

AZOTO IR FOSFORO IŠPLOVOS DRENAŽŲ PROBLEMATIKA PLĖTOJANT EKOLOGINIUS MIŠRIOS GAMYBOS ŪKIUS

Angelija Bučienė

Klaipėdos universitetas

Minijos 153, Klaipėda, LT-93185; angelija.buciene@ku.lt

Gauta 2008-10-20; priimta spausdinti 2008-12-15

SANTRAUKA

Auginant ekologinę produkciją, tik ūkininkavimo intensyvumą gali reguliuoti patys ekologinės produkcijos gamintojai, kiti veiksniai veikia be žmogaus valios, tad išlieka ir vandens taršos galimybė. Todėl svarbu žinoti, kas labiausiai lemia biogenų N ir P išsklaidytą taršą per drenažo nuotėkį, kokia ji būna įvairiomis gamtinėmis ir ūkinėmis sąlygomis. Darbe analizuojama Lietuvoje sukaupta ir skelbta tyrimų medžiaga apie veiksnius, lemiančius azoto ir fosforo išplovą drenažu. Šios analizės pagrindu prognozuojama, kaip keisis išplovos per ateinančius 5 metus (nuo 2008 m iki 2012 m.) Lietuvoje, toliau plėtojant ekologinius mišrios gamybos ūkius.

Raktažodžiai: *drenažo nuotėkis, azoto ir fosforo išplova, ekologiniai mišrios gamybos ūkiai*

ĮVADAS

Ekologiniai, kaip ir tradiciniai, ūkiai pasižymi didžiule sąlygų ir valdymo patirties įvairove, kuriuos sunku tarpusavyje palyginti. Lietuvoje didžioji dalis ekologinių ūkių – keliašakiai, mišrios gamybos, nors juose ir vyrauja augalininkystės šakos. Darbe nagrinėjami mišrūs – augalininkystę ir gyvulininkystę plėtojantys ūkiai. Priežastis, kodėl išskiriame juos – paprasta: tebevyrauja kol kas nepaneigta nuostata, jog mišrūs ūkiai leidžia racionaliau panaudoti augalų maisto medžiagas įvairaus lygio agroekosistemose nuo lauko iki tvarto ūkyje arba kelių ūkių lygmenyje, jei tarp jų vyksta augalinės ar gyvulinės produkcijos mainai, ir tai užtikrina mažesnius nuostolius kitose ekosistemose [2].

Išsklaidytoji tarša priklauso nuo daugelio veiksnių: metų ir sezonų meteorologinių sąlygų, dirvožemio savybių, jo turtingumo biogenais, ūkininkavimo intensyvumo, sėjomainos, augalų rūšies, žemės dirbimo [8, 11]. Vykdam ekologinių produktų gamybą, tik ūkininkavimo intensyvumą gali reguliuoti patys ekologinės produkcijos gamintojai, kiti veiksniai veikia be žmogaus valios, tad išlieka ir vandens taršos galimybė. Todėl

svarbu žinoti, kas labiausiai lemia biogenų N ir P išsklaidytą taršą per drenažo nuotėkį, kokia ji būna įvairiomis gamtinėmis ir ūkinėmis sąlygomis. Šio darbo tikslas – sukaup-
tos tyrimų medžiagos pagrindu pateikti šiuo metu turimus rezultatus apie veiksnius,
lemiančius azoto ir fosforo išplovą drenažu, apskaičiuoti ir prognozuoti, kaip jos keisis
per ateinančius 5 metus (nuo 2008 m. iki 2012 m.) Lietuvoje, toliau plėtojant ekolo-
ginius mišrios gamybos ūkius.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODAI

Darbe analizuoti ir apibendrinti mokslinių tyrimų, susijusių su biogenų išplova Lie-
tuvoje, rezultatai. Esminis skirtumas tarp tyrimų Lietuvoje ir kitose Europos šalyse
yra tas, kad ten biogenų išplova tiriama daugiausia pačiuose ekologiniuose ūkiuose,
o Lietuvoje tokių tyrimų kol kas dar nėra, išskyrus vieną agromonitoringo objektą
- mišrios gamybos ūkį vidurio Lietuvoje – ūkininko R.Liutkevičiaus ūkį [2]. Visi kiti
išplovos tyrimai Lietuvoje atliekami pačių mokslo institucijų jėgomis jų tyrimo ob-
jektuose, kaip antai įvairūs modeliniai lauko bandymai su juose įrengtais lizimetrais
ar nedidelėmis drenažo aikštelėmis. Tokie tyrimai vykdomi Žemdirbystės institute
Dotnuvoje (toliau LŽI), Vėžaičiuose, Vokėje, keliuose Vandens ūkio instituto, Žemės
ūkio universiteto stacionaruose ir kt. Šiame darbe remiamasi autorės darytų tyrimų
Dotnuvoje 1992-1995 m., taip pat kartu su bendraautoriais atliktų išplovos tyrimų
1995-2003 m. LŽI bazėje rezultatais bei 1995-1999 m. duomenimis, gautais R.Liut-
kevičiaus ūkyje, vykdant BEAROP (Baltijos jūros aplinkosaugos nuo žemės ūkio
nuotėkio taršos) projektą.

Azoto ir fosforo junginių koncentracijos buvo nustatomos analizuojant vandens
mėginius, surinktus iš drenažo aikštelių kartą arba 2 kartus per mėnesį LŽI Anali-
tinėje laboratorijoje, mėginiai, paimti R.Liutkevičiaus ūkyje, buvo analizuoti Vandens
ūkio instituto laboratorijoje. Nitratinis ir bendras azotas, fosfatinis ir bendrasis fos-
foras buvo nustatomi fotometriniu metodu [2]. Išsiplovusio vandens kiekis savi-
rašiais buvo nenutrūkstamai matuojamas nuotėkio bėgimo metu. Darbe taikytas ir
prognozavimo metodas, modeliuojant įvairius ekologinio mišrios gamybos ūkio plėt-
ros scenarijus.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Peržiūrėjus daugelio šalių ir tyrėjų padarytus apibendrinimus dėl azoto ir fosforo jun-
ginių išplovos, aiškeja, kad šiandienai dar neįmanoma rasti vienareikšmio atsakymo į
klausimą, ar ekologinis ūkis užtikrina mažesnę jų išplovą nei tradicinis mišrus chemi-
zuotas ūkis. Vieni autoriai įrodinėja, jog vidutiniškai per metus išplova ekologiniuose
ūkiuose yra mažesnė [15, 20, 22], kiti pateikia apylygius rezultatus [12, 26], treči
abejoja, ar teisinga ūkius lyginti tik pagal išplovą ir mano, kad teisingiau būtų apskai-
čiuoti, kokią gautos produkcijos dydžio dalį sudarė azoto ar fosforo išplova, t.y. N ir
P kiekį augalinėje ir gyvulinėje produkcijoje [13, 16, 26], o tam būtų reikalinga pa-
rengti naują išplovos įvertinimo metodiką ir pagal ją perskaičiuoti turimus duomenis.

Veiksniai, lemiantys drenažo nuotėkio ir biogenų išplovų dydį

Šie veiksniai gali būti skirstomi į gamtinius ir antropogeninius.

Gamtiniai veiksniai. Tarp jų svarbiausias, nurodomas ir literatūroje, ir mūsų atliktų tyrimų duomenimis, *pats drenažo nuotėkio dydis*, kuris priklauso nuo metų meteorologinių sąlygų, o iš šių svarbiausias – *kritulių kiekis*, kiek mažiau reikšminga oro temperatūra. Vidurio Lietuvos agrolandšafte glėjiškame karbonatingame rudžemyje nustatytas patikimas koreliacinis ryšys tarp metinio drenažo nuotėkio dydžio ir kritulių kiekio ($r = 0,967$, kai $r_{05} = 0,41$) bei tarp metinio drenažo nuotėkio ir vidutinės oro t° ($r = 0,44$). Vandeningesniais metais pastebėta didesnė nitratinio azoto išplova drenažu nei normalaus drėgnumo ar sausais metais tiek vidurio žemumos rudžemiuose (1 lentelė), tiek Pajūrio žemumos išplautžemiuose ir balkšvažemiuose [14].

1 lentelė. Vidutinė biogenų N-NO₃ ir P b (bendrojo fosforo) išplova kg/ha įvairaus vandeningumo metais iš įvairių žemdirbystės sistemų glėjiškuose rudžemiuose. Dotnuva, 1995–2003 m.

Table 1. Average leaching of biogens N-NO₃ and P total in kg/ha in the years of different runoff from the plots of various cropping systems on Gleic Cambisols. Dotnuva, 1995–2003.

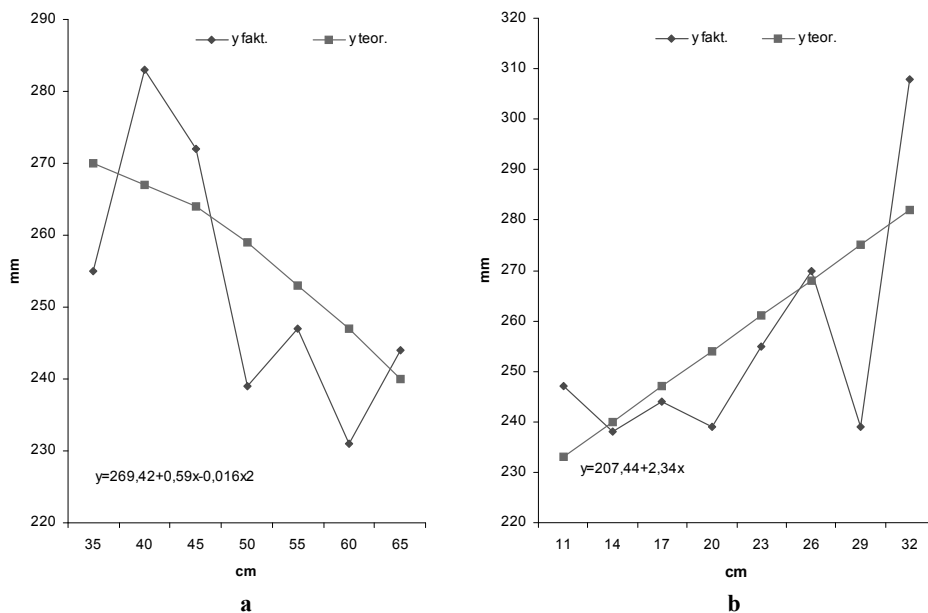
Metai Years	int		intg		ob		ig		k	
	N-NO ₃	P b	N-NO ₃	P b	N-NO ₃	P b	N-NO ₃	P b	N-NO ₃	P b
Normalaus drėgnumo Normal	36,9	0,12	21,0	0,11	20,2	0,09	4,2	0,14	12,7	0,11
Sausringi Dry	13,6	0,08	14,8	0,06	4,7	0,11	3,1	0,13	3,6	0,10
Vandeningi Wet	69,7	0,44	68,0	0,44	69,1	0,32	4,0	0,44	61,5	0,26
Vidutiniškai On the average	39,9	0,21	34,6	0,20	31,3	0,17	3,8	0,24	25,9	0,15
<p><i>Paaikškinimas:</i> int – intensyvi žemdirbystės sistema, kur tręšiama tik mineralinėmis trąšomis; intg – integruota žemdirbystės sistema, kur tręšiama ir kraikiniu galvijų mėšlu, ir mineralinėmis trąšomis; ob - organinė-biologinė žemdirbystės sistema, kur tręšiama galvijų mėšlu; ig – ilgametė ganykla, saikingai tręšiama mineralinėmis trąšomis; k – kontrolė, be trąšų.</p> <p><i>Explanation:</i> int – conventional crop management system with application of commercial fertilizers; intg – integrated crop management system with application of farm yard manure and moderate rates of commercial fertilizers; ob – organic-biological or ecological crop management system with application of farm yard manure and green manure; ig – long-term pasture with moderate application of commercial fertilizers; k – reference treatment, without fertilizers.</p>										

Fosforo išplovos rezultatai vandeningais metais buvo skirtingi: pajūryje jo išplova buvo nežymi, tuo tarpu vidurio Lietuvos rudžemiuose ji buvo didžiausia, lyginant su sausesniais metais [12, 8].

Drenažo nuotėkis priklauso ir nuo dirvožemio hidrologinių sąlygų, kurias savo ruožtu apsprendžia granulimetrinė sudėtis, organinės medžiagos arba humuso kiekis, kitų maisto medžiagų atsargos, atskirų horizontų storis (1-2 pav.).

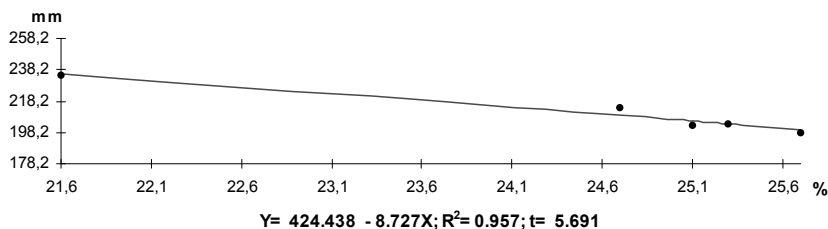
Drenažo metinis nuotėkis patikimai mažėjo, esant storesniam AB-B horizontui, ir, atvirkščiai, didėjo, esant storesniam BC horizontui.

Didėjant armenyje molio dalelių kiekiui, drenažo nuotėkis patikimai mažėjo.



1 pav. Metinio drenažo nuotėkio ryšys su 11 drenažo sistemų AB-B horizontų storiu (a) ir su BC horizonto storiumi (b). Dotnuva, 1991–1994.

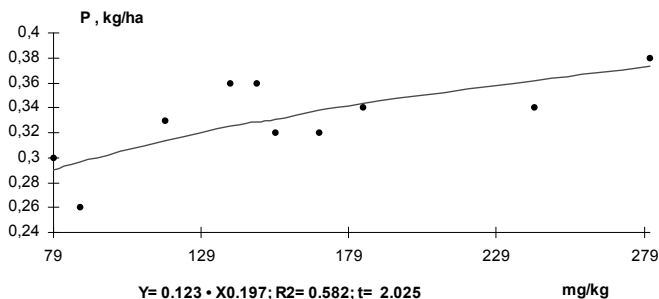
Fig. 1. Relation of yearly drainage runoff and thickness of AB-B (a) and BC (b) horizons in 11 drainage plots. Dotnuva, 1991–1994.



2 pav.. Vidutinio metinio drenažo nuotėkio priklausomybė nuo molio dalelių % armenyje. Dotnuva, 1995–1999.

Fig.2. Dependence of yearly drainage runoff on the content of clay particles in top-soil in %. Dotnuva, 1995–1999.

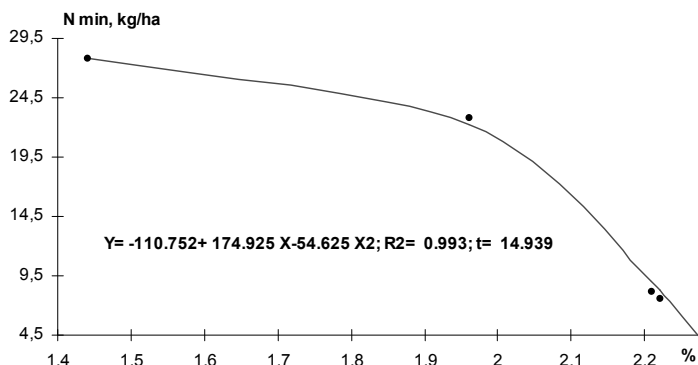
Tyrimai Pajūrio žemumos išplautžemiuose ir balkšvažemiuose išryškino nitratų išsiplovimo tiesioginį priklausomumą nuo dirvožemio humusingumo %. Tuose pat dirvožemiuose PO_4^{3-} išplova buvo labai maža ir panaši įvairiose žemdirbystės sistemose (neviršijo 0,3 kg/ha per metus) [12]. Tuo tarpu Vidurio žemumos glėjiškuose rudžemiuose, didėjant augalams prieinamo fosforo kiekiui armenyje, fosforo išplova patikimai didėjo (3 pav.).



3 pav. Drenažu išsiplovusio bendrojo P kiekio ir judriojo P_2O_5 kiekio dirbamajame sluoksnyje tarpusavio priklausomybė. Dotnuva, 1993-1994 [6].

Fig.3. Relationship between the leached with drainage runoff amount of P total and available P_2O_5 in top-soil, Dotnuva. 1993-1994 [6].

Kuo daugiau poarmeniniame horizonte buvo humuso, tuo mažiau mineralinio azoto plovėsi. Tai rodo, jog vyravo humifikacijos ir dirvožemio struktūros stabilizavimo procesai, organinės medžiagos veikė kaip buferinė sistema (4 pav.).

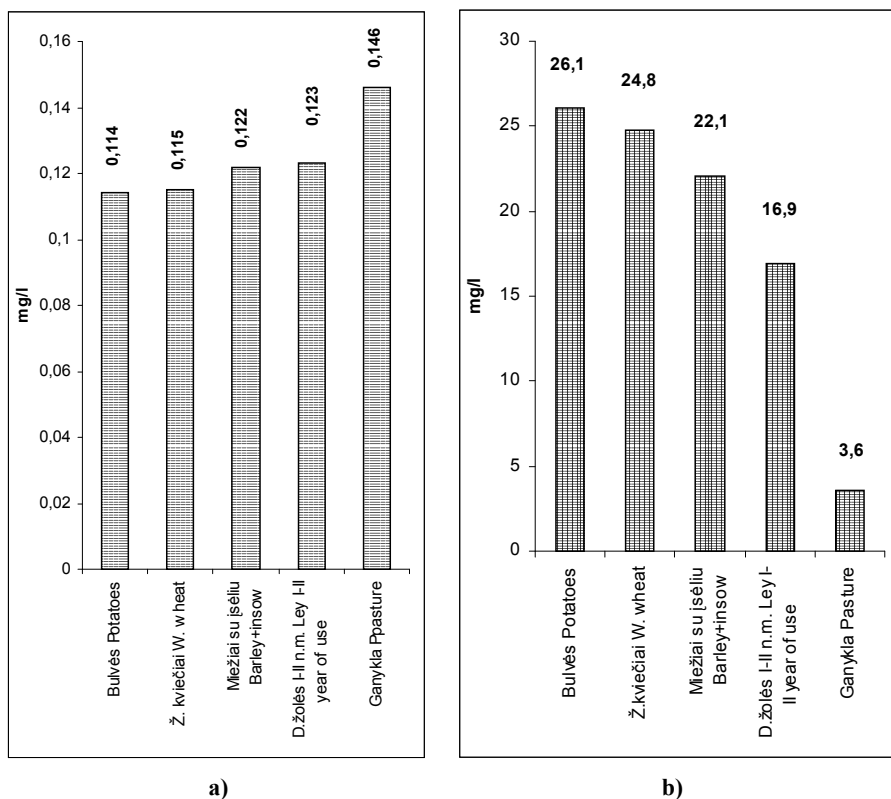


4 pav. Mineralinio azoto išsiplovimo drenažo nuotėkiu ir humuso kiekio poarmeniniame sluoksnyje tarpusavio priklausomybė. Dotnuva, 1995-1999.

Fig. 4. Relationship between leached with drainage runoff mineral nitrogen and humus content in sub-soil. Dotnuva, 1995-1999.

Antropogeniniai veiksniai. Dėl tręšimo ar ūkininkavimo intensyvumo poveikio įvairių cheminių elementų išsiplovimui įvairių autorių nuomonės skirtingos. Vieni [18, 25] teigia, jog intensyvesnis tręšimas skatina biogenų migraciją ir išsiplovimą iš dirvožemio, kiti abejoja tuo [23]. Tačiau beveik visi tyrėjai pripažįsta, jog iš agroekosistemų išsiplauna tik tie maisto medžiagų kiekiai, kurie nepanaudojami augalų, t.y. susidarė ne jų vegetacijos periodu arba kai dirvožemyje susikaupia jų perteklius. Tyrimai su ^{15}N izotopais parodė, jog mineralinių trąšų azotas sudaro tik mažą iš dirvožemio išsiplaušančio azoto dalį, di-

džiausią dalį sudaro dirvožemyje esantis mineralinis azotas, dažniausiai nitratų formoje, kuris susidaro yrant organinei medžiagai [23]. Žemdirbystės sistemų intensyvumo įtaka biogenų išplovai buvo ne vienareikšmė: intensyvi žemdirbystė padidino NO_3^- koncentraciją drenažo nuotėkyje Pajūrio žemumos išplautžemiuose, bet nedidino balkšvažemiuose. Vidutiniškai per sėjomainos rotaciją daugiau nitratų išsiplovė balkšvažemyje esant organineibiologinei žemdirbystės sistemai nei intensyviai, nes pats nuotėkis ten buvo didesnis. Gana panašūs fosfatų kiekiai išsiplovė abiejuose dirvožemio tipuose nepriklausomai nuo metų vandeningumo [12, 8]. Dotnuvos rudžemiuose žemdirbystės sistemų intensyvumas turėjo nedidelę įtaką nitratinio azoto išplovai normalaus vandeningumo bei didesnę - sausringais metais. Tuo tarpu fosforo išplova organinės-biologinės sistemos variante buvo tik nežymiai mažesnė, lyginant su intensyvesniais žemdirbystės variantais (žr. 1 lentelę). Biogenų išplovai turėjo įtakos ir auginamų augalų rūšys. Dotnuvos glėjiškuose karbonatinguose rudžemiuose nustatyta, jog daugiau nitratinio azoto drenažo vandenyje buvo auginant bulves, žieminius kviečius ar miežius su išėliu, mažiau - laikant daugiametes žoles ariamoje žemėje, o pačios mažiausios N-NO_3^- koncentracijos buvo pastebėtos drenažo vandenyje, ištekamčiame iš ilgametės ganyklos (5 pav.).



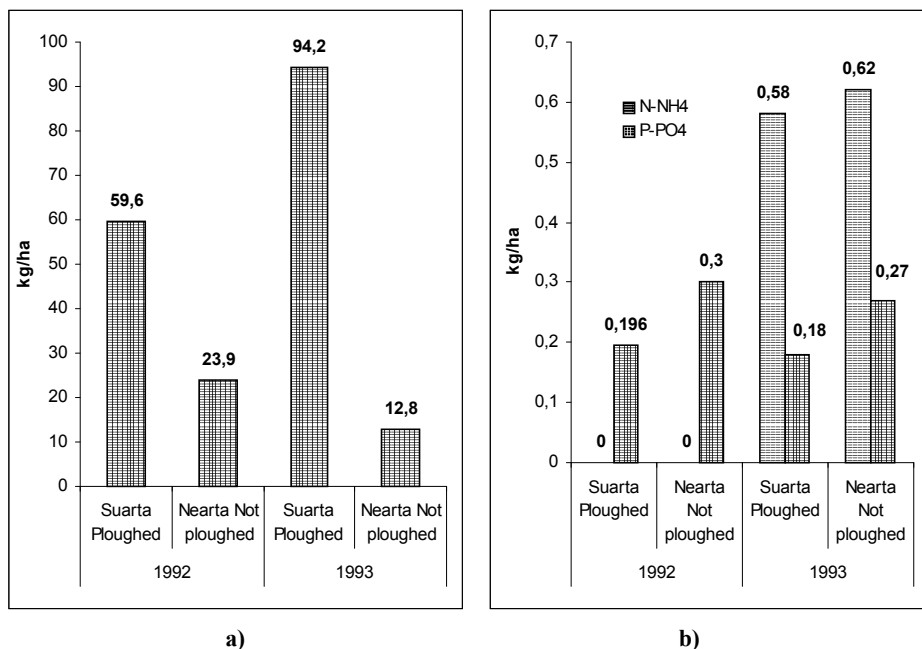
5 pav. Vidutinės nitratinio azoto (a) ir bendrojo fosforo (b) koncentracijos drenažo nuotėkio vandenyje iš įvairiais augalais užimtų laukelių. Dotnuva, 1995–2003.

Fig. 5. Average concentrations of nitrate nitrogen (a) and total phosphorus (b) in drainage runoff water leached from the plots with different crops. Dotnuva, 1995–2003.

Tačiau bendrojo fosforo vidutinės koncentracijos ganykloje buvo didžiausios, lyginant su kitais ariamoje dirvoje auginamais augalais. Kitais tyrimais taip pat nustatyta, kad didesnė fosfatinio fosforo migracija dirvožemyje ir išplova būna gausiau tręšiant mėšlu ir laikant daugiau gyvulių [1,4,13,27].

Ankstyvas žalienu suarimas, po kurio seka lietingas rudeniu ir nešalta, gausiais krituliais žiema, sąlygoja didžiules – iki 90-95 kg/ha – nitratinio azoto išplovos drenažu (6 pav.). Tačiau nitratų išplovai labai svarbus ir organinės medžiagos kiekis dirvožemyje. Jei jos daug, kai dirva suariama, organinei medžiagai mineralizuotis padeda dirbimo metu patekęs deguonis, o tai paskatina nitratų susidarymą. Jei augalai tuo metu jo nepanaudoja (yra per maži, arba jų iš viso nėra), susidaręs nitratų perteklius iš dirvožemio pirmiausia patenka į drenažą. Tai ir buvo stebėta 1992 m. suarus ilgametę ganyklą Dotnuvoje.

Šiame tyrime nustatyta, jog amoniakinio azoto išplovos dydis nepriklausė nuo to, ar ganykla buvo suarta, ar ne. Suarimo metais jo net nebuvo fiksuota, amoniakinis azotas išsiskyrė tik kitais metais (6b pav.). Fosfatinio fosforo, atvirkščiai, daugiau išsiplovė iš nejudintos ganyklos. Apie tai liudija ir kitur darytų išplovos tyrimų rezultatai: dirvos dirbimas, arimas suardo makroporas, per kurias dažniausiai ir vyksta fosforo junginių migracija vertikaliai žemyn, todėl jų čia mažiau išsiplauna [19, 24]. Kiti tyrimai rudžemiuose [17] taip pat parodė didesnę P junginių išsiplovimą iš žolėmis daigiametėmis apaugusių laukų. Aiškinama, jog žolės savo šaknimis ne tik iškelia iš po-



6 pav. Nitratinis azotas (a), amoniakinis azotas ir fosfatinis fosforas (b), išsiplovęs iš suartos ir nesuartos ilgametės ganyklos. Dotnuva, 1992–1993 [7].

Fig. 6. Nitrate nitrogen (a), ammonium nitrogen and phosphate phosphorus (b) leached from the disturbed and undisturbed long-term pasture. Dotnuva, 1992–1993 [7].

dirvio fosfatus, bet ir padidina jų tirpumą, su derliumi išnešdamos daugiau kalcio junginių [3,28]. Didelius nitratinio azoto nuostolius per drenažą skatina ir ankstyvas mėšlo užarimas žiemkenčiams skirtose doobilienose, kai po užarimo prasideda ilgas lietingas rudens sezonas [7,9].

Gležjiškame karbonatingame, fosforu ir humusu turtingame rudžemyje vystant mišrų tradicinį ūkį su melžiamomis karvėmis bei javų ir cukrinių runkelių augalininkyste, susidaro toks, kaip 2 lentelėje parodyta, azoto ir fosforo metinis balansas. Jis buvo apskaičiuotas pagal švedų mokslininkų sukurta kompiuterinę programą ir modelį [10]:

2 lentelė. R.Liutkevičiaus ūkio dirvožemio NP balansas kg ha^{-1} per 1998 metus Table 2. NP soil balance on R.Liutkevičius farm in kg ha^{-1} per year, 1998.		
Dirvožemio balansas Soil balance	N, kg ha^{-1}	P, kg ha^{-1}
Maisto medžiagų įplaukos Nutrient input		
1. Mineralinės trąšos + sėklos 1. Commercial fertilizers + seeds	85	10
2. Atmosferos krituliai + biol. fiksacija 2. Atmospheric deposition + biol. fixation	28	0,5
3. Maisto medžiagos mėšle ir srutose 3. Nutrients in farm yard manure and urine	13	3
<i>Iš viso įnešta</i> <i>Total input 1</i>	<i>126</i>	<i>14</i>
Maisto medžiagų išnešimas Nutrient output		
1. Su derliumi 1. With harvest	123	24
2. Amoniakinio azoto išgaravimas iš augalinių liekanų 2. Evaporation of ammonia nitrogen from crop residues	4	-
3. Išplova drenažu 3. Leaching with drainage runoff	50	0,25
4. Denitrifikacija 4. Denitrification	30	-
<i>Iš viso išnešta 2</i> <i>Total output 2</i>	<i>207</i>	<i>24,2</i>
Apytaka dirvožemyje netto (1–2) Netto flow within soil (1–2)	-81	-10

Augalų tręšimui ūkininkas pirmiausia naudoja kraikinį mėšlą, ir tik jo trūkstant, tręšia mineralinėmis azoto ir kalio trąšomis, beveik nenaudodamas mineralinių P trąšų, nes ūkio laukų dirvožemis turtingas judriuoju fosforu. Kraikiniu mėšlu $50\text{--}60 \text{ t ha}^{-1}$ iš rudens patręšti (vėlai, prieš užšalant) laukai skirti buvo cukriniams runkeliams auginti. Tai sudarė 25 % viso per metus ūkyje sukaupto mėšlo kiekio. Apie 50 % šio kiekio buvo skirta bulvėms ir pašariniams runkeliams tręšti, kratant po 60 t ha^{-1} pavasarį, likusius 25 % ūkininkas skyrė žieminiams kviečiams tręšti. Srutos anksti pavasarį ir rudens pradžioje buvo laistomos ant žalienu.

Duomenys rodo, jog ūkis dirba su tam tikrais rezervais (2 lentelė). Prarasta iš ūkio NP dalis gerokai mažesnė, negu įplaukos, bet yra dar daug galimybių geriau panaudoti turimus resursus. Denitrifikacijos dydis buvo priimtas pagal švedų apibendrintus įvai-

rios granulometrinės sudėties dirvožemiuose darytų denitrifikacijos tyrimų duomenis, pritaikius juos Lietuvos sąlygoms [10].

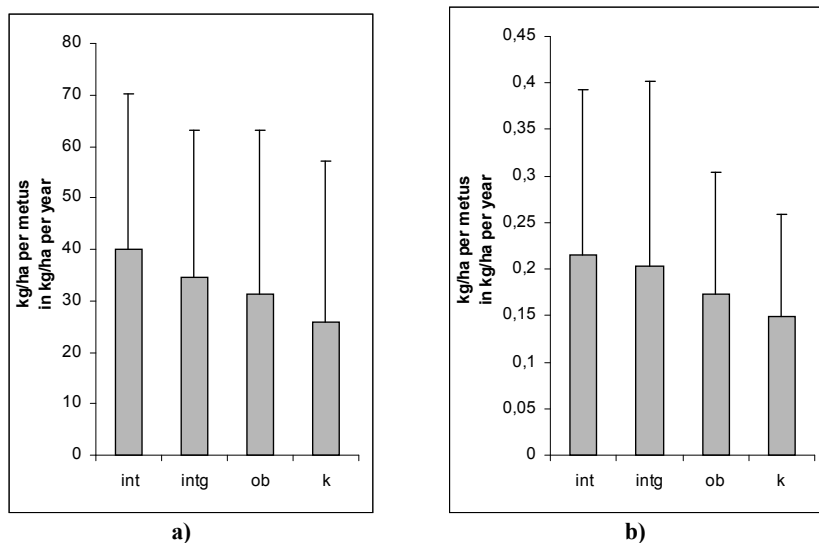
Net į N pajamas įskaičiavus savame ūkyje sukauptas organines trąšas, išlieka neigiamas azoto balansas. Tačiau palyginus su ankstesnių metų duomenimis, ūkio azoto balansas pagerėjo, tuo tarpu fosforo liko panašus. Tai buvo pasiekta, ūkyje naudojant daugiau mineralinių azoto ir kalio trąšų, jų dėka gaunant didesnius augalų derlius ir tuo pačiu mažinant neproduktyvius N nuostolius, geriau tvarkant mėšlą bei srutas.

Tačiau reikėtų geriau subalansuoti azoto turinčių trąšų paskirstymą atskiriems augalams ir laukams, atsižvelgiant į dirvožemio turtingumą. Daugiau įterpti azoto trąšų nereikia, tačiau labiau apsimokėtų dalį reikiamo azoto pasigaminti patiems augalams, t.y. įsėti į žolyną daugiau baltųjų dobių.

Fosforo balansas buvo beveik neutralus, o turint omenyje, jog dirvožemyje yra nemažos judraus fosforo atsargos, daugiau naudoti fosforo trąšų irgi netikslinga.

Ypač svarbu sumažinti neproduktyvius N nuostolius su drenažo vandeniu: vidutiniškai per metus nitratinio azoto išplova drenažu sudarė 50 kg/ha, o bendrojo fosforo – 0,25 kg/ha [5, 8].

Tokie rezultatai R.Liutkevičiaus ūkyje buvo gauti, atlikus tyrimus ir skaičiavimus vandeningais metais. Išplova analogiškame integruotos žemdirbystės variante Dotnuvoje sudarė vidutiniškai 34,6 kg/ha nitratinio azoto ir 0,20 kg/ha bendrojo fosforo per metus (žiūrėti 1 lentelę, intg variantą). Tuo tarpu organinės-biologinės žemdirbystės variante išplova buvo tik nežymiai mažesnė atitinkamai 31,3 ir 0,17 kg/ha per metus, skirtumas – statistikai nepatikimas (7 pav.).



Pav. 7. Vidutinis metinis nitratinio azoto (a) ir bendrojo fosforo (b) išsiplovimas kg/ha su drenažo nuotėkiu ir standartinis nuokrypis įvairiose žemdirbystės sistemose per dvi sėjomainos rotacijas. Dotnuva, 1995–2003.

Fig. 7. Yearly average leaching of nitrate nitrogen (a) and total phosphorus (b) in kg/ha with drainage runoff and standard deviation in different cropping systems during two crop rotations, Dotnuva. 1995–2003.

Vandeningais metais tiek azoto, tiek fosforo išplovimas buvo apie pusantro karto didesnis ir viename, ir kitame variante, nei vidutinio vandeningumo metais. Tad galima daryti prielaidą, jog našiuose ir turtinguose biogenais dirvožemiuose mišriai tradiciškai ūkininkaujant, nitratinio azoto išsiplautų panašiai, kiek ir ekologiniame mišriame ūkyje, o bendrojo fosforo išplova labiau priklausytų nuo dirvožemio turtingumo fosforu ar ilgalaikių daugiamečių žaliųjų kultivavimo, nei nuo tręšimo.

Lietuvoje iki 2003 metų dominavo smulkūs ekologiniai ūkiai, o užsiimančių gyvulininkyste dalis buvo maža, tačiau pastaraisiais metais į ekologinę gamybą pasuko didelių gyvulininkystės ūkių šeimininkai, įsikūrę našesnių žemių regionuose. 2007 metais

3 lentelė. Lietuvos žemės ūkio naudmenų, sertifikuotų žemės ūkio naudmenų ir žaliųjų plotai ha, sertifikuotų ekologinių ūkių su gyvuliais skaičius, jų % dalis ir kaita 2004–2007 metais Table 3. The areas of agricultural land, certified agricultural land and grassland in ha, number of ecological farms with animals, their % and changes during 2004–2007 in Lithuania					
Rodikliai Item	2004	2005	2006	2007	Padidėjo +/- sumažėjo 2007 m. palyginus su 2004 m. Increased +/- decreased in 2007 as compared with 2004
Žemės ū. naudmenos, tūkst. ha Agricultural land, thous. ha	2604,4	2837,0	2790,6	2696,1	+91,7
% nuo bendro šalies ploto In % of total country area	39,9	43,4	42,7	41,3	+1,4
Sertifikuota ž. ū. naudmenų, ha Certified agricultural land, ha	42955	69430	102120	125000	+82045
Sertifikuotų ž.ū.n. dalis % nuo visų ž.ū.n. Certified agr. land in % of total agr. land	1,6	2,4	3,7*	4,6*	+3,0
Sertifikuota žaliųjų, ha Certified grassland, ha	15750	18746	22773	25375	+9625
% nuo viso sertifikuotų naudm. ploto In % of total certified area	36,7	27,0	22,3	20,3	- 16,4
Sertifikuotų ekol. ūkių su gyvuliais skaičius Number of certified ecol. farms with animals	565	572	720	817	+252
% nuo bendro ekologinių ūkių skaičiaus In % of total number of ecological farms	48,0	31,6	30,7	28,6	-19,4
<p><i>Pagal šaltinius: Nacionalinės žemės tarnybos prie Žemės ūkio Ministerijos bei valstybės įmonės Registrų centro duomenys; www.ekoagros.lt</i> <i>* apskaičiuota nuo visų deklaruotų mokėjimams žemės ūkio naudmenų (www.zum.lt)</i> <i>According to sources: Nacionalinės žemės tarnybos prie Žemės ūkio Ministerijos bei valstybės įmonės Registrų centro duomenys; www.ekoagros.lt</i> <i>* calculated of all declared agricultural land (www.zum.lt)</i></p>					

Lietuvoje sertifikuota 817 gyvulininkystės ūkių ir virš 25000 ha žalienu [29]. Iki 2008 m. ekologinis ūkininkavimas labiau plito nenašiuose dirvožemiuose [21]. Prognozuojant, kaip pasikeis situacija toliau plėtojant ekologinius mišrios gamybos ūkius, galimi keli scenarijų variantai, priklausomai nuo to, ar ūkiai plėtosis našių, ar nenašių žemių dirvožemiuose ir ar sparčiau nei dabar didės gyvulių skaičius ir ganykliniai plotai (žr. 3 lentelę):

Kai kuriose apskrityse ekologinių ūkių su gyvuliais skaičius net 50 % viršija visų ten esančių ekologinių ūkių, pavyzdžiui, Telšių ir Tauragės apskrityse (Telšių apskrityje – apie 56 %, o Tauragės apskrityje – apie 69 % ekologinių ūkių 2004 m. augino gyvulius ir vertėsi augalininkyste). Kitose, pvz., Klaipėdos, apskrityse, iš visų sertifikuotų ekologinių ūkių tik apie 21 % ūkių augino gyvulius, tuo pačiu tai buvo ir mišrios gamybos ūkiai.

Prognozuojant, kaip galėtų keistis azoto ir fosforo išplovų dydžiai per ateinančius 5 metus, daroma prielaida, jog per ateinančius 5 metus išliks ne mažesnis kaip 2006–2007 m. ekologinių ūkių skaičiaus ir sertifikuoto ploto didėjimo tempas, t.y. vidutiniškai po 23000 ha ir po 500 ūkių kasmet (4 lentelė). Taip pat tikimasi, jog bendras žemės ūkio naudmenų skaičius 2012 m. išliks artimas 2007 m. skaičiui. Dėl žalienu ploto augimo ir gyvulius laikančių ūkių skaičiaus augimo buvo prognozuojami du variantai:

1. Žalienu plotas ir sertifikuotų ekologinių ūkių su gyvuliais skaičius didės tuo pačiu tempu, kaip pastaraisiais 2006–2007 metais, t.y. per metus žalienu plotas padidės po 2600 ha, o ūkių skaičius – po 100 ūkių kasmet.

2. Žalienu plotas ir sertifikuotų ekologinių ūkių su gyvuliais skaičius kasmet didės 2 kartus greičiau nei 2006–2007 m., t.y. atitinkamai po 5200 ha ir 200 ūkių. Toliau analizuojant azoto ir fosforo išplovos tendencijas, abu scenarijaus variantus padalinome į dar du subvariantus: a) ekologiniai ūkiai plėtosis nenašiuose, biogenais neturtinguose dirvožemiuose; b) ekologiniai ūkiai plėtosis našiuose, turtinguose biogenais dirvožemiuose.

4 lentelė. Faktiniai ir prognozuojami rodikliai			
Table 4. Actual and forecasted indices			
Rodikliai Indices	2007	2012	
		1 scenarijus 1 scenario	2 scenarijus 2 scenario
Žemės ū. naudmenos, tūkst.ha Agricultural land, thous.ha	2696,1	2800,0	2800,0
% nuo bendro šalies ploto In % of total country area	41,3	42,9	42,9
Sertifikuota ž. ū. naudmenų, ha Certified agricultural land, ha	125000	240000	240000
Sertifikuotų ž.ū.n. dalis % nuo visų ž.ū.n. Certified agr.land in % of total agr. land	4,6	8,6	8,6
Sertifikuota žalienu, ha Certified grassland, ha	25375	38375	51375
% nuo viso sertifikuotų naudm. ploto In % of all certified agr. land area	20,3	16,0	21,4
Sertifikuotų ekol. ūkių su gyvuliais skaičius Number of certified ecol. farms with animals	817	1317	1817
% nuo bendro ekologinių ūkių skaičiaus In % of total number of ecological farms	28,6	25	34

Darbe iš viso nagrinėjami keturi scenarijaus variantai, pagal kuriuos 2012 m. skirtingai keisis azoto ir fosforo išplovos dydžiai, lyginant su 2007 metų rezultatais (5 lentelė).

5 lentelė. Azoto ir fosforo išplovos su drenažo nuotėkiu prognozės 2012 m. Lietuvoje, esant įvairiems scenarijams			
Table 5. Prognosis of nitrogen and phosphorus leaching in 2012 in Lithuania at various scenarios			
Sąlygos (scenarijai) Conditions (scenarios)		Azoto išplovos prognozė Nitrogen leaching prognosis	Fosforo išplovos prognozė Phosphorus leaching prognosis
Gyvulių skaičius ir ganykliniai plotai kasmet didės nežymiai, kaip 2006-2007 metais, sertifikuotos žalienos 2012 m. užims apie 16 % visų žemės ūkio naudmenų (1 scenarijus) Number of animals and pastural plots will increase a little annually as in 2006-2007, certified grassland in 2012 will extend to 16 % of all agricultural land (1 scenario)	Ūkiai plės nenašiuose mažiau turtinguose biogenais dirvožemiuose (1 a scenarijus) Farms will extend on the less favoured soils (1a scenario)	Nežymiai sumažės nuo 2007 m. lygio Decrease a little as compared with 2007	Nepasikeis nuo 2007 m. lygio Did not change as compared with 2007
	Ūkiai plės našiuose turtinguose biogenais dirvožemiuose (1 b scenarijus) Farms will extend on the fertile with nutrients soils (1b scenario)	Nepasikeis nuo 2007 m. lygio Did not change as compared with 2007	Nežymiai padidės nuo 2007 m. lygio Increase a little as compared with 2007
Gyvulių skaičius ir ganykliniai plotai kasmet augs du kartus greičiau, nei 2006-2007 m., ser-tifikuotos žalienos 2012 m. užims >21 % visų žemės ūkio naudmenų (2 scenarijus) Number of animals and pastural plots will increase 2 times faster than in 2006-2007, certified grassland in 2012 will extend to >21 % of all agricultural land (2 scenario)	Ūkiai plės nenašiuose mažiau turtinguose biogenais dirvožemiuose (2 a scenarijus) Farms will extend on less favoured soils (2a scenario)	Nepasikeis nuo 2007 m. lygio arba nežymiai padidės Will not change or increase a little as compared with 2007	Nepasikeis nuo 2007 m. lygio Will not change as compared with 2007
	Ūkiai plės našiuose turtinguose biogenais dirvožemiuose (2 b scenarijus) Farms will extend on fertile with nutrients soils (2b scenario)	Padidės nuo 2007 m. lygio Increase as compared with 2007	Padidės nuo 2007 m. lygio Increase as compared with 2007

IŠVADOS

Apibendrinant apžvelgtus rezultatus, galima teigti:

1. Azoto ir fosforo išplova labiausiai priklauso nuo gamtinių veiksnių, nuo drenažo nuotėkio dydžio, kurį lemia iškritusių kritulių kiekis. Vandeningesniais metais nustatyta didesnė nitratinio azoto išplova drenažu nei normalaus drėgnumo ar sausais

metais tiek Vidurio žemumos rudžemiuose, tiek Pajūrio žemumos išplautžemiuose ir balkšvažemiuose.

2. Drenažo nuotėkio dydis priklauso nuo molio dalelių kiekio armenyje (atvirkštinė priklausomybė) ir nuo dirvožemio turtingumo biogenais dydžio, organinės medžiagos/humuso kiekio (ir tiesioginė, ir atvirkštinė priklausomybė).

3. Iš antropogeninių veiksnių azoto (dalinai ir fosforo) išplovos dydį veikia augalų rūšis, sėjomaina. Glėjiškuose karbonatinguose rudžemiuose nustatyta, jog daugiau nitratinio azoto drenažo vandenyje buvo auginant bulves, žeminius kviečius ar miežius su išėliu, mažiau - ariamoje žemėje auginant daugiametes žoles, o pačios mažiausios N-NO₃ koncentracijos buvo pastebėtos drenažo vandenyje, ištekančiame iš ilgametės ganyklos. Tačiau bendrojo fosforo vidutinės koncentracijos ganykloje buvo didžiausios, lyginant su kitais ariamoje dirvoje auginamais augalais.

4. Žemdirbystės sistemų intensyvumo įtaka biogenų išplovai buvo nevienareikšmė: intensyvi žemdirbystė padidino NO₃⁻ koncentraciją drenažo nuotėkyje Pajūrio žemumos išplautžemiuose, bet nedidino balkšvažemiuose. Vidutiniškai per sėjomainos rotaciją daugiau nitratų išsiplovė balkšvažemyje, esant organinei-biologinei žemdirbystės sistemai nei intensyviai, nes pats nuotėkis ten buvo didesnis. Fosfatų abiejuose dirvožemio tipuose išsiplovė gana panašūs kiekiai, nepriklausomai nuo metų vandeningumo. Dotnuvos rudžemiuose žemdirbystės sistemų intensyvumas turėjo nedidelę teigiamą įtaką nitratinio azoto išplovai normalaus vandeningumo metais bei didesnę - sausringais. Tuo tarpu fosforo išplova organinės-biologinės sistemos variante buvo tik nežymiai mažesnė, lyginant su intensyvesniais žemdirbystės variantais. Glėjiškuose karbonatinguose ir biogenais turtinguose rudžemiuose mišriai tradiciškai ūkininkaujant, vidutinio vandeningumo metais nitratinio azoto išsiplauna panašiai, kiek ir ekologiniame mišriame ūkyje, o bendrojo fosforo išplova labiau priklauso nuo dirvožemio turtingumo fosforu ar ilgalaikių daugiamečių žalienu kultivavimo, nei nuo tręšimo.

5. Jei gyvulių skaičius ir ganykliniai plotai kasmet didės nežymiai, kaip 2006-2007 metais, ir sertifikuotos žaliosios 2012 m. užims apie 16 % visų žemės ūkio naudmenų, o ekologiniai ūkiai toliau plėsis nenašių žemių regionuose, azoto išplova turėtų sumažėti, lyginant su 2007 m. išplova, o fosforo – išliks panaši. Tuo atveju, jei ekologiniai ūkiai toliau plėsis našiuose ir biogenais bei organine medžiaga turtinguose dirvožemiuose, azoto išplova išliktų tokia pati, kaip ir 2007 m., tačiau fosforo – nežymiai padidėtų.

6. Jei gyvulių skaičius ir ganykliniai plotai kasmet augs du kartus greičiau nei 2006-2007 m., sertifikuotos žaliosios 2012 m. užims >21 % visų žemės ūkio naudmenų, o ekologiniai ūkiai toliau plėsis nenašių žemių regionuose, azoto išplova nepasikeis arba nežymiai padidės, lyginant su 2007 m. išplova, o fosforo – išliks panaši kaip 2007 m. Tuo atveju, jei ekologiniai ūkiai toliau plėsis našiuose ir biogenais bei organine medžiaga turtinguose dirvožemiuose, ir azoto, ir fosforo išplova padidėtų, lyginant su 2007 m.

7. Ši biogenų išplovos drenažu tyrimų problema turi būti toliau tiriama ne tik modeliniuose bandymuose, bet ir konkrečiuose ūkiuose, atliekant tyrimus įvairaus vandeningumo metais ir skirtingo našumo bei turtingumo dirvožemiuose.

Literatūra

1. Bahman E. Leaching of phosphorus fractions following manure or compost application. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2003. 34 (19–20). P. 2803–2815.
2. BEAROP in Lithuania. Final report 1994-1997 Agricultural Run-off Management Land Report of Lithuania (by Sileika, A.S., Kutra, G., Buciene, A., Gaigalis, K., Strusevicius). Kėdainiai-Uppsala, 1997. 128 p.
3. Black C.A. Soil-Plant Relationships. Wiley: New York, 1968.
4. Breeuwsma A., Reijerink J.G.A., Schoumans, O.F. Impact of manure on accumulation and leaching of phosphate in areas of intensive livestock farming. *Animal Waste and the Land–Water Interface*. CRC/Lewis: Boca Raton, FL, 1995. P. 239–249.
5. Buciene A., Švedas A., Antanaitis S. Balances of the major nutrients N, P and K at the farm and field level and some possibilities to improve comparisons between actual and estimated crop yields. *European Journal of Agronomy*. 2003. 20 (1–2). P. 53–62.
6. Bučienė A., Antanaitis A., Mašauskienė A., Šimanskaitė D. Nutrients N, P losses with drainage runoff and field balance as a result of crop management. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2007. Vol. 38, Issue 15 & 16. 2007. P. 2177–2195.
7. Bučienė A., Gutauskas J., Kadžiulis L. Dirvožemio organinės dalies mineralizacija ir maisto medžiagų išplovimas iš suartos ilgametės ganyklos. *Lietuvos klimato ir dirvožemio potencialo racionalaus panaudojimo perspektyvos*: Moksl. konf. darbai. Dotnuva-Akademija, 1997. P. 86-92.
8. Bučienė A. Žemdirbystės sistemų ekologiniai ryšiai: Monografija. Klaipėdos universitetas, 2003. 180 p.
9. Bučienė A. Žemdirbystės sistemų kompleksinių tyrimų, vykdomų nedidelėse drenažo aikštelėse, metodologiniai aspektai. *Žemdirbystė: Mokslo darbai / LŽI*. 1999. T. 65. P. 27-47.
10. Fagerberg B., Salomon E., Steineck S. The computer program NPK-FLO. Uppsala, 1993. 47 p.
11. Gaigalis K., Šileika A.S., Šmitienė A. Azoto ir fosforo koncentracijų kaita žemės ūkio veikiamuose upeliuose. *Vandens ūkio inžinerija*. 2006. 30(50). P. 44-56.
12. Gužys S. Drenažo vandens nuotėkis, cheminių elementų migracija ir balansas biologinės ir intensyvios žemdirbystės sąlygomis Vakarų Lietuvos dirvožemiuose. *Žemdirbystė: Mokslo darbai / LŽI*. 2001. T. 74. P. 53-69.
13. Gužys S., Petrokienė Z. Skirtingai tręštų sėjomainos kultūrinių augalų įtaka fosforo migracijai agroekosistemoje. *Žemdirbystė: Mokslo darbai / LŽI*. 2006. T. 93, Nr. 3. P. 75-88.
14. Gužys S. Žemės ūkio augalų derliaus ryšio su žemdirbystės sistemomis, dirvožemio ir vandens rodikliais analizė: Daktaro disertacijos santrauka. Akademija, 1999. 24 p.
15. Higginbotham S., Leake A.R., Jordan V.W., Ogilvy S.E. Environmental and ecological aspects of integrated, organic and conventional farming systems. *Aspects of Applied Biology*. 2000. Vol. 62. P. 15–20.
16. Kirchmann H., Bergstrom L. Do organic farming practices reduce nitrate leaching? *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2001. 32 (7–8). P. 997–1028.
17. Kutra G., Aksomaitiene R. Use of nutrient balances for environmental impact calculations on experimental field scale. *European Journal of Agronomy*. 2003. 20 (1–2). P. 127–135.
18. Mažvila J., Vaišvila Z., Radžiūnas V. ir kt. Ilgalaikio tręšimo mineralinėmis trąšomis įtaka derliui, dirvožemio savybėms, maisto medžiagų išplovimui. *Antropogeninių veiksmų įtaka dirvožemio derlingumui*. Vilnius, 1992. P. 52-57.
19. McDowell R.W., Monaghan R.M. The potential for phosphorus loss in relation to nitrogen fertiliser application and cultivation. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 2002. Vol. 45. P. 245-253.

20. Schneider T. Nitrogen and phosphorus leakage in ecological recycling agriculture. *Environmental impacts of eco-local food systems: Final report from BERAS Work Package 2*. Ekologiskt Lantbruk. 2005. No. 41, Centre for Sustainable Agriculture. SLU: 60-70.
21. Skurdenienė I., Ribikauskas V., Bakutis B. Ekologinio ūkio privalumai gyvulininkystėje. Kaunas: Lututė, 2007. P. 126-128.
22. Stockdale E.A., Lampkin N.H., Hovi M. et al. Agronomic and environmental implications of organic farming systems. *Advances in Agronomy*. 2001. Vol. 70. P. 261-327.
23. Švedas A. Žemdirbystės ekologija. Vilnius, 1990. 115 p.
24. Thomas G.W, Phillips R. E. Consequences of Water Movement in Macropores. *Journal of Environment Quality*. 1979. Vol. 8. P. 149-152.
25. Tyla A. Augalų maisto medžiagų migracija biosferoje. *Žemės ūkio mokslai*. 1995. Nr. 1(5). P. 3-10.
26. Trewavas A.J. A critical assessment of organic farming-and-food assertions with particular respect to the UK and the potential environmental benefits of no-till agriculture. *Crop Protection*. 2004. Vol. 23. P. 757-781.
27. Tripolskaja L. Phosphorous changes in a soil at regular application of organic fertilizers. Man and soil at the *Third Millennium: Proceedings International Congress of the European Society for Soil Conservation*. Valencia, Spain, 28 March-1 April, 2002. Volume 2.
28. Ulén B., Mattsson L. Transport of phosphorus forms and of nitrate through a clay soil under grass and cereal production. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2003. Vol. 65. P. 129-140.
29. 2007 m. ekologinių ūkių sertifikavimo rezultatai. <http://www.ekoagros.lt/>

THE PROBLEMATICS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS LEACHING WHILE DEVELOPING THE ECOLOGICAL MIXED FARMING

Angelija Bučienė¹

Klaipėdos universitetas,
Minijos 153, Klaipėda, LT-93185, Lithuania

Summary

The farming intensity is the only factor which can be controlled by human actions while growing ecological production, other factors are functioning independently, thus the probability to pollute water remains. That is why it is important to know which factors are more responsible for the non-point pollution of N and P with drainage runoff, how big their leaching can be under the different natural and farming conditions. With this paper the research materials obtained and published in Lithuania on factors mostly influencing the leaching of nitrogen and phosphorus with drainage runoff are analysed. On the basis of this analysis, the prognosis of nutrient leaching changes in approaching 5 years (from 2008 till 2012) in accordance with the increase of ecological mixed farms in Lithuania was made.

Key words: drainage runoff, leaching of nitrogen and phosphorus, ecological mixed farms

¹ Corresponding author. Tel. +370 46 398674, e-mail: angelija.buciene@ku.lt

**ПРОБЛЕМАТИКА ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ АЗОТА И ФОСФОРА
ДРЕНАЖНЫМ СТОКОМ ПРИ РАСШИРЕНИИ РАЗВИТИЯ
СМЕШАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВ**

Ангелия Бучене²

Клайпедский университет,
Минийос ул. 153, Клайпеда, LT-93185, Литва

Резюме

Только интенсивность хозяйствования можно регулировать самим производителям экологической продукции, остальные факторы действуют самостоятельно и не поддаются регулированию человека, таким образом, остаётся и возможность загрязнения воды. Поэтому очень важно знать, какие факторы наиболее всего влияют на рассеянное загрязнение дренажного стока азотом и фосфором, каково загрязнение бывает в разных природных и хозяйственных условиях. В работе анализируются исследовательские опубликованные в Литве материалы о факторах, определяющих выщелачивание азота и фосфора с дренажным стоком. На основе этого анализа прогнозируется, как изменится выщелачивание в ближайшие 5 лет (с 2008 по 2012) в Литве при дальнейшем развитии смешанных экологических хозяйств.

Ключевые слова: дренажный сток, выщелачивание азота и фосфора, смешанные экологические хозяйства.

² Автор для переписки. Тел. +370 46 398674, e-mail: angelija.buciene@ku.lt