

Skirtingø biologiniø savybiø augalø panaudojimas dirvoþemyje biogeniniam elementams kaupiti ir filtraciniø vandeniø tarðai maþinti

Auðra Arlauskienė,

Stanislava Maikøtėnienė

*Lietuvos þemdirbystės instituto
Joniðkėlio bandymø stotis,
LT-39301 Joniðkėlis, Pasvalio r.,
el. paðtas joniskelio_lzi@post.omnitel.net*

Lietuvos þemdirbystės instituto Joniðkėlio bandymø stotyje giliau karbonatingame giliau glėþiðkame rudþemyje (*Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol*) atlikti kompleksiniai tyrimai, siekiant nustatyti pagrindiniuose pasėliuose auginamø ankøtiniø augalø – raudonøjø dobilø, mėlynþiedþiø liucernø bei tarpiniuose pasėliuose auginamø žseliniø augalø – raudonøjø dobilø, gausiaþiedþiø svidriø ir posėliniø – baltøjø garstyèiø ir jø áterptos biomasės þaliajai traðai átakà medþiagø apytakos ciklo intensyviniui agrocenozeje ir dirvoþemio degradacijos bei filtraciniø vandens tarðos maþinimui. Nustatyta, kad pagrindiniuose pasėliuose auginant ankøtinius augalus – raudonuosius dobilus, mėlynþiedes liucernas, jø þoþeminėje biomasėje sukaupiama atitinkamai 99,6 ir 234,8 kg ha⁻¹ biologinio azoto, arba 66,2 ir 156,5 kg ha⁻¹ fiksuoto ið atmosferos, tai atitinkamai 2,6 ir 6,0 kartus daugiau negu vienameiø augalø miðinys. Tarpiniuose pasėliuose auginti raudonieji dobilai antþeminėje ir þoþeminėje biomasėje biologinio azoto sukaupė 114,6 kg ha⁻¹, arba 76,4 kg ha⁻¹ fiksuoto ið atmosferos. Po jø áterpimo N_{min} dirvoþemyje buvo gerokai maþiau, atitinkamai 23,3 ir 18,2% negu po azoto nefiksuojanèiø varpiniø ar bastutiniø ðeimos augalø, kuriø vegetacijai intensyvinti panaudota nedaug (N₃₀) mineraliniø traðø formos azoto. Analogiðki duomenys gauti ir dirvoþemio filtraciniame vandenyje.

Raktaþodþiai: ankøtiniai augalai pagrindiniuose ir tarpiniuose pasėliuose, sunkaus priemolio rudþemis, filtraciniai vandenys, azotas

ÁVADAS

Biologizacija þemės ūkyje yra viena svarbiausiø veiksmiø, palaikanèiø natūralø dirvoþemio naðumà ir padedanèiø spræsti gamtosaugos problemas (Shaxson, 1998; Johnston, 2000). Intensyvioje þemdirbystėje, siekiant atkurti ið dirvoþemio su derliumi paimtas maisto medþiagas, naudojama daug mineraliniø traðø, taèiau jomis, iðplovus ið dirvoþemio, gali bŭti uþterðti þoþeminiai vandenys. Tai spartina ir dideli krituliø kiekio pokyèiai atskirais periodais. Be to, maisto medþiagø iðplovimà ið dirvoþemio spartina dël intensyvios antropogeninės veiklos progresuojantys dirvoþemio organinės medþiagos dehumifikavimo procesai (Filip, 2002). Nustatyta, kad per dirvoþemà prasisunkusio vandens ir iðplaunamøjø medþiagø kiekis labai priklauso nuo augalinės dangos, dirvoþemio tipo, jo granulometriinės sudėties, þemdirbystės intensyvumo (Ðleiny, Rimðelis, 1998).

Teisingas augalø parinkimas, sėjomaina padeda su laikyti maisto medþiagas pavirðiniame dirvoþemio sluoksnyje: dalà jø sunaudoja augalai, kita dalis patenka á dirvoþemio organiniø medþiagø sudėtá. Pagrindi-

niuose pasėliuose auginant giliaðaknius daugiamėèius ankøtinius augalus, kurie visiðkai panaudoja vegetacijos periodo sàlygas, sukaupiamas didelis maisto medþiagø potencialas, sudarantis galimybà maþiau træðti mineralinėmis traðomis po jø auginamus javus (Maikøtėnienė, Arlauskienė, 2004). Taèiau javø agrocenozeje popjŭtiniu laikotarpiu antroje vasaros pusėje dirvoþemyje be augalø vyksta spartus maisto medþiagø iðsiplovimas, ypaè mineralinio azoto junginiø. Yra duomenø, rodanèiø, kad maþiau nitratø iðsiplauna ilgesnà laikà laikant dirvoþemà su dengiamaisiais augalais (Mathews, 2000; Malek, Prochazka, 2002). Nitratø iðsiplovimo maþinimas yra viena svarbiausiø direktyvø, nors jie, patekæ á vandenà, nėra nuodingi, taèiau juos organizme fermentai redukuoja iki sveikatai pavojingø nitritø, kurie hemoglobina oksiduoja iki methe-moglobino, negalinèio prisijungti deguonies. Todėl ávairiose pasaulio ðalyse daug dėmesio þemės ūkyje skiriama aplinkos tarðos maþinimui, siekiant, kad kuo maþiau cheminø medþiagø patektø á þoþeminis vandenis (Hansen et al., 2000). Daugelyje Europos Sàjungos ðaliø, siekiant, kad kuo maþiau maisto medþiagø bŭtø iðplaunama á þoþeminis vandenis, po pa-

grindiniø pasëliø auginami tarpiniai pasëliai, saugantys dirvoþemyje likusius ir ið organiniø medþiagø pastoviai atpalaiduojamus maisto elementus (Moller Hansen, 1994; VanDam, Loefflaar, 1998). Be to, tarpiniai pasëliai, palaikydami uþdengtà dirvoþemio pavirðiø, iðlaiko optimalias agrofizikines ir agrochemines savybes, maþiau struktùrà veikia klimato veiksniai, ypaè krituliai (Van Lynden, 1995; Shaxson, 1998; Velykis ir kt., 2003). Literatùroje nurodoma, kad augalai tarpiniuose pasëliuose, sunaudodami maisto medþiagas ankstyvuøju ir vëlyvuøju vegetacijos periodu (pavasará ir rudenà), kai iðplaunamasis procesas intensyviausias, sumaðina ðiø medþiagø iðplovimà ir gruntinio vandens uþterðimà bei stabdo kitus aplinkosaugai þalingus procesus (Mathews, 2000; Filip, 2002). Kai kurie tyrëjai paþymi, kad doðilus, varpines þoles, rapsus tam tikra prasme galima laikyti fitomeliorantais, kuriais ekonomiðkiausia gerinti dirvoþemio fizikines ir chemines savybes (Kahnt, 1988).

Svarbus metodas maisto medþiagoms sulaikyti dirvoþemio pavirðiniuose sluoksniuose ir maþinti iðsiplovimo galimybes yra tarpiniø pasëliø átraukimas á sëjomainà popjùtiniu laikotarpiu. Ávairiø autoriø duomenimis, tarpiniuose pasëliuose auginant ávairius augalus, dirvoþemyje sulaikomas azotas, dargi pakeliamas ið gilesniø sluoksniø, judrieji fosforas, kalis. Tarpiniams pasëliams reikia pasirinkti augalus, turinčius geras akumuliacines savybes ir trumpà vegetacijos periodà (Freyer, 2003). Lietuvoje yra tyrimo duomenø, rodanøiø, kad lengvesniuose dirvoþemiuose tarpiniuose pasëliuose auginti aliejiniai ridikai, baltosios garstyèios sukauþia gana daug maisto medþiagø ir lëtai jas atpalaiduodami didina po jø auginamø javø derliø ne kà maþiau nei mëðlas (Nedzinskas, Nedzinskienë, 1999). Taèiau Lietuvos þemës ūkio universitete gauti tyrimai parodë, kad azotinga bastutiniø augalø antþeminë biomasë, áterpta þaliajai tràðai, didina po jø auginamø augalø derliø, taèiau skatina dehumifikacijà (Bogušas, 1993).

TYRIMØ METODIKA IR SÀLYGOS

Tyrimø vieta ir dirvoþemis. Tyrimai atlikti Lietuvos þemdirbystës instituto Joniðkëlio bandymø stotyje 1997–2004 m. Dirvoþemis – giliau karbonatingas giliau glëþiðkas rudþemis (RDg4 – k2), pagal FAO klasifikacijos sistemà – *Endocalcari-Endohypogleyic Cambisol* (*Cmg-n-w-can*), pagal granulimetrinè sudëtà – sunkus priemolis ant dulkiðko molio su giliau (1 m gylje) esanëiu smëlingu priemoliu.

Meteorologinës sàlygos. 1996 m. antra vasaros pusë ir ruduo, árengiant pirmàjà bandymà, buvo sausi ir ðilti. Rudens–þiemos (1996/1997) periodu ið viso iðkrito 222,3 mm krituliø, tai 45,6 mm maþiau nei daugiametis vidurkis. 1997 m. geguþæ ir birþelà krituliø iðkrito gerokai daugiau uþ daugiametà vidurkà, todël organiniø medþiagø mineralizacijai ir iðsiplovimui sàlygos buvo palankios. Vegetacijos periodo hidroterminis koeficientas buvo 1,33. Ruduo buvo ðiltas ir

drëgnas, ðiuo periodu biocheminiai procesai dirvoþemyje galëjo suintensyvëti ir dalis atspalaidavusio azoto iðsiplauti. 1997–1998 m. þiema buvo ðilta ir besniegë. 1998 m. pavasario–vasaros periodu visais mëniesiais, iðskyrus birþelà, krituliø kiekis virðijo vidutinà daugiametà vidurkà. Ðiltas ir drëgnas pavasaris ir vasara buvo palankūs organinei medþiagai mineralizuotis. Ðio periodo hidroterminis koeficientas – 1,97. 1999 m. pavasaris ir vasara buvo ðilti ir sausi, hidroterminis koeficientas – 0,92. Ruduo buvo ðiltas, krituliø kiekis daugiametà virðijo tik spalio mën. 2000–øjø metø þiema buvo ðiltesnë ir sausesnë, palyginus su daugiametëiu vidurkiu. Birþelio mënèsà trùko drëgmës, o tai lëтино ir organiniø medþiagø mineralizacijos tempus. Augalø vegetacijos periodo hidroterminis koeficientas siekë 0,95. 2001–øjø metø þiema buvo ðiltesnë nei áprastai. Krituliø kiekis atitiko daugiametà vidurkà ir iðsidëstë tolygiai kiekvienà mënèsà, taèiau pavasaris (ypaè balandis ir geguþë) buvo sausas. Didelis krituliø kiekis birþelio ir liepos mëniesiais nulëmë augalø vegetacijos periodo hidroterminà koeficientà – 1,84. 2002 m. geguþës pabaigoje–birþelio pradþioje trùko drëgmës, taèiau didelis krituliø kiekis birþelio mën. (81,1 mm) intensyvino organinës medþiagos mineralizacijos procesus. 2003 m. pavasaris buvo sausas ir nepalankus, taèiau geguþë ir birþelis krituliø ir ðilumos poþiūriu buvo artimi daugiametëiui vidurkiui.

Tyrimø schema. Siekiant iðtirti pagrindiniuose ir tarpiniuose pasëliuose auginamø augalø biogeniniø elementø sulaikymà dirvoþemyje, atlikti du kompleksiniai tyrimai. Tyrimai **Pagrindiniuose pasëliuose auginamø ankõtiniø augalø áþaka biogeniniø elementø sulaikymui dirvoþemyje** atlikti pagal ðitokià schemà:

A faktorius – ankðtiniai augalai: raudonieji doðilai (*Trifolium pratense* L.); mëlýnþiedës liucernos (*Medicago sativa* L.); vikiø ir aviþø miððyns (*Vicia sativa* L., *Avena sativa* L.). Ðiø augalø sukauptas potencialas ir jo panaudojimas tirtas javø grandyje: þieminiai kvieèiai–þieminiai kvieèiai–vasariniai mieþiai.

B faktorius – per javø derliø prarasto azoto kompensavimas biologiniu azotu:

- visai javai be azoto tràðø;
- I narys be azoto tràðø*;
- I nariui áterpta augalø antþeminë biomasë þaliajai tràðai*;
- I nariui áterpta 40 t ha⁻¹ mëðlo*.

* II, III javø grandþiø nariai azoto tràðomis tràðti pagal N_{min} dirvoþemyje, fosforo ir kalio tràðomis netràðta. Trys analogiðki daugiafaktoriniai bandymai árengti 1996, 1997 ir 2000 m., kuriø kiekvieno trukmë – ketveri metai. Tyrimai atlikti daugiafaktorinio lauko bandymo metodu, keturiais pakartojimais. A faktoriaus pakartojimai iðdëstyti blokais ðachmatine tvarka po du, variantai pakartojimuose – rendomizuotai. Pradinio laukelio dydis – 60 m², apskaitiniø – 30–40 m².

Tyrimai **Tarpiniuose pasëliuose auginamø skirtingø biologiniø savybiø augalø áþaka biogeniniø ele-**

mentø sulaikymui dirvoþemyje ir vandens tarðos maþinimui atlikti pagal ðià schemà:

A faktorius: varpinio javo fonai:

- þieminiai kvieèiai (*Triticum aestivum* L.);
- vasariniai mieþiai (*Hordeum* L.).

B faktorius: tarpiniuose pasėliuose auginti skirtingø biologinio savybiø augalai:

- kontrolinis variantas be tarpinio pasėlio;
- baltosios garstyèios (*Sinapis alba* L.);
- raudonieji dobilai (*Trifolium pratense* L.);
- gausiaþiedis svidrės (*Lolium multiflorum* Lamk.).

Ásėliniai raudonieji dobilai ir gausiaþiedis svidrės buvo ášėtos á þieminius kvieèius jø vegetacijai atsinaujinus, o á vasarinius mieþius – tuoj po jø sėjos, rapieninės posėlinės baltosios garstyèios – rapieninė sėjamàja tà paèià dienà nuėmus javo derliø. Kitais metais abiejuose fonuose po tarpinio pasėlio augalø biomasės áterpimo þaliajai tràðai, auginti vasariniai mieþiai ir atlikti dirvoþemio bei filtracinio vandens cheminės sudėties tyrimai. Du daugiaktoriniai bandymai, atlikti 2001–2003 m., kuriø kiekvieno trukmė – dveji metai, pradinis laukelio dydis – 100 m², apskaitomøjø – 54 m².

Dirvoþemio, vandens ir augalø analizės. Dirvoþemio cheminėms savybėms nustatyti ėminiai imti prieš árengiant bandymà ir jo pabaigoje ið 0–20 cm dirvoþemio sluoksnio. Bendrasis azotas nustatytas Kjeldalio metodu, o ið dirvoþemio iðrinkus akimi matomas ðaknelės, organinė anglis – Tiurino metodu. Ėminiai N_{min} nustatyti imti ið 0–40 cm dirvoþemio sluoksnio pagrindiniuose pasėliuose – pavasarà, atsinaujinus þieminio kvieèio vegetacijai, ir prieš vasarinio mieþio sėjà, tarpinio pasėlio tyrimuose – po javo nuėmimo, prieš augalø biomasės þaliajai tràðai áterpimà ir pavasarà prieš mieþio sėjà. Mineralinis azotas (NO₃ + NH₄) nustatytas LPI Agrocheminio tyrimø centre distiliavimo ir kolorimetriniu (1 N KCl iðtraukoje) metodais. Maisto medþiagø iðplovimui nustatyti po javo derliaus nuėmimo kiekviename fone dviejuose pakartojimuose ákasti pjezometrai filtraciniam vandeniui surinkti. Vandens mėginiai buvo imti rudenà tarpinio pasėlio augalais uþimtoje dirvoje, pavasarà prieš mieþio sėjà ir vasaros pirmoje pusėje. LPŪU VŪI Cheminio analizø laboratorijoje vandens mėginuose NH₄-N ir NO₃-N bei bendrojo azoto ir fosforo koncentracijos nustatytos kolorimetriškai analizatoriumi „FIA Star 5012 system“, NH₄-N – dujø difuziniu, bendrasis N (atlikus organinio medþiagø mineralizacijà su kalio persulfatu) ir NO₃-N – kadmio redukciniu, bendrasis fosforas – molibdeniniu, kalis – liepsnos fotometriniu metodais.

Ðaknø ir liekanø masei nustatyti daugiameio augalø ir tarpinio pasėlio fonuose prieš arimà ðėdžiose vietose 0,25 m² dydþio aikštelėse nuo dirvos pavirðiaus surinktos augalø pabios ir lapai. Po to Kaèinskio apraðytu metodu paimtas dirvoþemio monolitas. Ið dirvoþemio iðrinkus stambias ðaknis, nustatytas jø svoris. Ðaknø mikrofrakcijai nustatyti sudaryti 0,5 kg dydþio mėginiai, kurie plauti vandens vonelėse su 1

mm dydþio akutėmis. Tuo paèiu metu ið atitinkamø vietø paimti augalø antþeminės masės pavyzdþiai – antþeminės biomasės derliui nustatyti. Visø augalø liekanø ir antþeminė masė perskaičiuota á sausiasias medþiagas. Nustačius pagrindinio maisto medþiagø koncentracijà, apskaičiuotas áterptø á dirvoþemà maisto medþiagø kiekis (kg ha⁻¹). Ankðtiniø augalø liekanose, þaliojoje masėje nustatytas azotas ir fosforas (su amonio molibdatu) kalorimetriniu, o kalis – liepsnos fotometriniu metodais (iðtrauka paruoðta tiriamà medþiagà sudeginus sieros rūgðtimi ir vandenilio peroksidu). Visos augalø analizės atliktos Joniðkėlio bandymø stoties Agrocheminio analizø laboratorijoje. Augalø poþeminėje ir antþeminėje biomasėje anglis nustatyta analizatoriumi „Heraeus“. Mėðle azotas nustatytas Kjeldalio, fosforas – Lorencio ir kalis – liepsnos fotometriniu metodais (LPI Agrocheminio tyrimø centre). Ankðtiniø augalø gumbeliniø bakterijø fiksuoto ið atmosferos azoto dalis augalø masėje apskaičiuota azoto kiekà padauginus ið Chopkinso-Piterso koeficiento – 0,63. Tyrimø duomenys ávertinti dispersinės analizės ir koreliacinės-regresinės analizės metodu.

TYRIMØ REZULTATAI IR JØ APTARIMAS

Pagrindiniuose pasėliuose auginamø ankðtiniø augalø áðaka biogeninio elementø sulaikymui dirvoþemyje. Raudonieji dobilai ir mėlynþiedis liucernos vegetacijos periodu geriausiai panaudoja saulės energijà ir agrocenozėse iðaugina kur kas didesnè, atitinkamai 2,1 ir 3,2 karto, antþeminè biomasè negu trumpos vegetacijos vienameio augalø miðinys. Kaip nurodo daugelis autoriø, agrocenozėse su augalø derliumi prarandama didesnioji sukauptos bendros fitomasės (50–60%) ir maisto medþiagø (50–80%) dalis, o tai lemia atvirus biogeninio elementø apytakos ciklus bei dirvoþemio cheminè ir fizinià degradacijà (Титлянова, Чупрова, 2003). Tirtø ankðtiniø augalø dirvoje sukauptas poþeminės biomasės (ðaknys ir augalø liekanos) kiekis sudarė 51,5–53,5% nuo bendros fitomasės. Koreliacinė-regresinė analizė rodo, kad didėjant antþeminei masei (x), didėjo ir poþeminė (y), ðiø rodikliø ryðys buvo tiesioginis, stiprus ir apraðomas tiesine lygtimi ($y = -0,37 + 1,16x; r^2 = 0,88^{**}$). Daugiausiai maisto medþiagø, agrocenozėje sugrãþinta á apytakos ciklà su didþiausia poþemine liucernø ir dobilø biomase, maþiausiai – su vienameio augalø miðiniu (1 lentelė). Po mėlynþiedþio liucernø su augalø liekanomis á dirvà pateko 234,8 kg N ha⁻¹, èia jo buvo 2,4 karto daugiau negu po dobilø bei 6,1 karto negu po vikio ir avioø miðinio. Ankðtiniø augalø reikðmė agrocenozėse ypatinga ir dėl biologinės azoto fiksacijos (Трепачев, Азаров, 1991). Dobilø ir liucernø fitomasėje didþiajà sukaupto azoto dalà sudarė fiksuotas ið atmosferos, atitinkamai 66,2 ir 156,5 kg ha⁻¹.

Dirvoþemyje fosforo daugiausiai kaupė liucernos ir dobilai, t. y. atitinkamai 3,4 ir 2,6 karto daugiau negu vienmetis miðinys. Tirti ankðtiniai augalai su po-

1 lentelė. **Ankøtiniø augalø vaidmuo áraukiant biogeninius elementus á biologiná medþiagø apytakos ciklą (kg ha⁻¹)**
Table 1. **Role of legume crops, in involving the biogenic elements into biological metabolic cycle (kg ha⁻¹)**

Augalas Crop	Sausosios medþiagos (SM) Dry matter (DM) t ha ⁻¹	N		P	K	N:P:K	C:N
		bendras total	fiksuotas fixed				
Poþeminė masė / Underground mass							
Raudonieji dobilai Red clover	9,2 ± 1,04	99,6 ± 14,9	66,2 ± 10,0	18,0 ± 2,0	112,7 ± 7,3	1:0,2:1,1	24
Mėlynþiedės liucernos Sown lucerne	13,7 ± 1,12	234,8 ± 35,1	156,5 ± 23,4	23,1 ± 3,9	153,1 ± 5,6	1:0,1:0,7	18
Vikiø ir aviþø miðinys Vetch and oat mixture	5,3 ± 0,51	38,8 ± 7,5	25,9 ± 5,0	6,8 ± 1,2	85,5 ± 15,9	1:0,2:2,2	35
Antþeminė masė ir mėðlas / Overground mass and farmyard manure							
Raudonieji dobilai Red clover	3,2 ± 0,58	80,1 ± 5,7	50,5 ± 3,6	6,9 ± 0,2	71,9 ± 5,5	1:0,1:0,9	12
Mėlynþiedės liucernos Sown lucerne	3,9 ± 0,32	114,2 ± 10,9	72,1 ± 6,9	8,8 ± 0,2	97,6 ± 9,6	1:0,1:0,9	10
Vikiø ir aviþø miðinys Vetch and oat mixture	3,8 ± 0,21	36,0 ± 3,4	22,7 ± 2,1	6,1 ± 1,5	88,7 ± 11,1	1:0,2:2,5	32
Mėðlas/Farmyard manure (FYM)	47,9 ± 0,92	152,0 ± 19,6	–	35,2 ± 5,9	215,8 ± 25,6	1:0,2:1,4	18

þemine mase grãþino á dirvoþemá reikðmingà kalio kieká (85,5–153,1 kg ha⁻¹). Toks pagrindiniø biogeniniø elementø pasiskirstymas dirvoþemyje nulėmė maisto medþiagø santyká su dobilø bei vikiø ir aviþø miðinio liekanomis áterptom 1 kg azoto teko didesnė dalis fosforo ir kalio negu azotingø liucernø.

Siekiant subalansuoti maisto medþiagø judėjimá ekosistemoje, á dirvą papildomai áterpta ankøtiniø augalø antþeminė biomasė þaliajai trãðai (dobilø ir liucernø biomasė siekė atitinkamai 3,2 ir 3,9 bei vienameiø augalø miðinio þalioji masė – 3,8 t ha⁻¹ SM). Vidutiniai duomenimis, su tirtø augalø antþemine biomasė, panaudota þaliajai trãðai, áterpta 1,5–3,5 karto maþiau sausøjø organiniø medþiagø, negu su jø þemine biomasė. Taèiau ðis maisto medþiagø áterpimas reikðmingas padengiant su derliumi prarandamø maisto medþiagø kieká. Vidutiniai duomenimis, daugiausia azoto á dirvą áterpta su liucernø antþemine biomasė – 114,2 kg N ha⁻¹, t. y. atitinkamai 1,4 ir 3,2 karto daugiau negu su dobilø ar su vienameiø augalø miðinio þaliaja mase.

Fiksuoto ið atmosferos simbiotinio azoto kiekis augalø antþeminėje biomasėje, áterptoje þaliajai trãðai, buvo maþesnis negu poþeminėje. Daugiausiai simbiotinio azoto pateko su liucernø ir dobilø antþemine biomasė – atitinkamai 72,1 ir 50,5 kg ha⁻¹, arba 3,2

ir 2,2 karto daugiau negu su vienameiø augalø miðinio biomasė. Su visomis þaliosiomis trãðomis áterpta maþai fosforo ir gerokai daugiau kalio.

Palyginus augalø antþeminæ biomasæ, naudojamà þaliajai trãðai su mėðlu, nustatyta, kad pagrindiniø maisto medþiagø koncentracija augalø antþeminėje dalyje buvo didesnė negu mėðle, taèiau, áterpiant pastarojo daugiau sausøjø medþiagø, á dirvą pateko ir gerokai daugiau maisto medþiagø, ypaè fosforo ir kalio.

Anglies ir azoto santykis, lemiantis áterptø organiniø medþiagø transformavimo kryptá ir intensyvumà dirvoþemyje, skyrėsi tiek tarp atskirø augalø rûðiø, tiek to paties augalo antþeminėje ir poþeminėje dalyse. Liucernø liekanø ðis santykis buvo siauriausias – 18, o vikiø ir aviþø miðinio – plaèiausias – 35. Áterpus kartu á dirvoþemá azotingà augalø antþeminæ masæ, kurios C:N platesnis – organiniø medþiagø mineralizacija spartėjo. Lietuvoje atliktais tyrimais nustatyta, kad priesmiø dirvoþemiuose per metus susiskaido 68–79% augalø liekanø masės, kuriø C:N yra 16–24, be to, jø humifikacijos koeficientas yra didesnis, negu varpinio javø (Januðienė, 2002).

Turtingos azoto organinės medþiagos garantuoja pastovø ir ilgalaiká judriojo azoto susidarymà dirvoþemyje, tuo tarpu mineralinės azoto trãðos yra greito augalø derlingumo didinimo priemonė (Трепачев, Азаров,

2 lentelė. Ankðtiniø augalø ir jø áterptos antþeminės masės átaka dirvoþemio N_{\min} kitimui (mg kg^{-1})
 Table 2. Effect of legume crops and incorporated overground mass on the change of mineral nitrogen in the soil (mg kg^{-1})

Variantas / Treatment	I narys 1st member		II narys 2nd member	
	þ. kvieèiai w. wheat	þ. kvieèiai w. wheat	v. mieþiai s. barley	
Prieðsėlis – raudonieji dobilai / Preceding crop – red clover				
Be trãðø / Without fertilisers	6,2	5,7	6,5	
I narys – be azoto trãðø / 1st member – without nitrogen fertilizer	6,3	5,6	6,5	
I nariui áterpta augalø antþeminė masė / 1st member – overground plant mass	6,6	6,2	6,7	
I nariui áterpta 40 t ha ⁻¹ mėðlo / 1st member – 40 t ha ⁻¹ of FYM	6,6	6,4	7,1	
Prieðsėlis – mėlynþiedės liucernos / Preceding crop – sown lucerne				
Be trãðø / Without fertilisers	6,6	6,1	7,7	
I narys – be azoto trãðø / 1st member – without nitrogen fertilizer	6,5	6,1	7,7	
I nariui áterpta augalø antþeminė masė / 1st member – overground plant mass	7,2	6,8	8,1	
I nariui áterpta 40 t ha ⁻¹ mėðlo / 1st member – 40 t ha ⁻¹ of FYM	7,0	6,8	8,4	
Prieðsėlis – vikiø ir aviþø miðinys / Preceding crop – vetch and oat mixture				
Be trãðø / Without fertilisers	5,7	5,6	6,9	
I narys – be azoto trãðø / 1st member – without nitrogen fertilizer	5,7	5,7	6,9	
I nariui áterpta augalø antþeminė masė / 1st member – overground plant mass	5,7	6,3	7,0	
I nariui áterpta 40 t ha ⁻¹ mėðlo / 1st member – 40 t ha ⁻¹ of FYM	5,9	6,5	7,4	
A fakt. R_{05} / LSD ₀₅ fact. A	0,42	0,36	0,34	
B fakt. R_{05} / LSD ₀₅ fact. B	0,49	0,42	0,39	
AB fakt. R_{05} / LSD ₀₅ fact. AB	0,85	0,72	0,68	

1991). Todėl po tirtø augalø trejus metus auginant javus, dirvoþemyje mineralinio azoto buvo nedaug (30,8–57,0 kg ha⁻¹). Kaip teigia Vokietijos mokslininkai, sunkios granulometrinės sudėties dirvoþemiuose augalø liekanø ir organiniø trãðø mineralizacija vyksta gerokai lėèiau negu lengvose (Heß, 2004). Pavasará po ankðtiniø augalø áterpimo, esminiai didesniu mineralinio azoto kiekiu išsiskyrė dirvoþemis po liucernø (2 lentelė).

Azotinga liucernø bei dobilø antþeminė masė taip pat didino mineralinio azoto kieká. Tuo tarpu áterpus vienameiø augalø miðinio þaliájá masė didesnis mineralinio azoto kiekis nustatytas tik antrais metais. Statistinė analizė parodė, kad pirmasis metais áterpus organines trãðas, N_{\min} priklausė ne tik nuo áterptø organiniø trãðø sausøjø medþiagø, azoto kiekio, C:N, bet ir nuo dirvoþemio bendrojo azoto ir humuso. Sunkaus priemolio rudþemiuose organinės medþiagos mineralizacijai esminė átaká turėjo dirvoþemio tankis ir aeracinis poringumas. Antrais metais auginant þieminius kvieèius N_{\min} priklausomybės nuo dirvoþemio savybiø nebuvo. Jo ryðys su áterptos organinės medþiagos santykiu (C:N) apraðomas vidutinio stiprumo parabolės pobūdþio priklausomybe. Esminė átaká mineralinio azoto kiekio padidėjimui turėjo laisvøjø huminiø rūgðeiu (HR–1) kiekis dirvoþemyje.

Su ankðtiniø augalø biomase áterptas maisto medþiagø kiekis didino po jø augintø kvieèiø derliø. Didþiausias derlius (5,58 t ha⁻¹) gautas po liucernø, tai atitinkamai 18,5 ir 28,3% daugiau negu po dobilø ar miðinio. Antrais ir treèiais metais auginant javus, kompensuoti azotui javai buvo negausiai trãðti (þieminiai kvieèiai 60, vasariniai mieþiai – 45 kg N ha⁻¹) mineralinėmis azoto trãdomis. Taèiau organiniø trãðø átaka derliui išliko antrais ir treèiais trãðø poveikio metais.

Vidutiniais duomenimis, po ankðtiniø augalø trejus metus auginant javus iš agrocenozės su javø grūdø ir ðiaudø derliumi prarasta daug azoto (220,5 kg ha⁻¹) ir maþiau – fosforo bei kalio (atitinkamai 43,5 ir 122,7 kg ha⁻¹) (3 lentelė). Ryðkiausias azoto priedas dėl organiniø trãðø buvo pirmasis metais auginant javus. Didesnė maisto medþiagø netekimà po liucernø per javø derliø lėmė dirvoþemyje sukauptas didesnis maisto elementø kiekis (ypaè azoto). Palyginus netrãðtus atskiro prieðsėliø variantus tarpusavyje nustatyta, kad po liucernø azoto per javø derliø prarasta atitinkamai 36,7 ir 54,6%, fosforo – 31,2 ir 50,2%, kalio – 32,9 ir 58,0% daugiau negu po dobilø bei vikiø ir aviþø miðinio. Vertinant netrãðtus javø agrocenoziø (ankðtiniai augalai–varpiniai javai–varpiniai javai–varpiniai javai)

3 lentelė. Javø derliuje sukauptø maisto medþiagø kiekio padidėjimas áterpus á dirvoþemá ankøtiniø augalø poþeminæ ir antþeminæ biomasæ

Table 3. Content and increase of nutrients accumulated in cereals by incorporating the underground and overground biomass of leguminous plants

Variantas / Treatment	N		P		K	
	kg ha ⁻¹	pokytis / increase%	kg ha ⁻¹	pokytis / increase%	kg ha ⁻¹	pokytis / increase%
Prieðsølis – raudonieji dobilai / Preceding crop – red clover						
Be trãðø / Without fertilisers	164,7	–	34,0	–	91,9	–
I narys – be azoto trãðø / 1st member – without nitrogen fertilizer	201,7	+ 22,5	42,5	+ 25,0	110,6	+ 20,3
I nariui áterpta augalø antþeminæ masë / 1st member – overground plant mass	228,4	+ 38,7	44,9	+ 32,1	120,9	+ 31,6
I nariui áterpta 40 t ha ⁻¹ mëðlo / 1st member – 40 t ha ⁻¹ of FYM	236,9	+ 43,8	47,0	+ 38,2	128,2	+ 39,5
Prieðsølis – mëlynþiedës liucernos / Preceding crop – sown lucerne						
Be trãðø / Without fertilisers	225,2	–	44,6	–	122,1	–
I narys – be azoto trãðø / 1st member – without nitrogen fertilizer	271,5	+ 20,6	51,7	+ 15,9	152,7	+ 25,1
I nariui áterpta augalø antþeminæ masë / 1st member – overground plant mass	289,4	+ 28,5	53,3	+ 19,5	165,9	+ 35,9
I nariui áterpta 40 t ha ⁻¹ mëðlo / 1st member – 40 t ha ⁻¹ of FYM	277,5	+ 23,2	56,6	+ 26,9	171,5	+ 40,5
Prieðsølis – vikiø ir aviþø miðinys / Preceding crop – vetch and oat mixture						
Be trãðø / Without fertilisers	145,7	–	29,7	–	77,3	–
I narys – be azoto trãðø / 1st member – without nitrogen fertilizer	192,2	+ 31,9	36,7	+ 23,6	102,3	+ 32,3
I nariui áterpta augalø antþeminæ masë / 1st member – overground plant mass	198,9	+ 36,5	38,8	+ 30,6	110,4	+ 42,8
I nariui áterpta 40 t ha ⁻¹ mëðlo / 1st member – 40 t ha ⁻¹ of FYM	213,4	+ 46,5	42,1	+ 41,8	118,9	+ 53,8
A fakt. R ₀₅ / LSD ₀₅ fact. A	7,74		1,70		8,34	
B fakt. R ₀₅ / LSD ₀₅ fact. B	8,94		1,96		9,64	
AB fakt. R ₀₅ / LSD ₀₅ fact. AB	15,48		3,63		16,68	

Maisto medþiagos (%), sukauptos derliuje dėl organiniø trãðø, apskaiëiuotos pirmo nario duomenis palyginus su atitinkamo prieðsølio netrãðtu variantu, kitø metø – su trãðtu tik mineralinëmis azoto trãðomis.

azoto apytakos ciklã nustatyta, kad po liucernø azotas buvo 69,5% kompensuotas fiksuotu ið atmosferos, tuo tarpu po dobilø bei vienameiø augalø miðinio kompensacija buvo kur kas maþesnë (atitinkamai 40,2 ir 17,8%). Dirvoþemyje sukauptas fosforas ir kalis ankøtiniø (liucernos, dobilai) poþeminëje dalyje buvo paimitas ne tik ið dirvoþemio armens, bet ir ið gilesniø jo sluoksniø. Fosforas, prarastas per javø, augintø po dobilø ir liucernø, derliø, buvo padengtas atitinkamai 52,9 ir 51,8%, o po vienameiø augalø miðinio tik 22,9%.

Per javø derliø prarasto kalio kiekis buvo visiðkai padengtas ankøtiniø augalø biomasëje ið dirvoþemio sukauptu kaliumi.

Trãðiant mineralinëmis azoto ir organinëmis trãðomis maisto medþiagø ið agrocenozës prarasta daugiau. Patrãðus mineralinëmis azoto trãðomis gerokai daugiau (20,5–31,9%) sukaupta azoto javø derliuje ir ypaè tuose variantuose, kur maþai áterpta organinio azoto. Fosforo bei kalio prarasta atitinkamai 15,9–25,0, 20,3 ir 32,3% daugiau, palyginus su netrãðtu

variantu. Återpus augalø biomasę, azoto skirtumas javø derliuje, palyginus su tik mineralinėmis azoto trãdomis trãdøtu variantu, sudarë po dobilø – 16,2%, po liucernø – 7,9%, po miðinio – 4,6%. Dobilø biomasę fiksuotu ið oro azotu kompensavo 51,1%, liucernø – 79,0%, miðinio – 24,4% sukaupto javø derliuje.

Dobilø ir liucernø ðaknø, augalø liekanø ir þaliosios masės fosforu padengiama pusė jo prarasto kiekio (iðskyrus miðinã – 33,2%), tuo tarpu kalio – visas. Su mëðlu återptos maisto medþiagos visiðkai kompensavo jø kiekã prarastã per derliø (iðskyrus azotã po vienameið augalø miðinio).

Daugelis tyrëjø nurodo, kad ðaknys ir augalø liekanos yra pagrindinis ðaltinis, papildantis dirvoþemio organinės medþiagos atsargas (Í èëí í ÷èè, 2001). Daugiameiðø ankðtiniø augalø tyrimuose prieš årengiant bandymã 0–20 cm dirvoþemio sluoksnyje daugiausiai organinės anglies buvo po liucernø (1,25%), tai sudarë atitinkamai 6,8 ir 5,9% daugiau, negu po dobilø ir vienameiðø augalø miðinio. Trejus metus auginant javus dirvoþemio organinė anglis sumãþëjo. Tam åtakos turëjo maþiau augalø liekanø paliekantys dirvoþe javai, negu daugiametës þolës. Be to, padidëjusi dirvoþemio aeracija ruoðiant dirvã javams suaktyvino dirvoþemio mikrobiologinius procesus ir buvo mineralizuojamos daugiameiðø þoliø fonuose susikaupusios lengvai skaidomos humusinës medþiagos. Vidutiniais duomenimis, dël kasmetinio javø trãðimo tik mineralinėmis azoto trãdomis ar trãðiant jomis þaliojø trãðø fone taip pat neþymiai sumãþëjo anglies kiekis dirvoþemyje. To prieþastis – mineraliniø azoto trãðø poveikis papildomai azoto mobilizacijai ið dirvoþemio organiniø junginiø, o tai sukelia dirvoþemio mikroorganizmø pasisavinamos anglies deficitã (Кудеяров, 1999). Anglies kiekis padidëjo tik mëðlu trãðtame variante (3,3–5,0%). Koreliacinës-regresinës analizës rezultatai rodo, kad (po javø auginimo) organinės anglies kiekis dirvoþemyje vidutiniðkai priklausë nuo återptø sausøjø medþiagø ($r = 0,56^{**}$) ir jose esanëio azoto ($r = 0,60^{**}$). Mûsø tyrimuose organinės anglies ryðys su återpiamø organiniø medþiagø santykiu (C:N) buvo silpnas ir neesminis. Be to, organinė anglis priklausë ir nuo dirvoþemio savybiø: su anglies kiekiu prieš årengiant bandymã ryðys buvo stiprus ($r = 0,74^{**}$), o bendruoju azotu – vidutinis ($r = 0,50^{*}$). Ðiø rodikliø ryðys apraðomas tiesinio pobûdþio priklausomybėmis.

Dirvoþemyje anglies ir azoto apytakos ciklai glaudþiai siejasi. Dirvoþemio anglies ir azoto santykis (C:N) årengiant bandymã neþymiai didesnis buvo po liucernø. Taèiau po trimeiðø javø grandþiø auginimo jis padidëjo vidutiniðkai 10,2%, palyginus su duomenimis prieš årengiant bandymã. Dël to daugeliu atvejø sumãþëjo dirvoþemio bendrojo azoto. Maþiausias dirvoþemio C:N buvo trëðiant vien azoto trãðomis. Tuo tarpu mëðlu trãðtame variante dirvoþemio anglies ir azoto santykis, palyginus su duomenimis prieš årengiant bandymã, padidëjo 12,5%, kitaip negu kituose variantuose, tai lëmë anglies pagausëjimas.

Tarpiniuose pasëliuose auginamø augalø, kuriø biologinės savybës skirtingos, åtaka biogeniniø elementø su laikymui dirvoþemyje ir filtraciniø vandenø tarðos maþinimui. Pagrindiniuose pasëliuose popjûtiniame periode auginami tarpiniai pasëliai geriau panaudoja vegetacijos periodã ir saulës energijã bei papildomai agrocenozeje sukaupia organiniø medþiagø ir biogeniniø elementø. Be to, apsaugo dirvos pavirðiø nuo nepalankaus atmosferos poveikio, neleidþia maisto medþiagoms iðsiplauti, stabdo piktþoliø plitimã. Nustatyta, kad åsëliniai augalai – raudonieji dobilai, gausiaþiedës svidrës pagrindiniuose pasëliuose auginant þieminiø kvieëiø grûdø derliui neigiamos åtakos neturëjo, taèiau jie, auginami mieþiø pasëlyje, konkuravo dël drëgmës, maisto medþiagø ir pastarøjø derlingumas turëjo tendencijã maþëti (4 lentelë).

Þieminiai kvieëiai (ilgesnio vegetacijos periodo augalai) geriau panaudojo saulës energijã ir fitocenozeje jø bendrasis sausøjø medþiagø (grûdø ir ðiaudø) produktyvumas buvo 1,8 karto didesnis negu mieþiø. Tarpiniø pasëliø augalai padidino abiejø agrosistemø bendrãjã produktyvumã: kvieëiø fitocenozeje sausøjø medþiagø kiekis siekë 13,58, mieþiø – 8,9 t ha⁻¹ SM. Tarpiniai pasëliai sausøjø medþiagø kiekã kvieëiø fone padidino nuo 21,4 iki 41,3%, tuo tarpu mieþiø dar labiau – 41,0–85,5%. Ið tarpiniuose pasëliuose auginantø augalø labiausiai agrocenoziø produktyvumã didino raudonieji dobilai. Vidutiniais duomenimis, raudonøjø dobilø antþeminës biomasės sausøjø medþiagø derlius buvo didþiausias – atitinkamai 1,8 ir 1,3 karto didesnis negu baltøjø garstyëiø ar gausiaþiedþiø svidriø (4 lentelë).

Visø tarpiniuose pasëliuose auginantø augalø – baltøjø garstyëiø, raudonøjø dobilø, gausiaþiedþiø svidriø poþeminë masë buvo atitinkamai 13,3, 22,7, 15,7% didesnë negu antþeminë, palyginus su daugeliu pagrindiniuose pasëliuose auginamø augalø. Tai lëmë, kad susiformavus tarpiniuose pasëliuose auginamø augalø ðaknø sistemai, antþeminei biomasei iðsvystyti buvo per trumpas vegetacijos periodas (Никончик, 2001).

Tarpiniø pasëliø augalai, åsëti á maþiau biomasės suformuojanëius mieþius, iðaugino vidutiniðkai 23,2% daugiau poþeminës masės negu åsëtieji á kvieëius. Didþiausia ðaknø biomasë suformavo raudonieji dobilai, maþiausia – baltosios garstyëios.

Tarpiniø pasëliø augalai iðsiskyrë ir reikðmingu biogeniniø elementø kaupimu ið dirvoþemio. Poþeminë ir antþeminë augalø dalys daugiausiai sukauptë azoto ir kalio, maþiausiai – fosforo. Maisto medþiagos skirtingø augalø poþeminëje ir antþeminëje dalyse pasiskirstë nevienodai: daugiausiai kalio buvo visø augalø poþeminëje dalyje, azoto – antþeminëje, fosforo skirtumai neryðkūs. Ið tarpiniuose pasëliuose auginantø augalø ryðkiausiai iðsiskyrë dobilø fitomasë, kurioje azoto sukaupta 114,6 kg ha⁻¹, arba 76,4 kg ha⁻¹ fiksuoto ið atmosferos. Toks kiekis biologinio azoto vertingas ekologiniu poþiûriu ir gali tenkinti po jø auginamø

4 lentelė. Agrosistemø su pagrindiniais ir tarpiniais pasėliais produktyvumas SM t ha⁻¹
Table 4. Productivity of agrosystems with primary and catch crops DM t ha⁻¹

Variantas / Treatment	Javø derlius Cereals yield		Tarpiniø pasėliø augalø masė Mass of catch crops	Agrosistemø produktyvumas Productivity of agrosystems	Priedas nuo tarpiniø pasėliø Increase from catch crops %
	grūdai grain	šiaudai straw			
Pieminiø kvieèiø fonas / Background of winter wheat					
Be tarpiniø augalø / Without catch crops	4,99	6,11	–	11,10	–
Baltosios garstyèios / White mustard	4,99	6,11	2,38	13,48	21,4
Raudonieji dobilai / Red clover	5,24	6,03	4,41	15,68	41,3
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	5,17	6,26	2,62	14,05	26,6
Vasarinio mieþiø fonas / Background of spring barley					
Be tarpiniø augalø / Without catch crops	3,26	2,69	–	5,95	–
Baltosios garstyèios / White mustard	3,26	2,69	2,44	8,39	41,0
Raudonieji dobilai / Red clover	3,15	3,26	4,63	11,04	85,5
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	3,16	2,82	4,24	10,22	71,8

5 lentelė. Tarpiniuose pasėliuose auginamø skirtingø biologiniø savybiø augalø átaka biogeniniø elementø apytakos ciklui

Table 5. Effect of catch crops with different biological properties on the cycle of biogenic elements metabolism

Augalai / Crops	Áterpta SM Incorporation DM t ha ⁻¹	N kg ha ⁻¹		P kg ha ⁻¹	K kg ha ⁻¹	N:P:K
		bendrasis total	fiksuotas fixed			
Poþeminė biomasė / Underground biomass						
Baltosios garstyèios White mustard	1,28 ± 0,336	16,3 ± 6,03	–	2,4 ± 0,30	28,3 ± 10,72	1:0,15:1,7
Raudonieji dobilai Red clover	2,49 ± 0,160	55,7 ± 3,97	37,2 ± 2,64	6,0 ± 1,24	44,8 ± 10,93	1:0,11:0,8
Gausiaþiedės svidrės Perennial ryegrass	1,84 ± 0,404	30,1 ± 6,94	–	4,5 ± 1,56	30,4 ± 15,18	1:0,15:1,01
R ₀₅ / LSD ₀₅	0,943	17,81		3,33	14,44	
Antþeminė biomasė / Overground biomass						
Baltosios garstyèios White mustard	1,13 ± 0,354	32,0 ± 10,06	–	3,1 ± 0,93	9,9 ± 1,23	1:0,10:0,31
Raudonieji dobilai Red clover	2,03 ± 0,665	58,9 ± 17,28	39,2 ± 11,53	4,3 ± 1,24	19,9 ± 10,14	1:0,07:0,34
Gausiaþiedės svidrės Perennial ryegrass	1,59 ± 0,739	26,9 ± 11,84	–	3,7 ± 1,69	20,3 ± 9,68	1:0,14:0,75
R ₀₅ / LSD ₀₅	0,779	14,04		2,11	19,02	

javø poreikius (Maikötėnienė, Arlauskienė, 2004). Tuo tarpu negausiai azoto trąðomis (pradinės normos nedidelės) patrauktos baltosios garstyèios ir gausiaþiedės svidrės azotà biomasėje kaupė ið dirvoþemio atsargø ir trąðø. Taèiau jo nefiksuojanèiø augalø biomasėje sukaupta perpus maþiau (atitinkamai 48,3 ir 57,0 kg ha⁻¹), negu fiksuojanèiø raudonøjø dobilø. Tarpiniø

pasėliø augalai sugrąþino á maisto medþiagø apytakos ciklà nedidelà kiekà fosforo (5,5–8,2 kg ha⁻¹) ir reikðmingà kalio (9,9–44,8 kg ha⁻¹) (5 lentelė).

Tarpiniuose pasėliuose augintø augalø ir jø biomasės, áterptos á dirvoþemà átaka N_{min} kiekiui pateikta 6 lentelėje. Po javø derliaus nuėmimo dirvoþemio 0–40 cm sluoksnyje esminiai didesnės visø formø jud-

6 lentelė. Tarpiniuose pasėliuose augintø skirtingø biologø savybiø augalø ūaka mineralinio azoto kitimui dirvoþemyje mg kg^{-1}

Table 6. Effect of catch crops with different biological properties on the change of mineral nitrogen in soil mg kg^{-1}

Augalai / Crops	Po javø nuėmimo After harvesting of cereals	Prieð áterpant tarpinius pasėlius Before incorporation of catch crops	Pavasará prieð mieþiø sėjà Before barley sowing in spring
Pieminiai kvieėiai / Winter wheat			
Be tarpiniø pasėliø / Without catch crops	2,99	3,59	14,95
Baltosios garstyėios / White mustard	2,99	5,05	15,60
Raudonieji dobilai / Red clover	2,72	1,71	11,95
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	2,69	4,37	18,20
Vasariniai mieþiai / Spring barley			
Be tarpiniø pasėliø / Without catch crops	3,72	4,07	17,40
Baltosios garstyėios / White mustard	3,72	3,63	17,15
Raudonieji dobilai / Red clover	4,59	2,89	14,85
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	3,78	5,84	16,75
A fakt. R_{05} / LSD_{05} fact. A	0,434	0,851	1,355
B fakt. / LSD_{05} fact. B	0,6114	1,200	1,916
AB fakt. R_{05} / LSD_{05} fact. AB	0,868	1,700	2,710

7 lentelė. Tarpiniuose pasėliuose auginamø skirtingø biologiniø savybiø augalø ūaka javø derliuje (grūdø ir ūaudø) sukauptø maisto medþiagø kiekiui

Table 7. Effect of catch crops with different biological properties on the amount of nutrients accumulated in cereals (grain and straw)

Augalai / Crops	N		P		K	
	kg ha^{-1}	pokytis / increase %	kg ha^{-1}	pokytis / increase %	kg ha^{-1}	pokytis / increase %
Pieminiai kvieėiai / Winter wheat						
Be tarpiniø pasėliø / Without catch crops	72,1	–	13,7	–	56,6	–
Baltosios garstyėios / White mustard	89,8	+ 24,6	17,8	+ 30,2	68,3	+ 20,6
Raudonieji dobilai / Red clover	84,2	+ 16,7	17,1	+ 24,9	63,3	+ 11,9
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	78,9	+ 9,4	16,3	+ 18,8	57,3	+ 1,2
Vasariniai mieþiai / Spring barley						
Be tarpiniø pasėliø / Without catch crops	79,2	–	14,3	–	60,5	–
Baltosios garstyėios / White mustard	89,1	+ 12,5	14,7	+ 2,8	63,6	+ 5,0
Raudonieji dobilai / Red clover	99,2	+ 25,2	15,8	+ 10,4	70,1	+ 15,9
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	82,9	+ 4,6	15,3	+ 7,2	56,3	–6,9
A fakt. R_{05} / LSD_{05} fact. A	3,08		0,93		3,60	
B fakt. R_{05} / LSD_{05} fact. B	4,36		1,31		5,10	
AB fakt. R_{05} / LSD_{05} fact. AB	6,16		1,86		7,21	

riøjø azoto junginiø ir bendrojo mineralinio azoto koncentracijos buvo vasariniø mieþiø fone, palyginus su þieminiø kvieėiø. Tokius rezultatus lėmė didesnis azoto praradimas per þieminiø kvieėiø derliø ir tik neþymià ūakà turėjo ášėliniai augalai. Rudenà pasi-

baigus tarpiniø pasėliø augalø vegetacijai, mineralinio azoto kiekis dirvoþemyje buvo didesnis – $0,49 \text{ mg kg}^{-1}$, arba 14,5%, palyginus su buvusiu, taėiau ryðkesniø skirtumø tarp javø fonø neliko. Daugiausia mineralinio azoto buvo dirvoþemyje, kuriame ášėtos

8 lentelė. Tarpiniuose pasėliuose augintø skirtingø biologiniø savybiø augalø ūaka dirvoþemio infiltracinio vandens cheminei sudėčiai pavasarā

Table 8. Effect of catch crops with different biological properties on the chemical composition of infiltrated soil water

Augalai / Crops	Bendrasis N N total mg l ⁻¹	N _{min.} N _{min.} mg l ⁻¹	Bendrasis P P total mg l ⁻¹	K ⁺ mg l ⁻¹	SEL mS cm ³
Pieminiai kviečiai / Winter wheat					
Be tarpiniø pasėliø / Without catch crops	25,0	21,8	0,11	1,5	0,45
Baltosios garstyčios / White mustard	13,2	11,8	0,11	2,0	0,42
Raudonieji dobilai / Red clover	15,7	12,8	0,13	1,5	0,52
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	39,0	21,4	0,10	1,1	0,56
Vasariniai mieþiai / Spring barley					
Be tarpiniø pasėliø / Without catch crops	23,0	9,1	0,04	1,7	0,69
Baltosios garstyčios / White mustard	34,0	25,8	0,09	1,8	0,62
Raudonieji dobilai / Red clover	29,0	20,4	0,13	1,0	0,62
Gausiaþiedės svidrės / Perennial ryegrass	43,0	25,0	0,09	1,6	0,54
A fakt. R ₀₅ / LSD ₀₅ fact. A	11,8	7,1	0,06	0,6	0,15
B fakt. R ₀₅ / LSD ₀₅ fact. B	16,8	10,0	0,08	0,9	0,21
AB fakt. R ₀₅ / LSD ₀₅ fact. AB	14,5	8,65	0,07	0,8	0,18

ir trātos N₃₀ baltosios garstyčios (fonuose vidutiniškai 4,34 mg kg⁻¹) ir gausiaþiedės svidrės (fonuose vidutiniškai 5,11 mg kg⁻¹). Maþiausias azotingumas buvo dirvoþemyje, kuriame tarpiniuose pasėliuose auginti azotā fiksuojantys raudonieji dobilai (2,3 mg kg⁻¹). Mineralinio azoto kiekis ūtame dirvoþemyje, palyginus su kontroliniu variantu, buvo 1,7 karto, o palyginus su gausiaþiedþio svidriø ir baltøjø garstyčios variantais – atitinkamai 2,2 ir 1,9 karto maþesnis.

Kitais metais po tarpiniø pasėliø augalø biomasės āterpimo ā dirvoþemā buvo nustatytas gerokai didesnis mineralinio azoto kiekis (15,86 mg kg⁻¹, arba 71,4 kg ha⁻¹), palyginus su rudens periodu. Palyginus javø fonus tarpusavyje, 8,9% daugiau N_{min.} dirvoþemyje buvo po mieþiø. Taėiau, nepaisant skirtingø javø fonø, daugiau mineralinio azoto (8,0%) buvo laukeliuose, kuriuose āterpta gausiaþiedþio svidriø biomasė. Taėiau geriausiai prevenciniu poveikiu siekiant sumaþinti judriojo azoto migracijā dirvoþemyje pasipymėjo raudonieji dobilai. Ėia mineralinio azoto kiekis, palyginus su kontroliniu variantu, sumaþėjo 18,7%. Ryðkesni tarpiniø pasėliø poveikio skirtumai buvo þieminiø kviečių fone.

Tarpiniø pasėliø augalø ir jø biomasės poveikis po jø auginamø javø biogeniniø elementø sukaupimui pateiktas 7 lentelėje. Vidutiniai duomenimis, ið tarpiniuose pasėliuose augintø augalø labiausiai mieþiø derliø didino dobilai ir jø biomasė (23,2%), maþiau – baltosios garstyčios ir gausiaþiedės svidrės (atitinkamai 18,6 ir 12,2%), palyginus su kontroliniu variantu. Mieþiai derliuje daugiausiai azoto sukaupė juos auginant po dobilø ir garstyčios – atitinkamai 21,1 ir 18,2% daugiau negu kontroliniame variante bei 14,1 ir 11,6% daugiau negu āterpus svidriø biomasę.

Po raudonøjø dobilø javø prarastas azotas buvo kompensuojamas 83,3% fiksuotu ið atmosferos. Tuo tarpu garstyčios ir svidriø biomasė padengė azoto sąnaudas atitinkamai 54,0 ir 70,5%. Vidutiniai duomenimis, tarpiniø pasėliø augalai lėmė 15,5% didesnā fosforo sukaupimā mieþiø derliuje, palyginus su kontroliniu variantu. Ryðkesniø skirtumø tarp tarpiniø pasėliø variantø nenustatyta. Daugiausiai kalio pasisavino mieþiai, auginti po garstyčios ir dobilø, svidrės ūtaka, palyginus su kontrole, neryðki. Raudonøjø dobilø ir gausiaþiedþio svidriø āterptos biomasės kalio padengtas beveik visas mieþiø derliuje sukauptas kalio kiekis.

Tarpiniø pasėliø augalai didino organinės anglies atsargas ypaė po raudonøjø dobilø (3,5%, palyginus su kontroliniu variantu). Tyrimai parodė, kad dirvoþemyje þieminiai kviečiai sparėiau maþina anglies kiekā, palyginus su mieþiais.

Filtracinio vandens cheminė sudėtis. Skirtingos agrosistemos turi ūtakā judriojo azoto atsargoms dirvoþemyje ir filtracinio vandens cheminei sudėčiai. Nepriklausomai nuo tarpiniø pasėliø rūðies þieminiai kviečiai, sumaþindami dirvoþemio azotingumā, labiau sumaþino ir bendrojo bei mineralinio azoto koncentracijā filtraciniame vandenyje, palyginus su vasariniais mieþiais (8 lentelė).

Nustatyta N_{min.} kiekio dirvoþemyje (x) mg kg⁻¹ (0–40 cm) ir bendrojo N koncentracijos filtraciniame 0–80 cm gylio vandenyje mg l⁻¹ (y) vidutinio stiprumo koreliacija.

$$y_1 = 33,87 - 3,606x + 0,211x^2; \eta = 0,65^*; D = 42\%; x_{ekstr.} = 8,6.$$

Skyrėsi ir tarpiniuose pasėliuose augintø skirtingø rūðiø augalø ūtaka maisto medþiagø iðsiplovimui.

Mieþiø fone ðie skirtumai ypaè ryðkūs: tiek baltosios garstyèios, tiek gausiaþiedės svidrės, auginamos tarpiniuose pasėliuose ir trãtos N_{30} , padidino visø formø azoto koncentracijà filtraciniame vandenyje, palyginus su kontrole. Pieminio kvieèiø fone daugiau mineralinio azoto nustatyta tik gausiaþiedþiø svidriø variante. Vidutiniais duomenimis, N_{min} koncentracija surinktame filtraciniame vandenyje (0–80 cm gylio), auginant baltàsias garstyèias, padidėjo 21,3 %, gausiaþiedės svidrės – net 49,7%, arba atitinkamai iki 3,3 ir 7,7 mg l⁻¹, palyginus su laukeliu be tarpinio pasėlio.

Kitø biogeninio elementø koncentracija maþai ávairavo. Bendrojo fosforo koncentracija dirvoþemio vandenyje buvo gana nedidelė (0,035–0,13 mg l⁻¹) ir kokius nors patikimus jos pokyèiø dėsningumus dėl skirtingø agrosistemø átakos áþvelgti gana sunku. Dėl gana didelės ðiø duomenø ávairovės ir paklaidø ðie pokyèiai galètø bûti vertinami tik kaip tendencijos, kurioms vertinti trūksta tyrimø. Raudonøjø dobilø ášelis ðiek tiek (22%), palyginus su kontroliniu variantu, sumaþino K⁺ koncentracijà 0–80 cm gylio filtraciniame vandenyje Ðio sluoksniu dirvoþemio filtracinis vanduo buvo nedidelės mineralizacijos (0,5–0,7 mS cm⁻³) ir skirtingi tarpiniai augalai jai átakos neturėjo.

IBVADOS

1. Pagrindinio pasėlio augalai liucernos ir dobilai poþeminėje biomasėje azoto sukauptė atitinkamai 99,6 ir 234,8 kg ha⁻¹, arba 66,2 ir 156,5 kg ha⁻¹ fiksuoto ið atmosferos, tai 2,6 ir 6,0 kartus daugiau negu vienmetis ankõtiniø ir varpinio miðinys. Ášeliniai raudonieji dobilai, auginti kaip tarpiniai pasėliai, per javø vegetacijos ir popjûtinà periodà poþeminėje ir antþeminėje biomasėje azoto sukauptė 114,6 kg ha⁻¹, iš kurio fiksuoto iš oro buvo 76,4 kg ha⁻¹, tai atitinkamai 34,6 ir 1,8% maþiau, negu juos auginant pagrindiniame pasėlyje ir nuimant vienà kartà.

2. Trumpo vegetacijos periodo javø agrocenozes pratæsiant tarpiniuose pasėliuose auginamais skirtingø rūðiø augalais jø biomasėje buvo sukaupta nevienodas kiekis organinio medþiagø: raudonøjø dobilø – 4,52, baltáþiedþiø garstyèiø – 2,41, gausiaþiedþiø svidriø – 3,43 tha⁻¹ SM. Kvieèiø agrocenozėse dėl ðiø augalø sukaupta daugiau organinio medþiagø 21,4–41,3%, mieþiø – 41,0–85,5%.

3. Pagrindiniuose pasėliuose dėl augintø augalø biomasės, áterptos sunkaus priemolio rudþemyje, pastoviai, ilgà laikà kaupësi judriojo azoto dirvoþemyje, taèiau po daugiameiø ankõtiniø augalø N_{min} buvo nedaug (30,8–57,0 t ha⁻¹). Tarpiniuose pasėliuose auginant azoto nefiksuojanèius augalus – gausiaþiedės svidrės ir baltàsias garstyèias, N_{min} susikaupimui dirvoþemyje priedø juos áterpiant turėjo átakos iðbertos mineralinės azoto trãdos (pradinės normos nedidelės). Ðiuose variantuose N_{min} dirvoþemyje buvo atitinkamai 33,4 ir 13,3% daugiau, palyginus su kontro-

liniu variantu. Taèiau azotà fiksuojantys raudonieji dobilai N_{min} kieká dirvoþemyje sumaþino 39,9%.

4. Ilgesnio varpinio javø grandþiø per derliø prarastas maisto medþiagas biogeniniais elementais geriausiai kompensuoja mėlynþiedės liucernos: azotas buvo kompensuojamas 69,5% fiksuotu ið atmosferos ir 108,8% biologiniu azotu, áterptu su poþemine augalø mase. Raudonøjø dobilø bei vikio ir aviþø miðinio ðis koeficientas buvo gerokai maþesnis, atitinkamai 40,2 ir 17,8%. Áterpus dobilø ir liucernø antþeminæ biomasæ þaliajai trãdai azoto kompensavimas padidėjo atitinkamai 51,1 ir 79,0% fiksuotu ið oro azotu. Po tarpiniuose pasėliuose augintø ášelinio raudonøjø dobilø per javø derliø prarastas azotas buvo kompensuojamas 83,3% fiksuotu iš oro azotu.

Tarpiniuose pasėliuose auginti augalai lėmė didesnà azoto sukauptà po jø auginamø javø derliuje. Daugiausiai azoto buvo sukaupta mieþiø derliuje po tarpiniuose pasėliuose augintø raudonøjø dobilø ir jø biomasės áterpimo þaliajai trãdai – 91,7 kg ha⁻¹, tai 21,1% daugiau negu kontroliniame variante.

5. Geriausiu prevenciniu poveikiu, siekiant sumaþinti azoto koncentracijà dirvoþemio filtraciniuose vandenyse, pasiþymėjo raudonieji dobilai.

Gauta 2004 09 23

Literatūra

1. Boguþas V. *Rudeninio þemės dirbimo ir tarpinio pasėlio vaidmuo javø sėjomainoje*. Kaunas, 1993. P. 16.
2. Filip Z. International approach to assessing soil quality by ecologically – related biological parameters. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2002. Vol. 88. P. 169–174.
3. Freyer B. *Fruchtfolgen (Eugen Ulmer GmbH & Co.)*. Stuttgart, 2003. 230 s.
4. Hansen B., Kristensen E. S., Grant R., H. Hogh Hensen, Simmelsgaard S. E., Olesen J. E. Nitrogen leaching from conversational versus organic farming systems – a systems modelling approach. *European Journal of Agronomy*. 2000. Vol. 13(1). P. 65–82.
5. Heß J. Plant production strategies in organic farming and their impact on ground water protection. *4th European summer academy on organic farming in the CEI region (Lednice)*. 2004. P. 31–33.
6. Januðienė V. Augalø liekanø ir mēðlo skaidymo intensyvumas bei humifikacija priemolio dirvoþemyje. *Pemdirbystė: Mokslo darbai*. 2002. T. 77. P. 102–111.
7. Johnston A. E. Efficient use of nutrients in agricultural production systems. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2000. Vol. 31. P. 1599–1620.
8. Kahnt G. *Biologischer pflanzenbau: moglichkeiten und grenzen biologischer anbausysteme*. Stuttgart, 1988. 207 s.
9. Maikõtėnienė S., Arlauskienė A. Effect of preceding crops and green manure on the fertility of clay loam soil. *Agronomy Research*. 2004. Vol. 2(1). P. 87–97.

10. Malek J., Prochazka J. Use of green manure in soil management. *Current trends in the Research of soil environment: Proceedings of International Conference*. Brno, 2002. P. 203–208.

11. Mathews A. M. Development and testing of a model for predicting tillage effects on nitrate leaching from cracked clay soil. *Soil Till. Research*. 2000. Vol. 53. P. 185–200.

12. Moller Hansen E. Effect of soil tillage and ryegrass catch crop on nitrate leaching from a coarse sandy soil and a sandy loam. *Soil Tillage for Crop Production and Protection at the Environment: Proceedings at 13th International Conference*. Aalborg, 1994. Vol. 1. P. 195–201.

13. Nedzinskas A., Nedzinskienė T. Augalai þaliajai trãðai lengvuose dirvoþemiuose. *Pemdirbystė*. Mokslo darbai. 1999. T. 66. P. 37–43.

14. Shaxson T. F. Concepts and indicators for assessment of sustainable land use. *Adv. Geol. Ecol.* 1998. Vol. 31. P. 11–19.

15. Ðleinyš R., Rimðelis J. Cheminiø medþiagø migracija ávairiuose daugiametėmis þolėmis uþimtuose dirvoþemiuose. *Pemdirbystė*. Mokslo darbai. 1998. T. 61. P. 14–25.

16. Van Lynden G. J. W. European soil resources. Current status of soil degradation causes impacts and need for action. *Nature and environment, Council of Europe Press (Strasbourg, France)*. 1995. No. 71. P. 91–102.

17. VanDam A. M., Leffelaar P. A. Root, soil water and nitrogen dynamics in catch crop – soil system in the Wageningen Rhizolab Netherlands. *Journal of Agricultural Science*. 1998. Vol. 46(3–4). P. 267–284.

18. Velykis A., Satkus A., Šlepetienė A., Svirskienė A. Agropriemonės sunkiø dirvoþemiø armens ir poarmenio savybėms gerinti. *Pemdirbystė*. Mokslo darbai. 2003. T. 81. P. 142–155.

19. Èóááýðí à Á. Í . Açî óí î-óáéáðí áí úé ááéáí ñ à î î-áá. *Í î-áí ááááí éá*. 1999. ¹ 1. N. 73–82.

20. Í èéí í-èé Ĩ . È. Í áéí í éáí éá áéí í áññú, î îðááéáí éá è áí çáðàò à î î-áó ýéáí áí óí á í èòáí èý à ñááí í áí ðí óáò ñ í ðí î áæóòí-í úì è éóéúóðáí è. *Èçááñðèý Áéáááí èè ááðáðí úò í áòé Ðáñí óáéèèè Áééáðóñú*. 2001. ¹ 4. C. 34–37.

21. Òèòèýí í áá À. À., ×óí ðí áá Á. Á. Èçí áí áí éá èðóáí áí ðí óà óáéáðí áá à ñáýçè ñ ðáçèè-í úì

èñí î èüçí ááí èáí çáí áéü í à í ðèí áðá Èðáñí î ýðñèí áí èðáý. *Í î-áí ááááí éá*. 2003. ¹ 2. N. 211–219.

22. Òðáí à-áá Á. Ĩ ., Açáðí á Á. Ó. Èéáááð è èþóáðí à éáè í ðááóáñóááí í èèè í çèí í é í óáí èóú. Ñí î áúáí éá 2. Ðí èü ñèí áéí ðè-áñèí áí è í éí áðáéüí í áí açí óà à óí ðí èðí ááí èè óðí æáý è éá-áñóáá çáðí à. *Ááðí òèí èý*. 1991. ¹ 11. N. 26–37.

Auðra Arlauskienė, Stanislava Maikòtėnienė

THE USE OF PLANTS WITH DIFFERENT BIOLOGICAL CHARACTERISTICS FOR ACCUMULATION OF BIOGENIC ELEMENTS IN SOIL AND MINIMISATION OF FILTRATION WATER POLLUTION

Summary

A complex research was carried out at the Lithuanian Institute of Agriculture Joniškėlis Research Station on an *Endocalcar-Endohypogleyic Cambisol* to identify the effects of legumes – red clover (*Trifolium pratense* L.), sown lucerne (*Medicago sativa* L.) grown as primary crops and undersown crops – red clover, Italian ryegrass (*Lamium multiflorum* Lamk.) grown as catch crops, and white mustard (*Sinapis alba* L.) as a succession crop as well as the effects of their biomass, incorporated as green manure, on the intensity of the nutrient circulation cycle in the agrocenoses and on minimisation of soil degradation and filtration water pollution. It was identified that when legumes (red clover and lucerne) were grown as primary crops, their underground biomass accumulated 99.6 and 234.8 kg ha⁻¹ of biological nitrogen, respectively, or 66.2 and 156.5 kg ha⁻¹ of nitrogen fixed from the atmosphere, which is 2.6 and 6.0 times more compared with annual crop mixtures grown as primary crops. Red clover grown as a catch crop accumulated in the aerial and underground biomass 114.6 kg ha⁻¹ of biological nitrogen or 76.4 kg ha⁻¹ of nitrogen fixed from the atmosphere, which had a positive effect on the quality of filtration water. Here the soil contained much less N_{min} (23.3 and 18.2%) than after *Poaceae* (Bernhart) or *Brassicaceae* (Burnett) plants that do not fix nitrogen, and for the intensification of their vegetation small nitrogen rates (N₃₀) were used in the form of mineral fertiliser.

Key words: legumes in primary crops and catch crops, clay loam brown soil, filtration water, nitrogen