ir tyrimų laiko bei bakterijų skaičiaus ir dirvožemio drėgmės didžiausi koreliacijos koeficientai. Sporinių bakterijų skaičiaus kaitą taip pat labiausiai veikė tyrimų laikas bei organinės anglies kiekio dirvožemyje kaita. Mikromicetų skaičiaus kaitą labiausiai veikė dirvožemio pH bei judriojo aliuminio kiekio dirvožemyje svyravimai. Mineralinį azotą asimiliuojančių bakterijų skaičiaus kaitą labiausiai sąlygojo amoniakinio ir nitratinio azoto kiekio svyravimai dirvožemyje.

Mikroorganizmai sugeba įtraukti vidutiniškai 8 dalis anglies vienai daliai azoto. Tik 1/3 esamų anglies atsargų įtraukiama į mikroorganizmų kūnus, likusi dalis išskiriama CO₂ pavidalu. Dėl to mikroorganizmui mitybos ir energijos poreikiams patenkinti iš viso reikia 24 dalių anglies vienai daliai azoto. Tai sąlygoja du ypač svarbius dalykus: Pirmia, jei organinės medžiagos C:N yra daugiau nei 25/1, mikroorganizmai naudos iš dirvožemio ar kitos organinės medžiagos papildomai azoto tiek, kad patenkintų savo poreikius. Taigi būtina papildyti azoto atsargas, arba jis bus paimtas iš dirvožemio; Antra, organinės medžiagos irimas užtruks, jei nebus pakankamai mikroorganizmų augimui reikalingo azoto, o azotas, atspalaidavęs iš organinės medžiagos, nepateks į dirvožemio tirpalą [7, 9].

Vegetacijos pradžioje nustatytas didžiausias nitratinio azoto kiekis (4 pav.). Praėjus 5 savaitėms nuo vegetacijos pradžios, aktyviai augant augalams, nitratų kiekis labai sumažėjo. Be to, užfiksuotas mineralinį azotą asimiliuojančių mikroorganizmų, kurie savo ląstelių struktūrai formuoti naudoja nitratinį azotą, skaičiaus didėjimas.

Birželį, esant dideliame mikroorganizmų aktyvumui, jiems reikia daug azoto, o augantiems augalams jo tenka mažai. Tokias sąlygas mokslininkai vertina kaip nitratų depresijos periodą, kuris tęsiasi, kol mikroorganizmai sumažina ardomos organinės medžiagos C:N, prasideda mikrobiologinė azoto konservacija ir dirvožemis tampa šiek tiek turtingesnis azoto ir humuso. Šiuo periodu būtina papildyti azoto atsargas, kad mikroorganizmai jo nenaudotų iš dirvožemio [7, 9].

Praėjus 10–15 savaitėms (liepa–rugsėjis) nuo vegetacijos pradžios nitratinio azoto kiekis dirvožemyje vėl didėjo. Šio periodo pabaigoje baigiasi augalų vegetacija, be to, nustatytas mineralinį azotą asimiliuojančių mikroorganizmų skaičiaus mažėjimas, todėl rugsėjį–spalį padidėja taršos nitratais galimybė.

IŠVADOS

1. Azoto junginius transformuojančių mikroorganizmų paplitimas nepasotintajame balkšvažemyje (JIn-g0) priklausė ne tik nuo dirvožemio aplinkos sąlygų, bet ir nuo organinės medžiagos transformacijos laiko. Praėjus 5 savaitėms nuo vegetacijos pradžios užfiksuotas didžiausias amonifikuojančių bakterijų skaičius, 10 savaitėms nuo vegetacijos pradžios – didžiausias mineralinį azotą asimiliuojančių bakterijų skaičius, 20 savaitėms nuo vegetacijos pradžios – didžiausias mikromicetų skaičius, 25 savaitėms nuo vegetacijos pradžios – gausiausiai buvo paplitusios sporas formuojančios bakterijos.

2. Didžiausias amonifikuojančių, sporinių ir mineralinį azotą asimiliuojančių bakterijų skaičius nustatytas mažo rūgštumo ar artimame neutraliam dirvožemyje, patreštame $N_{45}P_{39}K_{57}$. Didelė mineralinių trąšų norma slopino šių bakterijų veiklą. Mikromicetai gausiausiai išplitę labai rūgščiame gausiai treštame dirvožemyje.

3. Koreliacinės regresinės analizės metodu nustatyta, kad amonifikuojančių ir sporinių bakterijų gausą labiausiai veikė tyrimų laikas, mikromicetų – judriojo aliuminio kiekis dirvožemyje, mineralinį azotą asimiliuojančių bakterijų – amoniakinio azoto kiekis dirvožemyje.

4. Vertinant azoto junginius transformuojančių mikroorganizmų sukcesiją, nustatyta galima nitratų depresija birželį, nes buvo didelis mikroorganizmų aktyvumas ir mažai azoto. Praėjus 10–15 savaičių nuo vegetacijos pradžios (liepa–rugsėjis) nitratinio azoto kiekis dirvožemyje vėl didėjo. Šio periodo pabaigoje baigiasi augalų vegetacija, be to, nustatytas mikroorganizmų skaičiaus mažėjimas, todėl praėjus 20 savaičių nuo vegetacijos pradžios (spalį) padidėjo taršos nitratais galimybė.

Gauta 2006 10 26

Parengta 2006 11 26

Literatūra

1. Arlauskienė E. A. Mikroorganizmų paplitimo ir jų cenozių kitimas skirtingos genezės dirvožemiuose // Dirvotyros ir agrochemijos pasiekimai ir uždaviniai žemės reformos bei perėjimo į rinkos ekonomiką metu. Kaunas, 1997. P. 101–105.
2. Arlauskienė E. A. Dirvožemio biologinio aktyvumo rodiklių palyginimas // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 1998. T. 61. P. 72–77.
3. Arlauskienė E. A. Mikroorganizmų cenozių kitimas dirvožemyje, sistemingai trešiant organinėmis trąšomis // Ekologija. 1999. Nr.3. P. 43–46.
4. Bagdonienė V., Arlauskienė E. A. Sėjomainos augalų derliaus ir dirvožemio biologinio aktyvumo priklausomumas nuo judriojo fosforo kiekio dirvožemyje ir tręšimo // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 1999. T. 65. P. 48–62.
5. Bending G. D., Turner M. K., Jones J. E. Interactions between crop residue and soil organic matter quality and the functional diversity of soil microbial communities // Soil Biology and Biochemistry. 2002. Vol. 34. Iss. 8. P. 1073–1082.
6. Bengtson G., Bengtson P., Månsson K. F. Gross nitrogen mineralization-, immobilization-, and nitrification rates as a function of soil C/N ratio and microbial activity // Soil Biology and Biochemistry. 2003. Vol. 35. Iss. 1. P. 143–154.
7. Brady N. C., Weil R. R. The Nature and Properties of Soils. 12th Edition. Upper Saddle River: Prentice Hall, New Jersey, 1999. 880 p.
8. Bumblauskis T., Kairiūkštis L., Mikšys V., Raguotis A., Tamošaitis J. Biologiniai išteklių: biomasės ir mirtosios biomasės balansas bei kitimo dėsniniam // Regiono ekologinis tvarumas istoriniame kontekste. Vilnius, 1998. P. 64–71.
9. Cavigelli M. A., Deming S. R., Probyn L. K., Harwood R. R. Michigan Field Crop Ecology: Managing biological processes for productivity and environmental quality // Michigan State University Extension Bulletin E-2646. 1998. 92 p.
10. Chappell M. A., Evangelou V. P. Influence of added K^+ on inducing ammonium fixation and inhibition nitrification // Soil Science. 2000. Vol. 165. Iss. 5. P. 420–426.
11. Čiuberkienė D., Čiuberkis S., Končius D. Agrocheminių rodiklių, pasėlių piktžolėtumo ir sėjomainos produktyvumo kitimas įvairiai kalkintame ir treštame dirvožemyje // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 2003. T. 83. P. 111–125.
12. Eitminavičiūtė I., Bagdanavičienė Z., Strazdienė V. Natūralių ekosistemų ir agrolandsafo dirvožemių pedobiologinis įvertinimas // Lietuvos ekologinis tvarumas istoriniame kontekste. Vilnius, 1999. P. 207–212.
13. Grigaliūnienė K., Kučinskas J., Zakarauskaitė D. Dirvožemio biologinio aktyvumo ir sėjomainos produktyvumo pokyčiai nuo ilgalaikio tręšimo // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 2003. T. 83. P. 31–39.
14. Gunapala N., Scow K. M. Dynamics of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming systems // Soil Biology and Biochemistry. 1998. Vol. 30. Iss. 6. P. 805–816.
15. Kandeler E., Gerfried E. Effect of cattle slurry in grassland on microbial biomass and on activities of various enzymes // Biology and Fertility of Soil. 1993. Vol. 16. P. 249–254.
16. Kočvar H., Vidic N. Izbrana poglavja iz geologije. Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za agronomijo, 1998. 159 s.
17. Krištaponytė I. Tręšimo sistemų palyginimas sunkios granulometrinės sudėties dirvožemiuose // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 1996. T. 56. P. 54–56.
18. Lapinskas E. Biologinio azoto fiksavimas ir nitraginas: monografija. Akademija, 1998. 218 p.
19. Lukošūnienė E., Bučienė A., Šlepetienė A. ir kt. Įvairaus mėšlo veikimo trukmė ir jo reikšmė humuso kaupimuisi dirvožemyje // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 1997. T. 57. P. 80–97.
20. Matarueva I. A. On the evaluation of the microbiological activity of soddypodzolic soils // Eurasian Soil Science. 1998. Vol. 31. Iss. 1. P. 71–79.
21. Mažvila J. Lietuvos dirvožemio agrocheminės savybės ir jų kaita. Kaunas, 1998. 196 p.
22. Montgomery C. W. Environmental Geology (5th ed.). Dubuque: WCB-McGraw Hill Publishers, Iowa, 1998. 596 p.
23. Motuzas A., Buivydaite V., Danilevičius V., Šleinyns R. Dirvotyra. Vilnius, 1996. P. 349–375.
24. Pleševičienė A. Mineralinių trąšų ir mėšlo ekvivalentai // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 1995. T. 48. P. 55–60.
25. Sakalauskas V. Statistika su statistika. Vilnius, 1998. 227 p.
26. Svirskienė A., Mašauskas V. Tręšimo fosforu ir kaliu kas keleri metai įtaka dirvožemio biologiniam aktyvumui ir sėjomainos produktyvumui // Žemdirbystė: LŽI ir LŽŪU mokslo darbai. Akademija, 2003. T. 84. P. 35–48.

27. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT* iš paketo *SELEKCIJA* ir *IRRISTAT*. Akademija, 2003. 63 p.
28. Андреюк Е. И., Валогунова Е. В. Основы экологии почвенных микроорганизмов. Киев: Наукова думка, 1992. С. 233.
29. Криволицкий Д. А. Почвенная фауна в экологическом контроле. Москва: Наука, 1994. 272 с.
30. Минеев В. Г., Гомонова Н. Ф., Зенова Г. М., Скворцова И. Н. Влияние длительного применения средств химизации на агрохимические и микробиологические свойства дерново-подзолистой почвы // *Агрохимия*. 1998. № 5. С. 5–12.
31. Шильников И. А., Удалова Л. П., Аканова Н. И. и др. Эффективность сочетания известкованных и минеральных удобрений под зерновые культуры в длительном стационарном опыте // *Агрохимия*. 1997. № 4. С. 34–39.
32. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. Изд-во. Московского университета, 1987. 256 с.

Loreta Piaulokaitė-Motuzienė, Donatas Končius

EVALUATION OF THE SUCCESSION OF MICROORGANISMS TRANSFORMING NITROGEN COMPOUNDS

Summary

Experiments were conducted at the Lithuanian Institute of Agriculture Vėžaičiai Branch in 2001–2004. The soil of the trial site was characterised as *Bathypogleyi-Dystric Albeluvisol* (ABd-gld) – light to medium loam. Soil samples for microbiological analyses were taken from four pH levels (<4.7; 4.7–5.2; 5.2–5.7 and >6.7) and from three fertilization backgrounds (without fertilizers, $N_{45}P_{39}K_{57}$, $N_{135}P_{117}K_{171}$), from the 0–20 cm arable soil layer.

The possible nitrate depression was determined in June while valuating the succession of microorganisms transforming nitrogen compounds. The activity of microorganisms was high

and the content of nitrogen was low. Later on, after 10–15 weeks of plant vegetation (in July–September), the content of nitrogen in the soil increased again. At the end of the period plant vegetation stops. Besides, a decrease of microorganisms was determined. Therefore, the possibility of nitrate pollution occurs 20 weeks following the beginning of plant vegetation (in September and October).

Key words: microorganisms, spreading, succession, pH, mineral fertilization

Лорета Пяулокайте-Мотузене, Донатас Конčius

ОЦЕНКА СУКЦЕССИИ МИКРООРГАНИЗМОВ, ТРАНСФОРМИРУЮЩИХ АЗОТНЫЕ СОЧЕТАНИЯ ПОЧВЫ

Резюме

Микробиологические исследования проводились в 2001–2004 гг. в Вежайчайском филиале Литовского института земледелия. Подопытная почва – дерново-подзолистый глееватый легкий суглинок. Образцы почвы для микробиологического анализа были взяты из 4 уровней различной pH почвы (фактор А) (<4,7 (без известкования); 4,7–5,2; 5,2–5,7; >6,7) и из 3 уровней минерального удобрения (фактор Б) (без удобрений; $N_{45}P_{39}K_{57}$; $N_{135}P_{117}K_{171}$) из глубины 0–20 см. Исследования проводились 6 раз за вегетационный период.

Исследовалась сукцессия микроорганизмов, трансформирующих азот. Из-за большой активности микроорганизмов и возможного недостатка азота в июне установлена депрессия нитратов. Спустя 10–15 недель от начала вегетации (июль–сентябрь) количество нитратного азота увеличилось. В конце этого периода прекращается вегетация растений, более того, установлено падение активности микроорганизмов и в итоге этого спустя 20 недель от начала вегетации (в октябре) увеличивается возможность загрязнения почвы нитратами.

Ключевые слова: микроорганизмы, распространение, сукцессия, кислотность почвы, минеральное удобрение