

Pagrindinės augalų maisto medžiagos skirtingos genezės dirvožemiuose

Zigmas Vaišvila

*Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Kaunas–Akademija,
LT-4324 Kauno rajonas*

**Jonas Arbačiauskas,
Jonas Mažvila**

*Lietuvos žemdirbystės instituto
Agrocheminių tyrimų centras,
Savanorių pr. 287,
LT-3009 Kaunas*

Skirtingų formų azotas, fosforas bei kalis buvo tiriami smėlingo ir dulkiško priemolio rudžemių, taip pat smėlingo priemolio išplautžemio dirvožemiuose.

Šiuose dirvožemiuose buvo nustatyti mineralinio azoto kiekių pokyčiai pavasario–rudens sezonų metu skirtingai azoto trąšomis tręštuose laukeliuose. Remiantis gautais tyrimų duomenimis, sudaryti matematiniai modeliai pavasarį dirvožemyje esančio mineralinio azoto kiekiui prognozuoti. Dirvožemis nesialintų, jeigu kasmet smėlingo priemolio rudžemyje būtų įterpiama vidutiniškai 120, dulkiško priemolio rudžemyje – 140, o smėlingo priemolio išplautžemyje, vietoje žieminių kviečių augus rugiams, o vietoje cukrinių runkelių – bulvėms – 90 kg ha⁻¹ azoto.

A–L metodu nustatyto judriojo fosforo priklausomumo nuo bendrojo fosforo kiekio koreliacijų santykis dulkiško priemolio rudžemyje gautas $\eta = 0,72$, o smėlinguose dirvožemiuose (šių fosforo formų priklausomumo ryšio nebuvo) – $\eta = 0,21–0,23$. Dirvožemis nesialintų, jeigu kasmet per sėjomainą būtų išberama smėlingo priemolio rudžemyje vidutiniškai 35, dulkiškame dirvožemyje – 45, smėlingo priemolio išplautžemyje – 30 kg ha⁻¹ fosforo.

Dulkiško priemolio rudžemyje nemainų kalio buvo net 619, smėlinguose dirvožemiuose – tik 154–239 mg kg⁻¹. Lengvai augalų pasisavinamo kalio kiekis (Skofildo metodu) smėlingo ir dulkiško priemolių rudžemiuose iš esmės ($\eta = 0,54–0,58$) priklausė nuo nemainų kalio, o smėlingo priemolio išplautžemyje koreliacijos santykis silpnas ($\eta = 0,33$) ir neesminis. Dirvožemiai nesialintų, jeigu smėlingo priemolio rudžemyje per sėjomainą kasmet būtų išberama vidutiniškai 100, dulkiško priemolio rudžemyje – 140, o smėlingo priemolio išplautžemyje – 90 kg ha⁻¹ kalio.

Raktažodžiai: dirvožemis, azotas, fosforas, kalis, balansas

ĮVADAS

Labai įvairūs Lietuvos dirvožemiai formavosi veikiant skirtingiems dirvodaros veiksniams, iš kurių vienas svarbiausių yra dirvodarinė uoliena. Nustatyta, kad daugiausia dirvožemių (56%) mūsų šalyje yra susiformavę ant moreninės kilmės nuogulų, o 18% – ant limnoglacialinių nuosėdų [5].

Moreninėms uolienoms būdingas riedulingumas, nerūšiuotumas, karbonatingumas. Jos būna įvairios granulimetrinės sudėties, tačiau daugiausia tai smėlingi lengvi ir vidutinio sunkumo priemoliai, rečiau – priesmėliai. Ant šių uolienų susiformavusiuose dirvožemiuose yra nuo 1 iki 13% skeleto, o stambių dulkių frakcija (0,05–0,01 mm) retai būna 30%. Tuo tarpu ant limnoglacialinių nuogulų susiformavę dir-

vožemiai skeleto neturi, o stambios dulkės sudaro net 40–60%. Šių dirvožemių ariamasis sluoksnis poringasis negu moreninės kilmės tuose pačiuose dirvožemiuose ir dažniausiai būna 50%. Limnoglacialinių dirvožemių vandens imlumas geras ir labai geras (34–55%). Be to, šiuose dirvožemiuose labai daug aktyviosios drėgmės [3, 5].

Daugelis svarbių dirvožemio savybių keičiasi priklausomai nuo jo granulimetrinės sudėties. Tačiau nė vienos iš šių priklausomybių negalima pritaikyti visoms aplinkybėms. S. Blekas (C. A. Black) išskiria dvi šio reiškinio priežastis: 1) tam tikro dydžio dirvožemio dalelės nebūtinai tapačios kitais atžvilgiais. Pavyzdžiui, nustatyta, kad norint įvertinti dirvožemio plastiškumą, reikia žinoti ne tik dumblo frakcijos kiekį, bet ir mineralinę sudėtį, o konkrečiai – montmorilonito kiekį; 2) tiriama priklausomybei gali turėti įtakos kitos sąlygos, nebūtinai veikiamos dirvožemio dalelių [2, 12].

Nuo dirvožemio granulimetrinės ir mineralinės sudėties priklauso mainų katijonų talpa, kuri sąlygoja augalų maisto medžiagų pasisavinimą iš dirvožemio sorbuojamojo komplekso. Be to, nuo granulimetrinės sudėties, tūrio masės bei drėgmės priklauso ir maisto medžiagų kelio vingiuotumas, kuris turi įtakos jų difuzijai prie augalų šaknų [1, 4, 7].

Be to, nuo dirvožemio granulimetrinės, mineralinės bei cheminės sudėties, drėgmės režimo priklauso ir dirvožemio buferingumas, sąlygojantis maisto elementų atpalaidavimą iš kietos fazės augalų sunaudotoms maisto medžiagoms kompensuoti [1, 4, 10].

Dirvožemyje vyksta sudėtingas jonų atpalaidavimas bei sorbcija, todėl jo tirpale esti įvairių elementų jonų. Šie jonai konkuruoja tarpusavyje dėl bendrų sorbcijos vietų, taip pat vieni kitus veikia kituose augalo fiziologiniuose procesuose [4, 13].

Visa tai rodo, kad dirvožemiuose vyksta sudėtingi medžiagų migracijos, transformacijos bei sorbcijos procesai, kurių intensyvumas priklauso nuo dirvodaros ypatumų bei augalų fiziologinių savybių.

Todėl, esant didelei Lietuvos dirvožemių įvairovei dėl jiems būdingos genezės specifikos, žemės ūkio augalų derliui ir mineralinių azoto, fosforo bei kalio trąšų efektyvumui gali turėti įtakos ne tik mineralinio azoto ir judriųjų fosforo bei kalio kiekis, bet ir dirvožemio granulimetrinė bei mineralinė sudėtis, drėgmės režimas, aeracija, buferingumas augalų maisto medžiagų atžvilgiu ir kitos savybės.

Šių tyrimų tikslas – nustatyti skirtingos dirvožemių kilmės svarbą jų fizikinėms cheminėms savybėms, sąlygojančioms žemės ūkio augalų mitybą azotu, fosforu ir kaliumu.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODIKA

Tyrimai daryti sėjomaininiuose lauko bandymuose Vidurio Lietuvos žemumos (Ramygala, Panevėžio r.,

1987–1991 m.), Nemuno žemupio (Kriūkai, Šakių r., 1990–1995 m.) ir Vidurio Žemaičių aukštumos (Tverai, Plungės r., 1987–1999 m.) dirvožeminiuose rajonuose.

Ramygaloje dirvožemis – ant moreninės dirvodarinės uolienos susiformavęs sekliai karbonatingas, giliau glėjiškas smėlingo priemolio ant priesmėlio su giliau esančiu smėlingu priemoliu rudžemis (*Epicalcari-Endohypogleyic Cambisols*).

Kriūkuose – ant limnoglacialinių nuogulų susiformavęs sekliai karbonatingas, giliau glėjiškas vidutinio sunkumo dulkiškas priemolio ant vidutinio sunkumo dulkiško priemolio su giliau esančiu sunkiu dulkišku priemoliu rudžemis (*Epicalcari-Endohypogleyic Cambisols*).

Tveruose – ant moreninės dirvodarinės uolienos susiformavęs paprastasis giliau glėjiškas smėlingo priemolio ant vidutinio sunkumo priemolio su giliau esančiu sunkiu priemoliu išplautžemis (*Hapli-Endohypogleyic Luvisols*).

Prieš įrengiant bandymus, jų dirvožemių fizikinėms ir agrocheminėms savybėms nustatyti buvo kasamas profilis. Be to, dirvožemyje esančių augalų maisto medžiagų kiekių nustatymui imti dirvožemio bandiniai iš 0–20, 21–40, 41–60, 61–80 ir 81–100 cm gylių.

Kasmet pavasarį, žemės ūkio augalų vegetacijos metu prieš tręšiant azotu, ir rudenį, prieš užšalant, iš netręštų, vidutiniškai ir daugiau azotu tręšiamų laukelių 0–60 cm sluoksnio buvo imami dirvožemio bandiniai mineralinio azoto kiekiui nustatyti. Be to, kasmet prieš tręšiant bei pabaigus bandymą, iš kiekvieno laukelio ariamojo sluoksnio paimti jungtiniai dirvožemio bandiniai judriųjų fosforo ir kalio kiekiui nustatyti.

Dirvožemio analizės atliktos šitaip: dirvožemio rūgštumas (pH_{KCl}) – potenciometriniai; humusas – Tiurino; bendrasis azotas – Kjeldalio; mineralinis azotas ($\text{N-NO}_3 + \text{N-NH}_4$) – kolorimetriniai; judrieji fosforas ir kalis – Egnerio–Rimo–Domingo (A–L) metodu su analizatoriumi KONE-CD; lengvai augalų pasisavinami fosforas ir kalis – 0,01N CaCl_2 ištraukoje Skofildo metodu; nemainų kalis – 2N HCl ištraukoje Pčiolkino metodu, minus judrusis kalis – A–L; bendrasis fosforas – kolorimetriniu, bendrasis kalis – Smidto metodu.

Bandymai įrengti keturiuose laukuose. Juose kasmet augo visi žemės ūkio augalai. Jų kaita tokia: žieminiai javai, kaupiamieji, vasariniai miežiai, viena metų žolės. Kriūkuose ir Ramygaloje kaip žieminiai javai ir kaupiamieji auginti žieminiai kviečiai ir cukriniai runkeliai, o Tveruose – žieminiai rugiai ir bulvės. Žemės ūkio augalai lauko sėjomainoje buvo tręšiami azoto, fosforo ir kalio trąšomis, kurių vidutiniškai per sėjomainą išbertos normos nurodytos straipsnio skyrelyje „Tyrimų rezultatai ir jų aptari-

mas“. Nustačius augaluose esantį bendrąjį azotą – Kjeldalio metodu, bendrąjį fosforą – vanadatiniu-molibdatiniu metodu ir bendrąjį kalį – liepsnos fotometru, apskaičiuotos šių elementų sankaupos žemės ūkio augalų pagrindinėje ir šalutinėje produkcijoje. Azoto, fosforo ir kalio balansas dirvožemyje apskaičiuotas pagal žemės ūkio augalų pagrindinės ir šalutinės produkcijos derliuje sukauptą ir su trąšomis išbertą šių elementų kiekį.

Tyrimų duomenys apdoroti dispersinės ir koreliacinės-regresinės analizės metodais [14].

Meteorologinės sąlygos įvertintos pagal artimiausiu atstumu nuo bandymų vykdymo vietų esančių meteorologijos stočių bei postų oro temperatūros ir kritulių duomenis.

Santrumpos ir simboliai: R_{05} – esminio skirtumo tarp bandymo variantų riba 95% tikimybės lygiui, V – tyrimų duomenų variacijos koeficientas, η – koreliacijos santykis, t – koreliacijos santykio patikimumo kriterijus.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Azotas. Tai pagrindinis augalų mitybos elementas. Esant optimaliai mitybai azotu, augalai užaugina daug lapų, pasidaro tamsiai žali, pailgėja jų vegetacijos periodas, derliuje susikaupia daugiau baltymų. Trūkstant šio elemento, augalų lapai būna

smulkūs, šviesiai žali, ima gelsti, greičiau bręsta, derliuje susikaupia mažai baltymų, grūdai būna smulkūs. Augalų mitybai labai svarbios dirvožemyje esančio azoto atsargos. Didžioji dirvožemio azoto dalis yra sudėtingų organinių junginių formoje – humuse [1, 10].

1 lentelėje pateiktais duomenimis, smėlingo priemolio rudžemio ariamajame sluoksnyje humuso buvo 3,25%, arba 0,76–0,96 procentinio vieneto (proc. vnt.), daugiau negu dulkiško priemolio rudžemyje bei smėlingo priemolio išplautžemyje. Tačiau gilesniame (21–40 cm) sluoksnyje daugiau humuso (atitinkamai 1,55 ir 1,76%) susikaupė ant sunkesnės granulometrinės sudėties ir mažiau laidžių vandeniui dirvodarinių uolienu susiformavusiuose dulkiško priemolio rudžemyje bei smėlingo priemolio išplautžemyje.

Humuse esantį azotą augalai gali pasisavinti tik tada, kai dirvos mikroorganizmai suskaido organinę medžiagą ir joje esantį azotą iš organinio paverčia mineraliniu – amoniakiniu ir nitratininiu, nuo kurių kiekio dirvožemyje labai priklauso žemės ūkio augalų poreikis azoto trąšoms, užtikrinantis stabilų jų derlių ir teigiamą šių maisto medžiagų balansą [8–10, 15].

Įrengiant bandymus pavasario meteorologinėms sąlygoms juose buvus beveik vienodoms, mineralinio azoto 0–100 cm sluoksnyje smėlingo priemolio rudžemyje ir išplautžemyje balandžio mėnesį nustatyta mažiau (atitinkamai 119,4 ir 114,8 kg ha⁻¹) negu dul-

1 lentelė. Humuso ir azoto kiekiai skirtingos kilmės dirvožemiuose

Gylis cm	Humusas		Bendrasis azotas		Mineralinis azotas					
	%	V %	%	V %	N-NO ₃		N-NH ₄		suma	
					kg ha ⁻¹	V %	kg ha ⁻¹	V %	kg ha ⁻¹	V %
Smėlingo priemolio rudžemis										
0–20	3,25	22,7	0,17	17,4	31,0	16,4	4,3	19,3	35,3	13,9
21–40	0,95	28,2	0,06	23,9	24,6	23,0	2,7	21,0	27,3	21,6
41–60	0,51	22,7	0,04	22,2	18,8	33,3	2,6	26,3	21,4	30,1
61–80	0,43	24,9	0,03	26,6	16,2	32,0	2,6	31,7	18,8	27,7
81–100	0,39	21,1	0,03	39,2	13,6	35,6	3,0	21,8	16,6	28,0
0–100	–	–	–	–	104,2	19,2	15,2	16,3	119,4	17,0
Dulkiško priemolio rudžemis										
0–20	2,29	11,9	0,14	7,5	23,3	15,5	8,9	17,6	32,2	13,6
21–40	1,76	23,9	0,12	18,3	21,1	19,9	7,3	19,0	28,4	17,5
41–60	0,86	38,6	0,07	35,7	22,0	16,9	6,5	19,4	28,5	14,6
61–80	0,55	27,1	0,04	20,2	22,7	19,9	6,1	25,5	28,8	16,5
81–100	0,41	12,3	0,04	19,1	21,5	16,9	6,4	20,7	27,9	11,0
0–100	–	–	–	–	110,6	13,5	35,6	13,1	146,2	11,2
Smėlingo priemolio išplautžemis										
0–20	2,49	13,0	0,13	17,0	27,7	22,3	7,3	25,8	35,0	15,7
21–40	1,55	31,1	0,08	24,7	19,1	20,6	6,3	30,0	25,4	20,1
41–60	0,80	35,4	0,05	26,0	14,4	30,2	4,8	28,0	19,2	23,2
61–80	0,60	40,3	0,04	26,3	13,2	22,6	4,1	29,6	17,3	22,3
81–100	0,43	38,4	0,03	27,1	14,4	27,6	3,5	23,1	17,9	24,2
0–100	–	–	–	–	88,8	16,7	26,0	19,3	114,8	13,1

kiško priemolio rudžemyje (146,2 kg ha⁻¹). Jo sudėtyje visuose tirtuose dirvožemiuose vyravo nitratinis azotas, ypač mažai amonio formos mineralinio azoto buvo smėlingo priemolio rudžemyje (1 lentelė).

Azoto balanso skaičiavimų duomenys rodo, kad augalus patręšus vien fosforo ir kalio trąšomis, su pagrindine ir šalutine jų produkcija iš dulkiško priemolio kasmet per sėjomainą buvo išnešta vidutiniškai 28 kg ha⁻¹ azoto daugiau negu iš smėlingo priemolio rudžemio (2 lentelė). Mažiausiai azoto su derliumi išnešta smėlingo priemolio išplautžemyje, kai vietoje žieminių kviečių augo rugiai, o vietoje cukrinių runkelių bulvės. Tačiau ir vidutiniškai patręšus azoto trąšomis (75 kg ha⁻¹ rudžemiuose ir 68 kg ha⁻¹ išplautžemyje), azoto balansas visuose tirtuose dirvožemiuose buvo neigiamas. Vidutiniškai kasmet gausiai patręšus (112–128 kg ha⁻¹) azoto trąšomis, tik smėlinguose dirvožemiuose azoto į dirvožemį su trąšomis buvo įnešta 10,0–19,0 kg ha⁻¹ daugiau negu išnešta su žemės ūkio augalais.

Su azoto balansu glaudžiai susiję šio elemento pokyčiai dirvožemyje, tačiau azotas dirvožemyje yra labai judrus – pereina iš vienu formų į kitas, šio elemento kiekis labai priklauso nuo dirvožemio reakcijos, drėgmės, temperatūros ir kitų veiksnių [2, 9]. Todėl pagal augalų sunaudoto azoto kiekį ne visada pavyksta nustatyti jo sąryšį su azoto atsargomis dirvožemyje.

Pagal 3 lentelėje pateiktus duomenis, visuose tirtuose dirvožemiuose pavasarį mineralinio azoto kiekis mažai skyrėsi, tačiau smėlingo priemolio rudžemyje, palyginti su dulkiško priemolio rudžemiu, nustatytas mažesnis jo kiekis amonio formose.

Dulkiško priemolio rudžemyje šiuose laukeliuose nitrato buvo 49,1, amonio – 19,5 kg ha⁻¹, smėlingo priemolio išplautžemyje – atitinkamai 50,5 ir 18,4 kg ha⁻¹. Pastebimas mineralinio azoto kiekio padidėjimas gausiau azoto trąšomis ankstesniais metais tręštuose laukeliuose.

Nustačius pavasarį esančio mineralinio azoto kiekio (y) priklausomumą nuo ankstesniais metais išbertų azoto trąšų normų (x), einamojoje bei praėjusioje dekadose iškritusio kritulių kiekio (d) ir vidutinės oro temperatūros (z) koreliacijų santykiai (η) gauti pakankamai glaudūs, kad būtų galima prognozuoti pavasarį dirvožemyje esančio mineralinio azoto kiekį. Dulkiško priemolio rudžemyje priklausomumas išreikštas lygtimi $y = -139,49 - 0,082x + 79,51d - 5,57z + 0,000025x^2 - 5,92d^2 + 0,092z^2 + 0,010xd + 0,0011xz + 0,15dz$; $\eta = 0,81$; $t = 10,72$, o smėlingo priemolio išplautžemyje – $y = 49,20 - 0,37x + 9,35d - 1,42z + 0,0026x^2 - 0,36d^2 + 0,012z^2 - 0,0084xd + 0,0017xz + 0,022dz$; $\eta = 0,85$; $t = 8,99$. Smėlingo priemolio rudžemyje, galbūt dėl intensyvesnio mineralinio azoto išsiplovimo į gilesnius sluoksnius, koreliacijos santykis gautas silpnesnis ($y = 66,93 + 0,28x - 0,074z + 0,000095x^2 + 0,43d^2 + 0,0079z^2 + 0,00077xd - 0,00036xz - 0,084dz$; $\eta = 0,54$; $t = 4,39$).

Vasarą, žemės ūkio augalų vegetacijos metu, azoto trąšomis netręštuose laukeliuose mineralinio azoto kiekis mažai skyrėsi nuo pavasarį buvusio jo kiekio. Tačiau vasarą dėl patręšimo azoto trąšomis jo kiekis ženkliai padidėjo ir smėlingo priemolio rudžemyje mineralinio azoto nustatyta 42,2, dulkiško priemolio rudžemyje – 33,2, smėlingo priemolio išplautžemyje –

2 lentelė. Azoto balansas dirvožemyje

Vidutinė metinė trąšų norma sėjomainoje kg ha ⁻¹			Sukaupta azoto pagrindinės ir šalutinės produkcijos		Derliuje sukaupto azoto kompensavimas tręšimu %	Azoto balansas ± kg ha ⁻¹
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	derliuje	derliaus priede		
			kg ha ⁻¹			
Smėlingo priemolio rudžemis						
0	64	75	65	0	0,0	-65
75	98	75	98	33	76,5	-23
128	64	75	118	53	108,5	10
R ₀₅			18,2	8,3		
Dulkiško priemolio rudžemis						
0	64	75	93	0	0,0	-93
75	64	75	127	34	59,0	-52
128	64	75	139	46	92,1	-11
R ₀₅			27,7	9,2		
Smėlingo priemolio išplautžemis						
0	56	68	56	0	0,0	-56
68	56	68	82	26	82,9	-14
112	56	68	93	37	120,4	19
R ₀₅			10,5	4,3		

3 lentelė. Tręšimo įtaka mineralinio azoto kiekiui dirvožemyje

Vidutinė metinė tręšimo norma sėjomainoje kg ha ⁻¹	Pavasaris			Vasara			Ruduo		
	vidutinis mineralinio azoto kiekis 0–60 cm sluoksnyje kg ha ⁻¹								
	NO ₃	NH ₄	N _{min}	NO ₃	NH ₄	N _{min}	NO ₃	NH ₄	N _{min}
Smėlingo priemolio rudžemis									
N ₀ P ₆₈ K ₇₅	63	15	78	64	17	81	67	18	85
N ₇₅ P ₆₈ K ₇₅	62	15	77	90	18	108	59	17	76
N ₁₂₈ P ₆₈ K ₇₅	66	15	81	106	18	124	74	16	90
R ₀₅	14,2	3,5	18,0	26,0	5,4	31,6	13,6	3,3	16,9
Dulkiško priemolio rudžemis									
N ₀ P ₆₈ K ₇₅	49	20	69	48	23	71	56	19	75
N ₇₅ P ₆₈ K ₇₅	50	20	70	67	24	91	57	20	77
N ₁₂₈ P ₆₈ K ₇₅	51	22	73	80	24	104	65	20	85
R ₀₅	5,4	2,3	7,4	12,3	4,5	17,1	14,0	4,2	19,2
Smėlingo priemolio išplautžemis									
N ₀ P ₅₆ K ₆₈	50	18	68	58	20	78	42	20	62
N ₆₈ P ₅₆ K ₆₈	46	18	64	86	24	110	38	21	59
N ₁₁₂ P ₅₆ K ₆₈	49	20	69	92	20	112	43	20	63
R ₀₅	9,0	3,5	12,8	14,5	4,1	18,7	10,5	5,0	16,3

35,0 kg ha⁻¹ daugiau, palyginus su azoto trąšomis netręštais laukeliais.

Rudenį, prieš užšalant, azoto trąšomis netręštuose laukeliuose šio elemento nustatyta beveik tiek pat, kaip pavasarį bei vasarą. Vidutiniškai patręšus azoto trąšomis (N_{75/68}) ir esant neigiamam azoto balansui, šio elemento rudenį dirvožemyje nustatyta beveik tiek pat, kaip ir netręštuose laukeliuose. Mineralinio azoto kiekio padidėjimo tendencija (iki 9,9 kg/ha⁻¹) nustatyta tik gausiai (N_{128/112}) azotu tręštuose laukeliuose. Tačiau amoniakinio azoto kiekiui azoto trąšos įtakos neturėjo.

Fosforas. Daugiausia šio elemento yra nukleorūgštyse, kurios nepakeičiamos svarbiausiuose augalų gyvybinės veiklos procesuose. Fosforas labai svarbus energijos apykaitai. Šio elemento trūkstant, sutrinka augalų vystymasis, javai blogai krūmijasi, audiniai apmiršta, išauga smulkios varpos ir gaunamas menkas derlius. Tačiau daugelyje dirvožemių augalams priimanamos fosforo atsargos nėra pakankamos geriems žemės ūkio augalų derliams užauginti [2, 7, 11, 16].

Bendrojo fosforo dirvožemyje, kurį sudaro dirvožemio tirpale, kietosios dirvožemio dalies kai kurių dalelių paviršiuje sorbuotas, taip pat amorfiniuose bei kristaliniuose mineraluose ir į organinės medžiagos sudėtyje esantis fosforas gali įvairuoti tarp 0,02 ir 0,5% priklausomai nuo gimtosios uolienos sudėties, dūlėjimo proceso intensyvumo ir kitų veiksnių [1, 2, 10].

Tirtų dirvožemių ariamajame sluoksnyje esantis bendrojo fosforo kiekis priklausė nuo jų granulometrinės sudėties (4 lentelė). Mažiausiai – 0,18% (V = 13,4%) šio elemento nustatyta lengvesnės granulometrinės sudėties smėlingo priemolio rudžemyje. Tuo tarpu smėlingo priemolio išplautžemio ariamajame

sluoksnyje bendrojo fosforo nustatyta 0,26% (V = 10,1%), dulkiškame rudžemyje – 0,30% (V = 7,2%). Gilesniuose sluoksniuose šio elemento mažiau, tačiau jo kiekio proporcijos tarp atskirų dirvožemių beveik tokios pat, kaip ir ariamajame sluoksnyje.

Augalų mitybai svarbiausias yra kietosios dirvožemio fazės dalelių, tokių kaip geležies ir aliuminio oksidų, paviršiuje sorbuotas fosforas. Tiesiogiai pasisavinti šios formos fosfatų augalai negali, tačiau jų pagalba dirvožemio tirpale yra atstatomas augalų sunaudotas fosforo kiekis [1, 4].

Pagal šios formos ir dirvožemio tirpale esančio fosforo kiekį ariamajame sluoksnyje tiriami smėlingo priemolio dirvožemiai yra mažo fosforingumo (A–L metodu nustatyto judriojo fosforo – 51–100 mg kg⁻¹). 1985–1993 m. agrocheminių tyrimų turo duomenimis, tokių dirvožemių Lietuvoje yra daugiausia (41,5% nuo tirtų dirvų ploto) [7].

Dulkiško priemolio rudžemio ariamojo sluoksnio fosforingumas yra vidutinis (101–150 mg kg⁻¹). Tokio fosforingumo dirvožemių mūsų šalyje yra 22,3% [7]. Gilesniuose dulkiško priemolio rudžemio ir smėlingo priemolio išplautžemio sluoksniuose dirvožemio fosforingumas mažai kito, o smėlingo priemolio rudžemyje – sumažėjo.

Kaimyninėse užsienio šalyse augalams prieinamo fosforo kiekiui dirvožemyje nustatyti plačiai praktikuojamas Skofildo metodas. Šiuo metodu silpnoje CaCl₂ ištraukoje nustatomas dirvožemio tirpale esantis lengvai augalų pasisavinamų H₂PO₄⁻ ir HPO₄²⁻ bei tirpių organinių junginių fosforas.

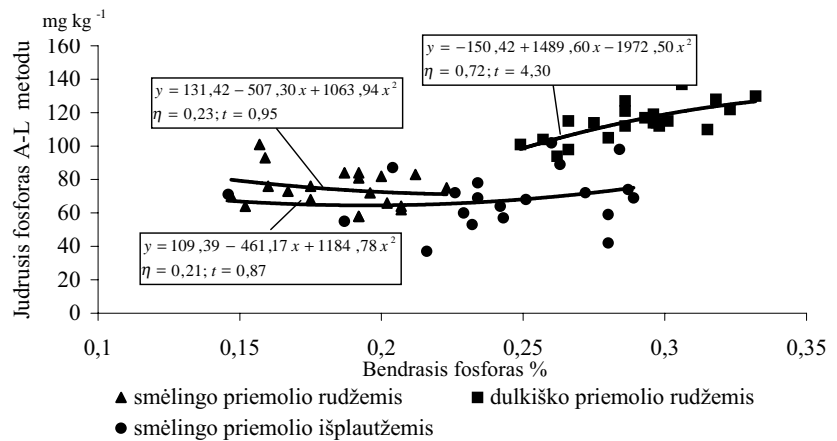
Mūsų atliktų tyrimų duomenimis, ariamajame sluoksnyje Skofildo metodu nustatytas augalams leng-

4 lentelė. Fosforo kiekis skirtingos kilmės dirvožemiuose					
Dirvožemio fosforas (P ₂ O ₅)	Gylis cm				
	0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
	kiekis (V %)				
Smėlingo priemolio rudžemis (1987)					
Bendras %	0,18 (13,4)	0,15 (15,0)	0,15 (13,8)	0,15 (12,2)	0,15 (16,2)
A-L metodu mg kg ⁻¹	90 (15,1)	66 (30,9)	61 (30,5)	57 (36,7)	54 (27,8)
Skofildo metodu mg kg ⁻¹	0,31 (25,0)	0,27 (74,3)	0,04 (66,5)	0,05 (59,1)	0,05 (58,0)
Dulkiško priemolio rudžemis (1990)					
Bendras %	0,30 (7,2)	0,27 (14,3)	0,2 (11,5)	0,23 (7,4)	0,22 (6,2)
A-L metodu mg kg ⁻¹	108 (14,8)	116 (17,6)	112 (40,1)	110 (82,1)	86 (84,7)
Skofildo metodu mg kg ⁻¹	0,45 (7,7)	0,32 (11,9)	0,25 (5,9)	0,23 (6,8)	0,21 (3,8)
Smėlingo priemolio išplautžemis (1987)					
Bendras %	0,26 (10,1)	0,19 (28,0)	0,15 (13,8)	0,17 (10,7)	0,18 (5,3)
A-L metodu mg kg ⁻¹	71 (8,6)	50 (12,3)	57 (20,9)	82 (28,2)	84 (29,5)
Skofildo metodu mg kg ⁻¹	0,23 (28,6)	0,10 (54,7)	0,06 (60,6)	0,04 (61,1)	0,04 (62,6)

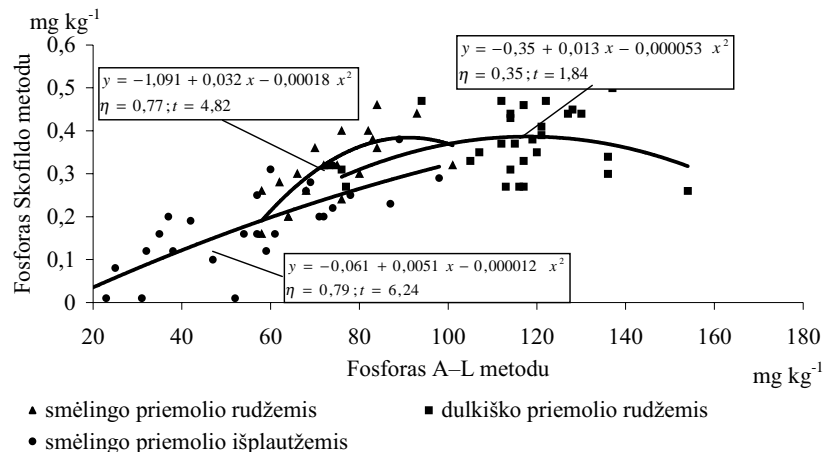
vai prieinamo fosforo kiekis buvo beveik proporcingas A–L metodu nustatyto judriojo fosforo kiekiui tirtuose dirvožemiuose. Tačiau gilesniuose smėlingo priemolio dirvožemių, ypač išplautžemio, sluoksniuose lengvai augalų pasisavinamo fosforo aptikti tik pėdsakai. Tuo tarpu geresnio drėgmės režimo bei didesnės mainų katijonų talpos dulkiško priemolio rudžemyje Skofildo metodu fosforo nustatyta gerokai daugiau negu smėlingo priemolio dirvožemiuose.

Siekiant nustatyti skirtingų formų fosforo kiekių priklausomumą dirvožemyje, buvo apskaičiuoti jų tarpusavio koreliaciniai ryšiai.

1 paveiksle duomenys rodo, kad dulkiško priemolio rudžemyje jų išsibarstymas dėsningas – didėjant bendrojo fosforo kiekiui dirvožemyje, judrios formos šio elemento kiekis taip pat didėja. Nustatytas glaudus ($\eta = 0,72$) A–L metodu nustatyto judriojo fosforo ir bendrojo šio elemento kiekio regresinis ryšys. Tuo tarpu smėlinguose priemolio dirvožemiuose nenustatyta šių fosforo formų esminio ryšio ($\eta = 0,21–0,23$). Tačiau šiuose dirvožemiuose su A–L metodu nustatyto judriojo fosforo kiekiu labai glaudžiai ($\eta = 0,77–0,79$) koreliavo Skofildo metodu nustatytas dirvožemio tirpale esantis fosforas (2 pav.). Duomenų išsibarstymas rodo gana



1 pav. A–L metodu nustatyto judriojo fosforo kiekio priklausomumas nuo bendrojo fosforo kiekio



2 pav. Skofildo metodu nustatyto judriojo fosforo kiekio priklausomumas nuo A–L metodu nustatyto judriojo fosforo kiekio

dėsninę Skofildo metodu nustatyto kiekio didėjimą, padidėjus judriojo fosforo kiekiui dirvožemyje.

Tuo tarpu dulkiško priemolio rudžemyje šių rodiklių koreliacinis ryšys silpnas ($\eta = 0,35$) ir statistškai nepatikimas, o duomenys išsibarstę be dėsninės priklausomumo tendencijos.

Tai reiškia, kad smėlinguose priemoliuose dirvožemio tirpale esamas fosforo kiekis papildomas iš mainų fosforo atsargų ir šių formų fosforo kiekiai tarpusavyje yra beveik proporcingi. Judriojo fosforo kiekiai dirvožemyje itin priklauso nuo žemės ūkio augalų produkcijoje sukauptų ir su trąšomis išbertų šio elemento kiekių. 5 lentelėje pateiktais duomenimis, fosforo trąšomis netręštuose laukeliuose smėlingo priemolio rudžemyje ir išplautžemyje su žemės ūkio augalų derliumi iš dirvožemio buvo išnešta atitinkamai 26 ir 25 kg ha⁻¹, o dulkiško priemolio rudžemyje – net 39 kg ha⁻¹ fosforo. Tuo tarpu patręšus fosforo trąšomis, šio elemento balansas visuose dirvožemiuose buvo teigiamas. Judriojo fosforo kiekis per tyrimų laikotarpį smėlingų priemolių fosforo trąšomis netręštų laukelių ariamajame sluoksnyje sumažėjo 15–19 mg kg⁻¹, o dulkiškame – nesumažėjo. Dėl patręšimo fosforo trąšomis smėlinguose dirvožemiuose judriojo fosforo padaugėjo 5–12 mg kg⁻¹, o dulkiškame – net iki 72 mg kg⁻¹.

Kalis. Skirtingai negu kiti pagrindiniai augalų maisto elementai, kalio nėra organinių junginių sudėtyje,

jis sorbuojamas K⁺ jonų pavidalu ir geba greitai pereiti per augalų ląstelių membranas, todėl turi svarbios reikšmės meristemoms augimui, vandens režimui, fotosintezei, kalio transportavimui bei persikirstymui iš senesnių audinių į jaunesnius audinius [10, 17].

Dirvožemyje kalis daugiausia būna pirminiuose bei antriniuose mineraluose, kurių dauguma yra molio frakcijoje – dalelėse, mažesnėse kaip 2 μm [1, 10]. Tačiau iš įvairių dirvožemio mineralų kalis išsilaivina nevienodai dėl kelių priežasčių: mineralų struktūros, jų dispersiškumo ypatumų, bendrojo kalio kiekio, tirpalo ir kalio mineralų santykio [13, 17].

Daugelis autorių nurodo, kad augalai geriausiai pasisavina dirvožemio tirpale esantį kalį, tačiau ir kitų formų kalis jiems yra svarbus [1, 13, 17].

6 lentelėje pateiktais tyrimų duomenimis, daugiausia – 2,58% (V = 6,7%) bendrojo kalio nustatyta dulkiško priemolio rudžemyje. Tuo tarpu smėlingo priemolio rudžemio ir išplautžemio dirvožemiuose, esant mažesniai fizinio molio dalelių kiekiui, šio elemento ariamajame sluoksnyje nustatyta mažiau – atitinkamai 2,16% (V = 6,1%) ir 2,20% (V = 7,8%). Nustatius judriojo kalio kiekį A–L metodu, mažiau (63 ir 86 mg kg⁻¹) jo nustatyta smėlingo ir dulkiško priemolio rudžemiuose negu smėlingo priemolio išplautžemyje (120 mg kg⁻¹). Gilesniuose dirvožemio sluoksniuose judriojo kalio kiekis visuose tirtuose dirvožemiuose turėjo tendenciją mažėti.

5 lentelė. Mineralinių NPK trąšų poveikis judriojo fosforo kiekiui dirvožemio ariamajame sluoksnyje

Vidutinė metinė trąšų norma sėjomainoje kg ha ⁻¹			Sukaupta P ₂ O ₅ derliuje kg ha ⁻¹	Derliuje sukaupto P ₂ O ₅ kompensavimas %	Fosforo balansas ± kg ha ⁻¹	P ₂ O ₅ mg kg ⁻¹ dirvožemio	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O				prieš įrengiant bandymus	užbaigus bandymus
Smėlingo priemolio rudžemis							
0	0	0	22	–	–22	91	66
75	0	75	26	–	–26	84	65
75	64	75	34	188,2	30	92	87
75	98	75	35	280,0	63	89	94
128	64	75	35	182,8	29	89	77
	R ₀₅		6,0	–	–	11,0	13,0
Dulkiško priemolio rudžemis							
0	0	0	31	–	–31	114	118
75	0	75	39	–	–39	105	103
75	64	75	42	152,4	22	112	157
75	98	75	43	227,9	55	104	176
128	64	75	45	142,2	19	112	145
	R ₀₅		8,0	–	–	11,0	15,0
Smėlingo priemolio išplautžemis							
0	0	0	22	–	–22	70	56
68	0	68	25	–	–25	71	56
68	56	68	29	193,1	27	71	75
68	90	68	30	300,0	60	69	81
112	56	68	31	186,7	26	73	66
	R ₀₅		4,0	–	–	7,0	14,0

6 lentelė. Kalio kiekiai skirtingos kilmės dirvožemiuose

Dirvožemio kalis (K ₂ O)	Gylis cm				
	0–20	21–40	41–60	61–80	81–100
	kiekis (V %)				
	Smėlingo priemolio rudžemis (1987 m.)				
Bendras %	2,16 (6,1)	2,28 (6,1)	2,20 (8,4)	2,12 (7,9)	2,15 (9,4)
Nemainų mg kg ⁻¹	154 (19,8)	184 (33,1)	245 (39,5)	306 (48,1)	351 (40,5)
A–L metodu mg kg ⁻¹	63 (10,4)	52 (18,0)	54 (25,0)	52 (21,3)	54 (25,4)
Skofildo metodu mg kg ⁻¹	9,2 (17,4)	9,1 (32,9)	10,5 (30,3)	12,5 (41,7)	14,6 (36,9)
	Dulkiško priemolio rudžemis (1990 m.)				
Bendras %	2,58 (6,7)	2,65 (5,0)	2,59 (7,3)	2,54 (8,6)	2,44 (9,9)
Nemainų mg kg ⁻¹	619 (8,5)	609 (13,4)	649 (22,5)	705 (24,5)	729 (12,8)
A–L metodu mg kg ⁻¹	86 (9,6)	84 (12,8)	70 (13,6)	66 (22,1)	61 (13,7)
Skofildo metodu mg kg ⁻¹	13,4 (10,4)	10,1 (11,1)	7,3 (17,5)	8,2 (30,8)	8,4 (11,9)
	Smėlingo priemolio išplautžemis (1987 m.)				
Bendras %	2,20 (7,8)	2,30 (9,7)	2,29 (12,5)	2,47 (8,4)	2,40 (11,6)
Nemainų mg kg ⁻¹	239 (24,2)	343 (47,6)	452 (34,8)	535 (28,2)	506 (29,3)
A–L metodu mg kg ⁻¹	120 (14,4)	102 (23,8)	111 (15,9)	114 (12,4)	103 (17,6)
Skofildo metodu mg kg ⁻¹	29,7 (40,4)	20,9 (29,2)	19,1 (20,9)	20,4 (32,9)	17,0 (20,5)

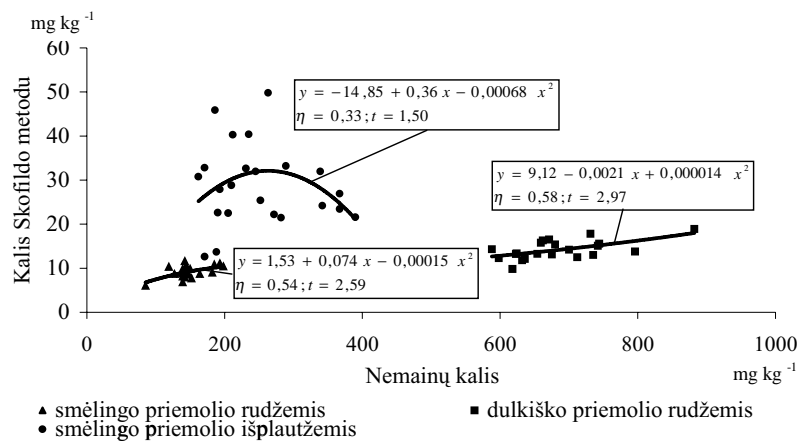
Tačiau nemainų kalio dulkiško priemolio rudžemyje nustatyta kur kas daugiau negu smėlingo priemolio dirvožemiuose. Be to, gilesniuose dirvožemių sluoksniuose šios formos kalio kiekis turi tendenciją didėti.

Augalų lengvai pasisavinamo kalio Skofildo metodu daugiausia – 29,7 mg kg⁻¹ (V = 40,4%) nustatyta smėlingo priemolio išplautžemyje. Tuo tarpu smėlingo ir dulkiško priemolių rudžemiuose šios formos kalio nustatyta mažiau – atitinkamai 9,2 mg kg⁻¹ (V = 17,4%) ir 13,4 mg kg⁻¹ (V = 10,4%).

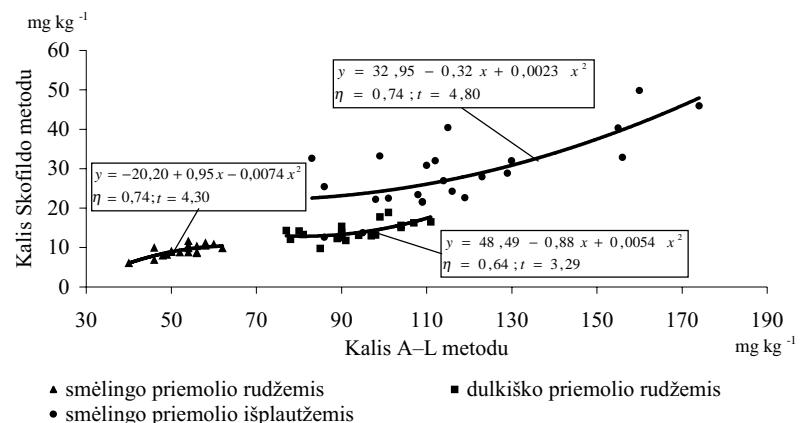
Ištyrus įvairių formų kalio kiekius, nustatyti jų tarpusavio priklausomumo ryšiai (3, 4 pav.). Smėlingo ir dulkiško priemolio rudžemiuose Skofildo metodu nustatytas kalis vidutiniškai glaudžiai ($\eta = 0,54–0,58$) priklausė nuo dirvožemyje esančio nemainų kalio ir glaudžiai ($\eta = 0,64–0,74$) nuo judriojo A–L metodu nustatyto kalio.

Tuo tarpu smėlingo priemolio išplautžemyje su nemainų kaliumi koreliacinis ryšys nustatytas silpnas ($\eta = 0,33$), su judriuoju kaliumi – stiprus ($\eta = 0,74$).

7 lentelėje pateiktais duomenimis, daugumoje bandymų laukelių kasmet kalio su žemės ūkio augalų produk-



3 pav. Skofildo metodu nustatyto judriojo kalio kiekio priklausomumas nuo nemainų kalio kiekio



4 pav. Skofildo metodu nustatyto kalio kiekio priklausomumas nuo A–L metodu nustatyto judriojo kalio kiekio

7 lentelė. NPK trąšų poveikis judriojo kalio kiekiui dirvožemio ariamajame sluoksnyje

Vidutinė metinė trąšų norma sėjomainoje kg ha ⁻¹			Sukaupta K ₂ O derliuje kg ha ⁻¹	Derliuje sukaupto K ₂ O kompensavimas %	Kalio ūkinis balansas ± kg ha ⁻¹	K ₂ O mg kg ⁻¹ dirvožemio	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O				prieš įrengiant bandymus	užbaigus bandymus
Smėlingo priemolio rudžemis							
0	0	0	57	–	–57	62	55
75	64	0	73	–	–73	61	52
75	64	75	92	81,5	–17	63	56
75	64	109	93	117,2	16	62	57
128	64	75	104	72,1	–29	66	61
		R ₀₅	16,0	–	–	6,0	4,0
Dulkiško priemolio rudžemis							
0	0	0	93	–	–93	88	108
75	64	0	120	–	–120	88	107
75	64	75	130	57,7	–55	89	113
75	64	109	121	90,1	–12	88	124
128	64	75	143	52,4	–68	86	116
		R ₀₅	23,0	–	–	7,0	14,0
Smėlingo priemolio išplautžemis							
0	0	0	58	–	–58	116	94
68	56	0	75	–	–75	122	94
68	56	68	83	81,9	–15	116	109
68	56	101	86	117,4	15	124	116
112	56	68	88	77,3	–20	121	103
		R ₀₅	6,0	–	–	12,0	14,0

cija buvo išnešta daugiau negu šio elemento įterpta su trąšomis. Esant neigiamam kalio balansui, per tyrimų laikotarpį kalio trąšomis netręštuose laukuose judriojo kalio kiekis dirvožemio ariamajame sluoksnyje smėlingo priemolio išplautžemyje sumažėjo net 28 mg kg⁻¹, o smėlingo priemolio rudžemyje – tik 9 mg kg⁻¹. Tuo tarpu dulkiško priemolio rudžemyje dėl didesnių nemainų kalio atsargų judriojo kalio kiekis nesumažėjo.

IŠVADOS

1. Smėlingo priemolio rudžemyje humusas kaupiasi sekliu negu sunkesnės granulimetrinės sudėties dulkiško priemolio rudžemyje ir smėlingo priemolio išplautžemyje.

2. Dulkiško priemolio 0–100 cm sluoksnyje mineralinio azoto nustatyta 26,8–31,4 kg ha⁻¹ daugiau negu smėlinguose priemoliuose.

3. Pavasarį dirvožemyje esantį mineralinio azoto kiekį galima prognozuoti pagal praėjusiais metais išbertų azoto trąšų normą, dviejų dekadų vidutinę oro temperatūrą ir kritulių kiekį.

4. Žemės ūkio augalų tręšimas azotu didžiausios įtakos turėjo vasarą nustatytam mineralinio azoto kiekiui dirvožemyje.

5. Vertinant pagal augaluose sukauptą azoto kiekį, dirvožemis nesialintų, jeigu šio elemento su trą-

šomis smėlingo priemolio rudžemyje kasmet būtų įterpiama vidutiniškai 120 kg ha⁻¹, dulkiško priemolio rudžemyje – 140 kg ha⁻¹, o smėlingo priemolio išplautžemyje, vietoje žieminių kviečių augus rugiams, o vietoje cukrinių runkelių – bulvėms, – 90 kg ha⁻¹.

6. Dirvožemio ariamajame sluoksnyje bendrojo fosforo kiekis buvo tiesiogiai proporcingas jame esančių fizinio molio dalelių kiekiui.

7. Lengvai augalų pasisavinamo (Skofildo metodas) ir mainų (A–L metodas) fosforo dulkiško priemolio rudžemyje nustatyta daugiau negu smėlingo priemolio rudžemyje ir išplautžemyje.

8. Ištyrus skirtingų fosforo formų tarpusavio priklausomumą dirvožemyje, nustatyta, kad smėlinguose priemoliuose gautas dirvožemio tirpalo (Skofildo metodas) ir mainų formos (A–L metodas) fosforo, o dulkiškame priemolyje – bendros ir mainų formos šio elemento kiekių glaudus koreliacinis ryšys.

9. Dirvožemis nesialina, kai smėlingo priemolio rudžemyje kasmet per sėjomainą išberama vidutiniškai 35, dulkiškame priemolyje – 45, smėlingo priemolio išplautžemyje – 30 kg ha⁻¹ fosforo veikliosios medžiagos.

10. Daugiausia nemainų kalio nustatyta dulkiško priemolio rudžemyje, o lengvai augalų pasisavinamo (Skofildo metodu) ir mainų (A–L metodu) kalio – smėlingo priemolio išplautžemyje.

11. Rudžemiuose augalų lengvai pasisavinamo kalio kiekis patikimai priklausė nuo mainų ir mainų kalio, o išplautžemyje – tik nuo mainų kalio.

12. Dirvožemis nesialintų, jeigu smėlingo priemolio rudžemyje kasmet per sėjomainą būtų išberta vidutiniškai 100, dulkiško priemolio rudžemyje – 140, o smėlingo priemolio išplautžemyje – 90 kg ha⁻¹ kalio veikliosios medžiagos.

Gauta
2002 02 24

Literatūra

1. Barber S. A. Soil nutrient bioavailability. A mechanistic approach. 1984 by John Wiley & Sons Inc. New York. P. 24–33; 139–158.
2. Black C. A. Soil-Plant relationships. Second edition. John Wiley & Sons Inc. New York. 1968. P. 7–11.
3. Bulotas J. Pietvakarių Lietuvos limnoglacialinės lygumos dirvožemiai ir jų agronominė charakteristika. Disertacija žemės ūkio mokslų kandidato laipsniui įgyti. Kaunas, 1961. P. 19–26; 40–61.
4. Greenland D. J. and Hayes M. H. B (Eds.). Chemistry of Soil Processes. Wiley, New Yourk, London, Sydney and Toronto, 1981. P. 24–42.
5. Lietuvos dirvožemiai / Sud. M. Eidukevičienė ir V. Vasiliauskienė. Lietuvos mokslas, 2001. 32 knyga. P. 144–156.
6. Lietuvos dirvožemių agrocheminės savybės ir jų kaita / Sud. J. Mažvila. Kaunas, 1998. P. 65–68; 85–90.
7. Nye P. H. and Tinker P. B. Solute Movement in the Soil-Root System. Blakwell, Oxford, 1977. P. 54–68.
8. Pliupelytė E., Lazauskas S., Vaišvila Z. ir kt. Azoto trąšų efektyvumo priklausomumas miežiams nuo mineralinio azoto kiekio dirvožemyje // Žemdirbystė, LZI mokslo darbai, 1995. T. 50. P. 41–53.
9. Stevenson F. J. Nitrogen in Agricultural Soils // American Society Agronomy. Madison USA, 1982. P. 42–58.
10. Thompson L., Troeh F. Soils and soils fertility. New York, 1978. P. 132–145; 267–281.
11. Vaišvila Z. J. Dirvožemio mineralinio azoto, judriųjų fosforo ir kalio vaidmuo žemės ūkio augalų mityboje: Habilitacinis darbas. Dotnuva-Akademija, 1996. 189 p.
12. Голушкова И. К. Зависимость урожайности ячменя и овса от генезиса песчаных почвообразующих пород дерново-подзолистых почв. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Минск, 2001. С. 1–21.
13. Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв. Москва: Наука, 1978. С. 23–62; 152–184; 185–208.
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва, 1979. С. 167–195, 306–310.
15. Кудеяров В. И., Семенов В. М., Кузнецова Т. В., Мергель А. А. Количественная оценка процессов азотного цикла при внесении возрастающих доз азотных удобрений // Агрохимия. 1992. № 2. С. 3–13.
16. Кулаковская Т. Н., Кнашис В. Ю., Богдевич И. М. и др. Оптимальные параметры плодородия почв / Под ред. акад. ВАСХНИЛ Т. Н. Кулаковской. Москва: Колос, 1984. С. 36–39; 117–135; 143–162.
17. Ониани О. Г. Агрохимия калия. Москва, 1981. С. 24.

Zigmas Vaišvila, Jonas Arbačiauskas, Jonas Mažvila

MAIN AGRICULTURAL CROPS NUTRIENTS IN SOILS OF DIFFERENT GENESIS

S u m m a r y

The content of nitrogen, phosphorus and potassium available in different forms has been investigated in Epicalcari-Endohypogleyic Cambisols of sandy and silty loam soils, also in Hapli-Endohypogleyic Luvisol of sandy loam soil.

The dynamics of inorganic nitrogen levels in spring–autumn season in the plots fertilized by different nitrogen rates was investigated. The mathematical models were worked out for the prognosis of inorganic nitrogen available in spring in soil. It was found that soils would not be exhausted if annually in cambisol of sandy loam nitrogen fertilizers at an average rate about 120 kg ha⁻¹ were spread, in cambisol of silty loam 140 kg ha⁻¹, and in luvisol of sandy loam soil where instead winter wheat rye and instead of sugar beets potatoes were grown – 90 kg ha⁻¹ of nitrogen were used.

The correlation ratio between available phosphorus determined by A–L method and total phosphorus in silty loam was obtained to be $\eta = 0.72$, whereas in sandy loam soils no interdependence of these forms of phosphorus was obtained ($\eta = 0.21–0.23$). The soil will not be exhausted if annually in cambisol of sandy loam in crop rotation phosphorus expressed as P₂O₅ has been spread at a rate 35 kg ha⁻¹, in silty loam 45 kg ha⁻¹ and in luvisol of sandy loam 30 kg ha⁻¹.

The nutritive conditions in cambisol of silty loam were better than in other soils, because even 619 mg kg⁻¹ of nonexchangeable potassium and only 154–239 mg kg⁻¹ in sandy loam soils was found. The amount of lightly assimilated potassium (by Scofield's method) in cambisols of sandy and silty loams essentially ($\eta = 0.54–0.58$) depends on nonexchangeable potassium, and in luvisol of sandy loam the correlation ratio is weak ($\eta = 0.33$) and nonessential. The soil will not be exhausted if in cambisol of sandy loam about 100 kg ha⁻¹ of the average amount of potassium per crop rotation, in silty loam 140 kg ha⁻¹, and in luvisol of sandy loam 90 kg ha⁻¹ have been applied.

Key words: soil, nitrogen, phosphorus, potassium, balance

Zigmas Vайшвила, Йонас Арбачаускас,
Йонас Мажвила

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ В ПОЧВАХ, РАЗЛИЧНЫХ ПО ГЕНЕЗИСУ

Р е з ю м е

Различные формы азота, фосфора и калия были исследованы в песчаных и пылевато-суглинистых

бурых, а также в песчано-суглинистых лесивированных почвах.

Содержание минерального азота на делянках, удобренных различным количеством азотных удобрений, в весенний–осенний период было неодинаковым. На основании полученных данных разработаны математические модели для прогнозирования весеннего количества минерального азота в почве. Для поддержания бездефицитного азотного баланса в песчано-суглинистую бурую почву ежегодно необходимо вносить около 120 кг га⁻¹, в пылевато-суглинистую – 140 кг га⁻¹, а в песчано-суглинистую лесивированную – 90 кг га⁻¹ азота.

Установлена достоверная корреляционная зависимость между количеством подвижного фосфора, установленного методом А–Л, и валового фосфора в пылевато-суглинистой почве ($\eta = 0,72$). В песчано-суглинистых почвах связь между этими формами фосфора была слабой ($\eta = 0,21–0,23$). Потребность сельскохозяйственных культур в подпитке фосфором удовлетворяется внесением его в песчаную почву

ежегодно около 35 кг га⁻¹. Почвы не истощаются, если песчано-суглинистая бурая почва при севообороте в среднем ежегодно удобряется около 35, пылевато-суглинистая – 45, а песчано-суглинистая лесивированная – 30 кг га⁻¹ активным веществом фосфора.

В пылевато-суглинистой бурой почве обнаружено 619 мг кг⁻¹ необменного калия, в то время как в песчаных почвах – всего лишь 154–239 мг кг⁻¹. Количество легкоусвояемого растениями калия (метод Скоффилда) в песчаных и пылевато-суглинистых бурых почвах достоверно ($\eta = 0,54–0,58$) зависело от необменного калия, а в песчано-суглинистой лесивированной почве соотношение корреляций слабое и недостоверное ($\eta = 0,33$). Почвы не истощаются, если при севообороте их ежегодно удобрять калием в следующих количествах: песчано-суглинистую бурую – в среднем 100, пылевато-суглинистую – 140, песчано-суглинистую лесивированную – 90 кг га⁻¹.

Ключевые слова: почва, азот, фосфор, калий, баланс