

I skyrius. DIRVOTYRA IR AGROCHEMIJA

Chapter 1. SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė-Agriculture, t. 96, Nr. 4 (2009), p. 3–14

UDK [631.826+631.82]:631.55:631.41

Ilgalaikiai karbonatinio sapropelio tyrimai paprastajame išplautžemyje

Eugenija BAKŠIENĖ

Lietuvos žemdirbystės institutas

Žalioji a. 2, Trakų Vokė, Vilnius

El. paštas: eugenija.baksiene@voke.lzi.lt

Santrauka

Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale karbonatinio sapropelio tyrimai atliekami nuo 1984 metų. Dviejuose pamečiui įrengtuose bandymuose tirtas 50, 100, 150 ir 200 t ha⁻¹ sapropelio normų ilgalaikis efektyvumas priesmėlio paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms ir sėjomainoje augintų augalų produktyvumui. Palyginimui įrengtas mėšlu tręštas bandymas, kuris buvo atnaujinamas kiekvieną rotaciją. Sėjomainoje auginti augalai (kukurūzai, miežiai, dobilai, žieminiai rugiai, bulvės, avižos) kasmet tręšti optimaliomis normomis mineralinių trąšų.

Ilgalaikų tyrimų duomenų analizė parodė, pasibaigus II (po 12 m.), III (po 18 m.) ir IV (po 24 m.) sėjomainos rotacijoms, sapropelio poveikis dirvožemio cheminėms savybėms išliko teigiamas. Karbonatinis sapropelis sumažino dirvožemio rūgštumą (pH 7,0–7,3). Suminio azoto ir humuso kiekis šiek tiek sumažėjo (nuo 0,129 iki 0,109 % ir nuo 2,46 iki 1,82 %), bet nepasiekė rodiklių, nustatytų prieš bandymų įrengimą. Judriųjų fosforo (88–103 mg kg⁻¹ dirvožemio) ir kalio (19–35 mg kg⁻¹ dirvožemio) kiekis padidėjo. Dirvožemio tręšimas sapropelio 200 t ha⁻¹ norma IV sėjomainos produktyvumą padidino 2–29 %. Tarp derliaus ir dirvožemio rūgštumo, humuso, judriųjų fosforo ir kalio rodiklių nustatytas vidutinis koreliacinis ryšys ($\eta = 0,50-0,58$).

Reikšminiai žodžiai: sapropelis, mėšlas, derlius, dirvožemio savybės.

Įvadas

Lietuvoje uždumblėjusiuose ežeruose yra susikaupę apie 1,5 mlrd. m³ sapropelio /Katkevičius ir kt., 1998/. Šie gausūs ištekliai iki šiol nepanaudojami /Nacionalinė..., 2003/. Įvairios cheminės sudėties sapropelį galima naudoti dirvožemiui pagerinti, o karbonatinį – dirvožemio rūgštumui reguliuoti. Tačiau sapropelio kaip trąšos panaudojimo tyrimų atlikta nedaug, taip pat mažai tyrinėtas ir karbonatinis sapropelis.

Įvairios cheminės sudėties sapropelio tyrimų daug atlikta Latvijoje, Rusijoje, Baltarusijoje, Vokietijoje, Prancūzijoje, Anglijoje /Лопотко и др., 1992; Liepins, 1995; Orlov et al., 1996; Knicher et al., 2001; Соколов и др., 2002; Кирейчева и др., 2004 а; Курзо, 2005; Хохлова и др., 2005; Daux et al., 2006; Thomson et al., 2006/. Šių tyrimų duomenys parodė, kad laukams tręšti tinka įvairios cheminės sudėties sapropelis. Jis itin

efektyvus lengvos granuliometrinės sudėties dirvožemiams. Tręšimas sapropeliu ne tik dirvožemį praturtina organine medžiaga, bet ir pagerina jo struktūrą, fizikines savybes, taip pat yra svarbi priemonė stabdant vėjo eroziją. Beveik visi tyrinėtojai teigia, kad sapropelis yra ilgalaikė dirvožemio agrocheminių ir fizikinių savybių gerinimo priemonė.

Viena pagrindinių sapropelio panaudojimo problemų – jo transportavimas, itin padidinantis 1 t savikainą, todėl daugelis tyrinėtojų pataria naudoti šią trąšą netoli ežerų ir labai dideles jos normas.

Rusijoje ir Baltarusijoje atlikti tyrimai parodė, kad didesnių sapropelio normų įterpimas į mažo produktyvumo dirvožemį veikia labiau kaip meliorantas ir iš esmės pagerina jo agrochemines bei fizikines savybes /Соколов и др., 2002; Гаврильчик и др., 2004; Кирейчева и др., 2004 b/.

Kadangi sapropelio kaip trąšos panaudojimo efektyvumas priklauso nuo gabenimo nuotolio, naudingiau tręšiant naudoti kuo didesnes jo normas. Tačiau kaip ilgai dirvožemyje veiks 50–200 t ha⁻¹ normos (skaičiuojant sausą medžiagą) sapropelio ir kokią įtaką jis turės dirvožemio kokybei, nėra žinoma, todėl Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale nuo 1984 m. atliekami karbonatinio sapropelio tyrimai. Jų tikslas – nustatyti sapropelio įvairių normų įtaką sėjomainoje auginamų augalų derliui ir paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms, palyginti sapropelio poveikį su mėšlo.

Sąlygos ir metodai

Lauko bandymai, kurių metu tirta karbonatinio sapropelio įvairių normų įtaka priemolio paprastojo išplautžemio (IDP), *Haplic Luvisol (LVh)*, agrocheminėms savybėms ir sapropelio efektyvumas keturiuose sėjomainos rotacijose augintų augalų derliui, atlikti 1984–2008 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale.

Du bandymai buvo įrengti paprastojo išplautžemio neutraloko (pH – 6,1) priemolio ant žvyro dirvožemyje pamečiui – 1984 ir 1985 m. Dirvožemyje nustatyta: judriųjų fosforo ir kalio – 230–262 ir 159–194 mg kg⁻¹ dirvožemio, humuso – 1,82–1,90 %.

Lauko sėjomainoje auginta: kukurūzai (*Zea mays* L.), miežiai (*Hordeum* L.) + įsėlis, dobilai (*Trifolium pratense* L.), žieminiai rugiai (*Secale cereale*), bulvės (*Solanum tuberosum* L.), avižos (*Avena sativa* L.). Tirtas karbonatinis sapropelis iš Ilgučio ežero (Vilniaus r.). Prieš naudojimą sapropelis buvo apdžiovinamas prie ežero įrengtuose sėsdirbtuvuose iki 80–85 % drėgnio. Laukeliuose paskleistas pagal bandymų schemą: 1) kontrolinis variantas (be organinių ir mineralinių trąšų), 2) F (fonas) – NPK, 3) F + 50 t ha⁻¹ S (sauso sapropelio), 4) F + 100 t ha⁻¹ S, 5) F + 150 t ha⁻¹ S, 6) F + 200 t ha⁻¹ S, 7) F + 100 t ha⁻¹ M (mėšlo).

Variantas su mėšlu buvo skirtas palyginti sapropelio ir mėšlo poveikiui. Saproelio ir mėšlo cheminė charakteristika pateikta 1 lentelėje.

1 lentelė. Sapropelio ir mėšlo cheminė charakteristika

Table 1. Chemical characteristics of sapropel and manure

Tyrimų medžiaga <i>Research material</i>	% sausiosiose medžiagose / % in dry matter					Organinė medžiaga <i>Organic matter</i>
	N	P	K	Ca	Mg	
Sapropelis <i>Sapropel</i>	1,20	0,041	0,005	13,20	7,89	30,00
Mėšlas <i>Manure</i>	2,10	0,33	1,63	1,26	0,61	62,82

Į dirvožemį sapropelis ir mėšlas buvo įterpti prieš kukurūzų bandymo įrengimą. Pasibaigus I, II, III ir IV sėjomainos rotacijoms, atnaujintas tik tręšimo mėšlu variantas. II, III ir IV sėjomainos rotacijose tirtas tolesnis sapropelio poveikis augalų derėjimui ir dirvožemio agrocheminių savybių pokyčiams. Mineralinės NPK trąšos buvo išbertos kasmet prieš augalų sėją: kukurūzams – $N_{120}P_{60}K_{120}$, miežiams su dobilų išėliu – $N_{30}P_{60}K_{60}$, dobilams – $P_{60}K_{60}$, rugiams ir avižoms – $N_{60}P_{60}K_{60}$, bulvėms – $N_{90}P_{60}K_{120}$.

Bandymai vykdyti keturiais pakartojimais. Bendras laukelio plotas – 80 m², apskaitomojo – 40 m². Variantai išdėstyti vienoje eilėje atsitiktine tvarka.

Prieš bandymų įrengimą ir pasibaigus I, II, III ir IV sėjomainos rotacijoms, iš dirvožemio ariamojo sluoksnio (0–22 cm) buvo paimti ėminiai. Juose nustatyta $pH_{(KCl)}$ – potenciometrinis, hidrolizinis rūgštumas (H) – Kappeno, sorbuotų bazių suma – Kappeno-Hilkovico, judrieji fosforas (P_2O_5) ir kalis (K_2O) – A-L, suminis azotas (N) – Kjeldalio, humuso kiekis – Tiurino metodais. Derlius į pašarinius vienetus perskaičiuotas pagal T. Tamulio metodiką /Tamulis, 1986/.

Visų žemės ūkio augalų derliaus metų duomenys, taip pat sėjomainos produktyvumo ir dirvožemio agrocheminių savybių duomenų analizė atlikta kompiuterine programa *Anova* /Tarakanovas, Raudonius, 2003/. Derliaus priklausomybei nuo dirvožemio agrocheminių savybių nustatyti koreliacijos koeficientas apskaičiuotas kompiuterine programa *Excel 2003 (versija 1)*. Kumuliacinės kreivės duomenys apskaičiuoti prie tyrimų pirmųjų metų derliaus priedo pridėjus kiekvienų kitų metų derliaus priedą.

Rezultatai ir jų aptarimas

Įvairių karbonatinio sapropelio normų įterpimas į paprastąjį išplautžemį turėjo įtakos sėjomainoje auginiems žemės ūkio augalams. Didelių sapropelio normų efektyvumą augalų derliui nustatė ir kiti autoriai /Лопотко и др., 1992; Liepins, 1995; Orlov et al., 1996; Кырзо, 2005/. Pirmaisiais įvairių sapropelio normų poveikio metais, palyginus atskirų variantų derliaus didėjimą, esminis derliaus priedas (3 150 paš. vnt.) buvo gautas tik patręšus mineralinėmis trąšomis (2 lentelė). Mėšlo ir mažesnių sapropelio (50, 100 t ha⁻¹) normų poveikis buvo beveik vienodas. Didesnis ir esminis miežių derliaus priedas (1 955–2 990 paš. vnt.) gautas taip pat patręšus tik mineralinėmis trąšomis ir sapropeliu. Po miežių auginant dobilus, po to – žieminius rugius, bulves ir avižas, įvairių sapropelio normų poveikis buvo nežymus. Esant visiems tręšimo organinėmis trąšomis (tarp jų ir mėšlu) variantams, derlius svyravo paklaidos ribose: dobilų –

2 610–2 792, žieminių rugių – 4 542–4 692, avižų – 3 224–3 455 paš. vnt. Visais atvejais (išskyrus dobilus) esminis derliaus priedas (521–1 593 paš. vnt.) gautas patrešus tik mineralinėmis trąšomis. Palyginus įvairių tręšimo variantų bulvių derlių, išryškėjo neigiama sapropelio įtaka. Matyt, bulvės prastai derėjo dėl per didelio kalcio jonų kiekio, įterpto su karbonatiniu sapropeliu.

Pašarinių vienetų suma per I sėjomainos rotaciją parodė, kad tik didesnės (100, 150, 200 t ha⁻¹) sapropelio normos turėjo įtakos derliaus priedui, kuris siekė tik 3–6 %. Per sėjomainą tręšimas mėšlu derlių padidino 2 %. Prieš II sėjomainos rotaciją atnaujinus tręšimo mėšlu variantą, derliaus priedas labiausiai išryškėjo kukurūzų pasėlyje – gautas didžiausias ir esminis derlius (7 718 paš. vnt.) (2 lentelė). Tačiau ir septintaisiais poveikio metais visos sapropelio normos taip pat tolygiai didino kukurūzų derlių. Vėliau auginant miežius, dobilus ir žieminius rugius derliui labiausiai darė įtaką didžiausia (200 t ha⁻¹) sapropelio norma, o mėšlo poveikis prilygo 100 ir 150 t ha⁻¹ sapropelio normų.

Po žieminių rugių augintos bulvės ir avižos. Tai augalai, pakenčiantys rūgštesnę dirvožemį. Todėl, kaip ir I sėjomainos rotacijoje, II bulvių bei avižų derlius (paš. vnt.) nuo atitinkamai didesnių sapropelio normų tolygiai mažėjo nuo 2250 iki 1 934 ir nuo 2 541 iki 2 189 paš. vnt.

III sėjomainos rotacijoje produktyviausi buvo kukurūzai ir žieminiai rugiai – jų derlius gautas atitinkamai iki 5 199 ir 4 409 paš. vnt., kiek mažiau produktyvūs – miežiai (3 490–3 819 paš. vnt.) ir neproduktyviausi – dobilai, bulvės bei avižos (2 495–4 064 paš. vnt.) (2 lentelė). Įvairių tręšimo variantų sėjomainos produktyvumo palyginimas parodė, kad skirtingų sapropelio normų ilgalaikis teigiamas poveikis buvo pastebimiausias auginant javus, o neigiamas – bulves. Baltarusijos ir Rusijos tyrėjai taip pat nustatė, kad turinčiuose nedaug humuso smėlio dirvožemiuose per 10 metų sapropelis kasmet garantuodavo ne mažesnę kaip 0,6 t ha⁻¹ grūdų derliaus priedą /Лопотко и др., 1992; Гаврильчик и др., 2004/. Proporcingai didinamos sapropelio normos bulvių derlių mažino atitinkamai nuo 3 535 iki 2 906 paš. vnt. Tai turėjo neigiamos įtakos visam sėjomainos produktyvumui. Sėjomainos produktyvumą visos sapropelio normos padidino 3–13 %, o mėšlas – 14 %.

IV sėjomainos rotacijoje pastebėta, kad mėšlo poveikis jau pasibaigęs. Jo efektyvumas prilygo tręšimui mineralinėmis trąšomis. O prieš daugelį metų į dirvožemį įterptos įvairios karbonatinio sapropelio normos teigiamai veikė augalų derėjimą. Visi sėjomainoje auginti žemės ūkio augalai davė atitinkamą derliaus priedą. Itin gerai derėjo kukurūzai. Kaip ir ankstesnėse rotacijose, per IV sapropelio 200 t ha⁻¹ norma kukurūzų derlių padidino net 8 079 paš. vnt. Matyt, iš visų sėjomainoje augintų augalų kukurūzai geriausiai pasisavino maisto elementus (tarp jų ir Ca), įterptus su didele norma sapropelio. Tačiau, kaip ir ankstesnėse rotacijose, IV pasireiškė neigiama sapropelio įtaka bulvėms. Kuo didesnė norma sapropelio buvo įterpta į dirvožemį, tuo bulvės prasčiau derėjo. Jų derlius tolygiai mažėjo nuo 4 269 iki 3 241 paš. vnt. iš hektaro. Tai nulėmė visos sėjomainos produktyvumą. Mažesnės normos (50, 100 t ha⁻¹) sapropelio ji sumažino 2–5 %.

2 lentelė. Karbonatinio spropelio įtaka trijų sėjomainos rotacijų pašarinių vienetų derliui

Table 2. The influence of calcareous spropel on the yield of feed units of three crop rotations

Variantai <i>Treatments</i>	Pašarinių vienetų derlius <i>Yield of feed units</i>						Pašarinių vienetų suma <i>Total feed units</i>		
	kuku- rūžų <i>maize</i>	mie- žių <i>barley</i>	dobi- lų <i>clover</i>	žiemi- nių rugių <i>winter rye</i>	bul- vių <i>potato</i>	avi- žų <i>oats</i>	%		
							per sėjo- mainą <i>over rotation</i>	palyginti su kontroliniu variantu <i>compared with check</i>	palyginti su NPK <i>compared with NPK</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I sėjomainos rotacijos derlius / <i>The yield of the 1st crop rotation</i>									
1. Be trąšų <i>Without fertiliser</i>	5 740	3 328	2 408	4 225	3 894	2 280	21 875	100	–
2. NPK – fonas <i>background</i>	8 890	5 283	2 527	4 746	5 487	3 266	30 199	138	100
3. F + S 50 t ha ⁻¹	9 293	5 457	2 683	4 602	4 720	3 224	29 979	137	99
4. F + S 100 t ha ⁻¹	9 485	5 715	2 792	4 673	5 074	3 293	31 032	142	103
5. F + S 150 t ha ⁻¹	9 695	5 730	2 610	4 692	5 369	3 322	31 418	144	104
6. F + S 200 t ha ⁻¹	9 695	6 318	2 745	4 678	5 222	3 455	32 114	147	106
7. F + M 100 t ha ⁻¹	9 363	5 400	2 662	4 542	5 546	3 342	30 855	141	102
R ₀₅ / LSD ₀₅	438	334	291	172	561	170	873		
II sėjomainos rotacijos derlius / <i>The yield of the 2nd crop rotation</i>									
1. Be trąšų <i>Without fertiliser</i>	4 395	2 340	2 980	3 986	2 059	2 409	18 169	100	–
2. NPK – fonas <i>background</i>	5 366	3 336	2 948	4 336	3 007	2 498	21 491	118	100
3. F + S 50 t ha ⁻¹	5 836	3 419	2 942	4 355	2 250	2 541	21 343	117	99
4. F + S 100 t ha ⁻¹	5 851	3 655	2 829	4 642	1 972	2 306	21 255	117	99
5. F + S 150 t ha ⁻¹	6 145	3 450	2 930	4 502	1 934	2 189	21 150	116	98
6. F + S 200 t ha ⁻¹	6 703	3 764	3 182	4 700	2 407	2 262	23 018	127	107
7. F + M 100 t ha ⁻¹	7 718	3 685	3 074	4 350	3 303	2 610	24 740	136	115
R ₀₅ / LSD ₀₅	9 56	3 27	3 46	341	568	215	1275		
III sėjomainos rotacijos derlius / <i>The yield of the 3rd crop rotation</i>									
1. Be trąšų <i>Without fertiliser</i>	2 235	2 157	2 501	3 081	2 561	2 005	14 540	100	–
2. NPK – fonas <i>background</i>	3 382	3 045	2 791	3 676	4 064	2 529	19 487	134	100
3. F + S 50 t ha ⁻¹	3 902	3 490	2 495	3 869	3 535	2 728	20 019	138	103
4. F + S 100 t ha ⁻¹	4 361	3 545	2 599	4 202	3 058	2 784	20 549	141	105
5. F + S 150 t ha ⁻¹	4 908	3 595	2 661	4 285	2 917	2 774	21 140	145	109
6. F + S 200 t ha ⁻¹	5 199	3 815	2 790	4 409	2 906	2 824	21 943	151	113
7. F + M 100 t ha ⁻¹	5 058	3 819	2 666	3 726	4 441	2 561	22 271	153	114
R ₀₅ / LSD ₀₅	720	352	498	381	822	368	1359		

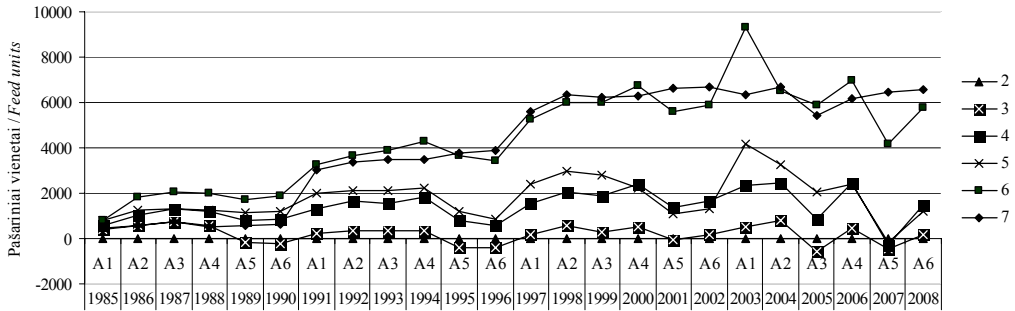
2 lentelės tęsinys
Table 2 continued

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IV sėjomainos rotacijos derlius / <i>The yield of the 4th crop rotation</i>									
1. Be trąšų <i>Without fertiliser</i>	6 637	1 450	3 837	1 882	2 993	1 439	18 238	100	–
2. NPK – fonas <i>background</i>	7 431	2 855	5 538	3 005	4 679	2 584	26 092	143	100
3. F + S 50 t ha ⁻¹	7 776	3 076	4 662	2 998	4 269	2 766	25 547	140	98
4. F + S 100 t ha ⁻¹	8 225	3 257	4 511	3 068	3 011	2 701	24 773	136	95
5. F + S 150 t ha ⁻¹	9 202	3 191	4 769	3 193	3 438	2 767	26 560	146	102
6. F + S 200 t ha ⁻¹	15 510	3 360	5 412	3 196	3 241	2 835	33 554	184	129
7. F + M 100 t ha ⁻¹	8 210	3 181	4 725	2 926	4 493	2 667	26 202	144	100
R ₀₅ / LSD ₀₅	933	308	650	138	761	223	1427		

Pastaba / *Note:* F – fonas / *background*, S – sapropelis / *sapropel*, M – mėšlas / *manure*.

Matyt, neigiamam sapropelio poveikiui didelę įtaką turėjo per didelis kalcio jonų kiekis, į dirvožemį įterptas su gana didelėmis (400–800 t ha⁻¹, skaičiuojant natūraliai drėgną medžiagą) normomis sapropelio. Tai smarkiai paveikė dirvožemio rūgštumą. Žymus dirvožemio neutralizavimas sumažino tirpių mikroelementų kiekį, o tai galėjo lemti neigiamą trąšų įtaką derliui /Савич и др., 1988/.

Teigiamą ir neigiamą įvairių sapropelio normų įtaką per 24 sėjomainos metus atspindi kumuliacinė derliaus priedų kreivė. Ji rodo, kad I sėjomainos rotacijoje pirmuosius ketverius metus tręšimas mėšlu prilygo 50 t ha⁻¹ sauso sapropelio normos efektyvumui (1 pav.). Didesnės (100–200 t ha⁻¹) sapropelio normos derliaus priedą proporcingai didino. Tačiau tais metais, kai augintos bulvės ir avižos, nuo visų sapropelio normų derliaus priedas sumažėjo, o nuo 50 t ha⁻¹ buvo netgi neigiamas. Per II sėjomainos rotaciją derliaus priedą gerokai padidino tręšimas mėšlu ir tolesnis 200 t ha⁻¹ sapropelio normos poveikis. Tačiau tais metais, kai sėjomainoje pakartotos bulvės ir avižos, nuo visų sapropelio normų derliaus priedas sumažėjo, o nuo 50 t ha⁻¹, kaip ir I rotacijoje, buvo neigiamas. III rotacijoje (1997–2002 m.) kumuliacinė kreivė vėl pradėjo kilti, bet 2001 ir 2002 m., auginant bulves ir avižas, kaip ir per pirmąsias rotacijas, derliaus priedas sumažėjo. IV sėjomainos rotacijoje (2002–2008 m.) neigiamas sapropelio poveikis 2005 m. pasikartotojė dobilams, o 2007 m. – bulvėms.



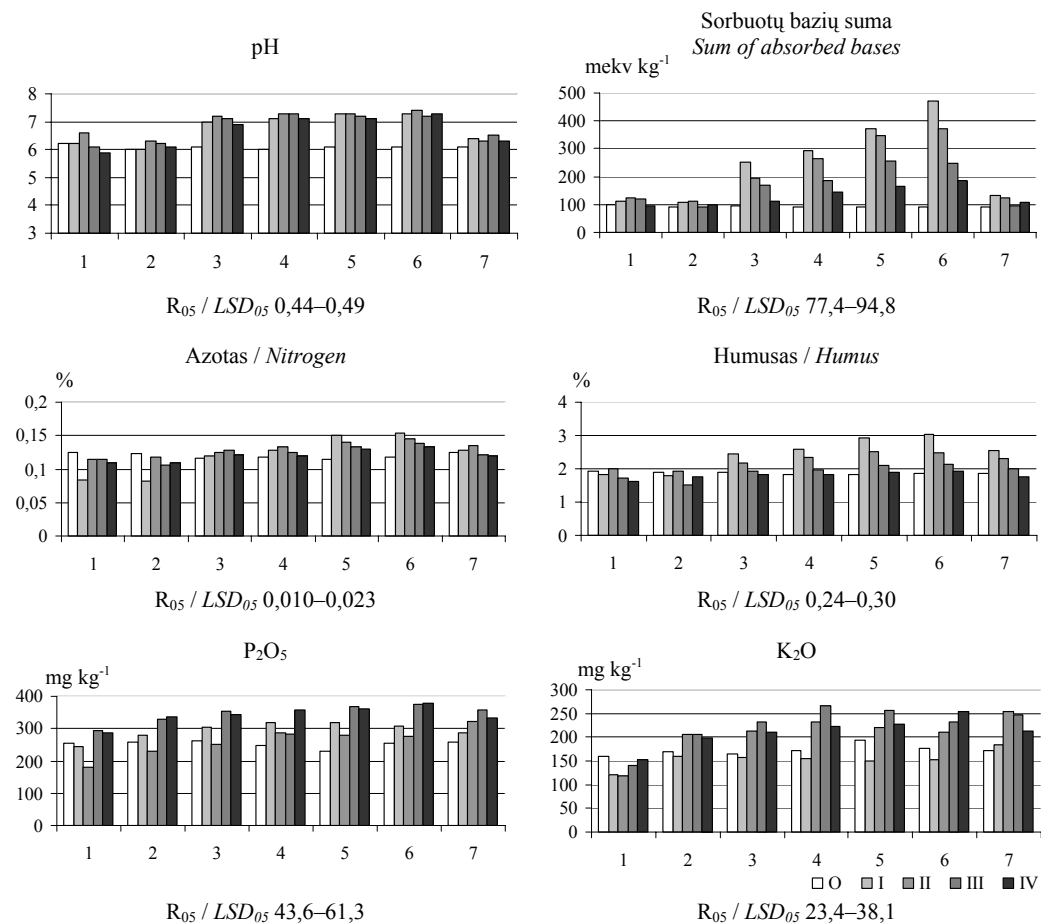
Pastaba / Note. 2–7 – bandymų variantai / trial treatments: 2) F – NPK, 3) F + S 50 t ha⁻¹, 4) F + S 100 t ha⁻¹, 5) F + S 150 t ha⁻¹, 6) F + S 200 t ha⁻¹ 7) M 100 t ha⁻¹. F – fonas / background, S – sapropelis / sapropel, M – mėšlas / manure.

A1–A6 – augalai / crops: A1 – kukurūzai / maize, A2 – miežiai / barley, A3 – dobilai / clover, A4 – rugiai / winter rye, A5 – bulvės / potatoes, A6 – avižos / oats.

1 paveikslas. Derliaus priedo nuo įvairių karbonatinio sapropelio normų kumuliacinė kreivė

Figure 1. Cumulative curve of yield increase from the different rates of calcerous sapropel

Pasibaigus IV sėjomainos rotacijai, po 24 metų priesmėlio paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms sapropelio poveikis išliko teigiamas (2 pav.). Po I sėjomainos rotacijos dirvožemio rūgštumą sumažino visos karbonatinio sapropelio normos. Ariamojo sluoksnio pH pakito nuo 6,0 iki 7,0–7,3. Po II, III ir IV sėjomainos rotacijų dirvožemio rūgštumas nepakito – pH liko 7,1–7,3. Kontrolinio varianto pH buvo 5,9–6,1, o varianto su mėšlu pH – 6,3. Palyginti su I sėjomainos rotacija, po II, III ir IV rotacijų sorbuotų bazių suma sapropeliu patręštame dirvožemyje sumažėjo 24–99 mekv kg⁻¹ dirvožemio, tačiau ir po 24 sėjomainos metų išliko pakankamai didelė (atitinkamai kontrolinio varianto – 95, variantų su sapropeliu po II sėjomainos rotacijos – 196–371, po III – 170–248 ir po IV – 113–186 mekv kg⁻¹ dirvožemio). Nors sapropelis neturėjo daug organinių medžiagų, bet patręšus pagal dideles jo normas į dirvožemį buvo įterpta gana daug šių medžiagų. Todėl po I sėjomainos rotacijos dirvožemyje humuso pagausėjo 0,56–1,19 proc. vnt. ir atitinkamai 0,003–0,036 proc. vnt. – suminio azoto. Didinant sapropelio normas, šie rodikliai nuosekliai didėjo. Po 24 sėjomainos metų suminio azoto kiek daugiau rasta pagal didesnes sapropelio normas (150, 200 t ha⁻¹) patręštame dirvožemyje, tačiau šie rodikliai svyravo paklaidos ribose. Pagal mažesnes sapropelio normas (50, 100 t ha⁻¹) patręštame dirvožemyje suminio azoto kiekis sumažėjo nuo 0,129 iki 0,109 %. Po III ir IV sėjomainos rotacijų suminio azoto kiekis taip pat šiek tiek sumažėjo, tačiau nepasiekė pirminio lygio, t. y. suminio azoto duomenų rodiklių prieš bandymų įrengimą. Kas rotaciją mėšlu patręštame dirvožemyje suminio azoto kiekis turėjo tendenciją didėti, bet po III ir IV rotacijų sumažėjo.



Pastaba / Note. 1–7 – bandymų variantai / trial treatments: 1) be trąšų / without fertiliser, 2) F – NPK, 3) F + S 50 t ha⁻¹, 4) F + S 100 t ha⁻¹, 5) F + S 150 t ha⁻¹, 6) F + S 200 t ha⁻¹, 7) M 100 t ha⁻¹. F – fonas / background, S – sapropelis / sapropel, M – mėšlas / manure. 0–IV – agrocheminių tyrimų duomenys prieš bandymo įrengimą ir po kiekvienos sėjomainos rotacijos / agrochemical indicators before experiments and after each crop rotation.

2 paveikslas. Agrocheminių rodiklių pokyčiai priesmėlio paprastąjį išplautžemį patiršus pagal įvairias karbonatinio sapropelio normas

Figure 2. Changes of agrochemical indicators as influenced by various rates of calcareous sapropel applied on a sandy loam Haplic Luvisol

Humuso kiekis ir po II, III ir IV sėjomainos rotacijų, palyginti su rodikliais po I rotacijos, visuose variantuose, kur buvo tręšta sapropeliu ir mėšlu, sumažėjo atitinkamai 0,26–0,89 ir 0,25–0,54 proc. vnt. Suminio azoto ir humuso rodiklių pokyčiai parodė, kad sapropelio mineralizacija yra lėta ir dar gali užtrukti kelerius metus.

Po šešerių sėjomainos metų atlikus judriojo fosforo analizes nustatyta, kad sapropelio kaip trąšos panaudojimas dirvožemyje fosforo kiekį padidino nuo 230 iki 320 mg kg⁻¹ dirvožemio. Tačiau po II sėjomainos rotacijos šis rodiklis sumažėjo iki

33–56 mg kg⁻¹ dirvožemio, o po III ir IV nuo didesnių normų (150, 200 t ha⁻¹) sapropelio fosforo kiekis padidėjo iki 88–103 mg kg⁻¹ dirvožemio.

Dėl kalio stokos sapropelyje didžiausias šio mitybos elemento kiekis į dirvožemį pateko su mineralinėmis trąšomis, todėl natūralu, kad po šešerių sėjomainos metų dirvožemyje kalio kiekis sumažėjo iki 7–43 mg kg⁻¹ dirvožemio (1 lentelė). Kalio pagausėjo (nuo 172 iki 184 mg kg⁻¹ dirvožemio) tik 7 variante, dirvožemį mineralinių trąšų fone kas sėjomainos rotaciją patręštus mėšlu. Po I sėjomainos rotacijos gautus agrocheminių tyrimų duomenis patvirtina dirvožemio kalio balanso skaičiavimai, o po II sėjomainos rotacijos tokio rezultato negauta. Kalio agrocheminiai tyrimai parodė, kad po II sėjomainos rotacijos nuo sapropelio trąšų dirvožemyje kalio pagausėjo 56–77, o po III ir IV rotacijų 19–35 mg kg⁻¹ dirvožemio. Matyt, dėl kalcio jonų su mažai tirpiaisi mineralais kalis sudaro gana tirpius junginius. Bet kadangi kalcis ir kalis yra antagonistai, pastarojo kiekis augalų derliuje nepadidėjo. Todėl, tiriant sapropelio kaip trąšos panaudojimo galimybes, būtina atlikti įvairių fosforo ir kalio formų dirvožemyje analizes.

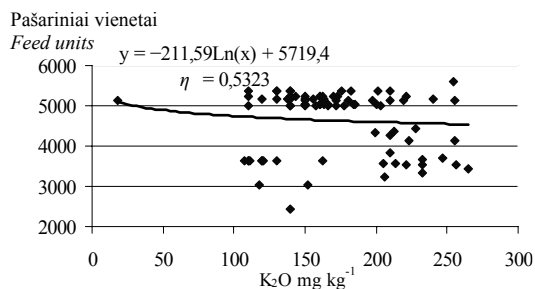
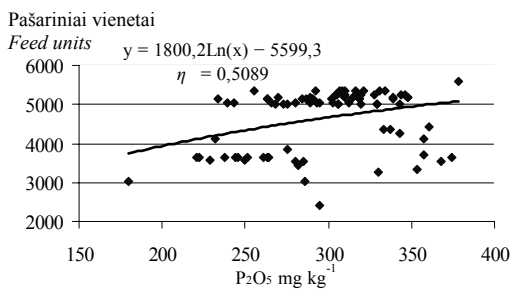
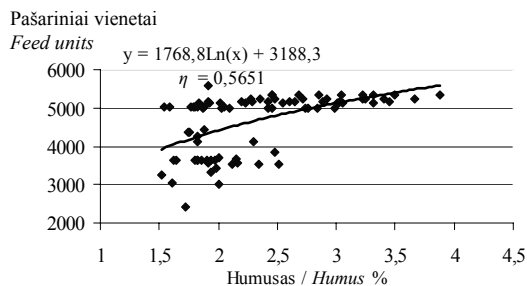
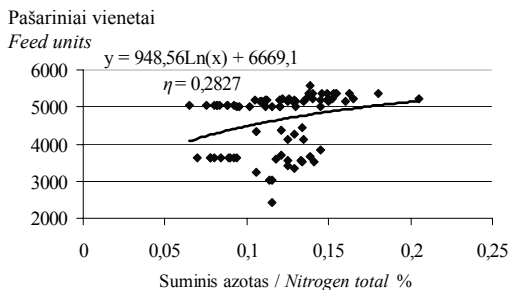
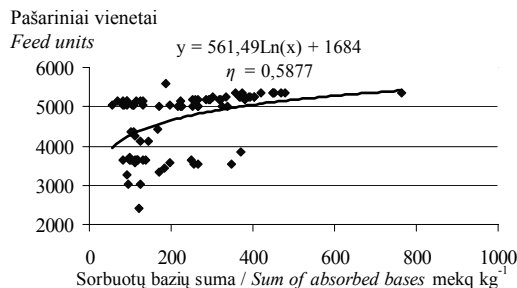
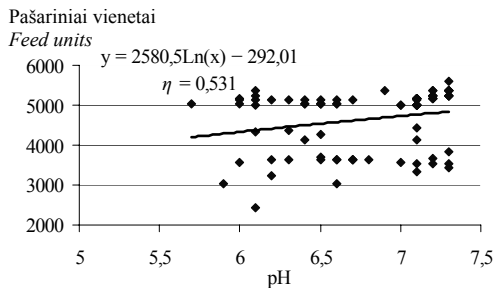
Priesmėlio paprastajam išplautžemiui tręšti panaudojus karbonatinį sapropelį, žymiai pagerėjo dirvožemio agrocheminės savybės. Šie pokyčiai neišnyko ir po keturių sėjomainos rotacijų. Teoriškai, pagerėjus dirvožemio savybėms, atitinkamai turėtų padidėti ir augalų derlius. Tačiau atliktų tyrimų duomenys parodė, kad ne visais atvejais gauti rezultatai atitiko tikėtinus. Tai parodo ir koreliacinė bei regresinė derliaus dirvožemio agrocheminių savybių duomenų analizė (2 pav.). Analizei buvo panaudoti sėjomainos trijų rotacijų pašarinių vienetų vidutiniai vienerių metų derliaus duomenys ir dirvožemio agrocheminių savybių rodikliai, gauti po kiekvienos sėjomainos rotacijos. Karbonatinis sapropelis didžiausią įtaką turėjo dirvožemio rūgštumo rodikliams. Dirvožemio pH ir po keturių sėjomainos rotacijų beveik nepakito, o sorbuotų bazių sumos rodikliai kiek sumažėjo, bet liko daug didesni nei prieš bandymų įrengimą. Todėl tarp dirvožemio rūgštumo rodiklių ir išauginto derliaus nustatyta vidutinė koreliacija: tarp pH ir derliaus – $\eta = 0,53$, o tarp sorbuotų bazių sumos ir derliaus – $\eta = 0,58$.

Pagrindinis suminio azoto kiekis į dirvožemį buvo įterptas su sapropeliu. Per keturias sėjomainos rotacijas augalams jo nepritrūko. Tačiau augalai, matyt, dėl lėtos sapropelio mineralizacijos ir nedidelių derliaus priedų pasisavino per mažai azoto, todėl šiuo atveju koreliacinis ryšys tarp suminio azoto ir derliaus buvo silpnas ($\eta = 0,28$) (3 pav.).

Patręšus pagal įvairias sapropelio normas, dirvožemis buvo atitinkamai papildytas humuso medžiagomis, kurios jau buvo susiformavusios sapropelyje. Atlikus koreliacinę bei regresinę humuso kiekio dirvožemyje ir išauginto derliaus analizę, tarp šių rodiklių nustatytas vidutinio stiprumo ryšys ($\eta = 0,56$).

Prieš bandymų įrengimą priesmėlio paprastasis išplautžemis buvo didelio fosforingumo (P₂O₅ – 230–262 mg kg⁻¹ dirvožemio). Šį kiekį dar papildė kasmetinis tręšimas superfosfatu, matyt, dėl to koreliacinis ryšys tarp judriojo fosforo kiekio dirvožemyje ir derliaus buvo vidutinio stiprumo ($\eta = 0,50$).

Karbonatiniame sapropelyje kalio kiekis buvo itin mažas (K₂O – 0,005 %), todėl didžiausias jo kiekis į dirvožemį pateko su mineralinėmis trąšomis. Kalingame (K₂O – 159–194 mg kg⁻¹ dirvožemio) priesmėlyje šis kiekis buvo optimalus. Augalai jį pakankamai gerai pasisavino, ir šiuo atveju tarp judriojo kalio dirvožemyje bei derliaus nustatytas vidutinio stiprumo ($\eta = 0,50$) koreliacinis ryšys.



3 paveikslas. Derliaus priklausomumas nuo priesmėlio paprastojo išplautžemio agrocheminių savybių

Figure 3. Feed unit yield in relation to agrochemical properties of Haplic Luvisol

Išvados

1. Priesmėlio paprastajam išplautžemiui (*Haplic Luvisol*) tręšti panaudojus įvairias karbonatinio sapropelio normas nustatyta, kad per tris pirmąsias sėjomainos rotacijas derlių labiausiai padidino 200 t ha⁻¹ norma sauso sapropelio, kurio poveikis prilygo mėšlo. Tačiau IV sėjomainos rotacijoje mėšlo poveikis baigėsi. Palyginti su kontroliniu variantu, didesnės normos (150, 200 t ha⁻¹) sapropelio sėjomainos produktyvumą padidino 2–29 %. Visose keturiuose sėjomainos rotacijose pastebėta neigiama karbonatinio sapropelio įtaka bulvių derliui.

2. Pasibaigus IV sėjomainos rotacijai, po 24 metų išliko teigiamas sapropelio poveikis priesmėlio paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms. Agrocheminius rodiklius po I sėjomainos rotacijos palyginus su gautais po II, III ir IV rotacijų, dirvo-

žemio pH liko nepakitęs. Kas rotaciją sorbuotų bazių, suminio azoto, humuso kiekis vis mažėjo, tačiau nepasiekė pradinio lygio, t. y. duomenų prieš bandymų įrengimą. Dėl kasmetinio tręšimo mineralinėmis trąšomis dirvožemyje kas rotaciją padidėdavo judriųjų fosforo ir kalio kiekis.

3. Sėjomainoje išaugintas derlius labiausiai priklausė nuo dirvožemio pH ir sorbuotų bazių sumos, taip pat nuo dirvožemyje esančio humuso ir judriojo kalio kiekio. Tarp šių rodiklių ir derliaus nustatytas vidutinio stiprumo koreliacinis ryšys ($\eta = 0,50-0,58$).

Gauta 2009 10 28
Pasirašyta spaudai 2009 12 16

LITERATŪRA

1. Daux V., Foucault A., Melieres F., Turpin M. Sapropel-like pliocene sediments of Sicily deposited under oxygenated bottom water // Bulletin de la Societe geologique de France. – 2006, vol. 177, No. 2, p. 79–88
2. Katkevičius L., Ciūnys A., Bakšienė E. Ežerų sapropelis žemės ūkiui. – Akademija, Kėdainių r., 1998. – 94 p.
3. Knicker H., Hatcher P. G. Sequestration of organic nitrogen in the sapropel from Mangrove lake, Bermuda // Organic Geochemistry. – 2001, vol. 32, iss. 5, p. 733–744
4. Liepins J. Advantage of sapropel for the improvement of sandy soils with a low humus content // Lauksaimniecības Universitetas raksti. – 1995, vol. 278, No. 1, p. 8–9
5. Nacionalinė darnaus vystymosi strategija. – Vilnius, 2003. – 83 p.
6. Orlov D. S., Sadovnikova L. K. Nontraditional ameliorants and organic fertilizers // Euroasian Soil Science. – 1996, vol. 29, No. 4, p. 474–479
7. Tamulis T. Pašarų cheminė sudėtis ir maistingumas. – Vilnius, 1986, p. 30–144
8. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas *Anova*, *Stat*, *Split-Plot* iš paketo *Selekcija* ir *Irristat*. – Akademija, Kėdainių r., 2003. – 57 p.
9. Thomson J., Croudace I. W., Rothwell R. G. A geochemical application of the ITRAX scanner to a sediment core containing eastern Mediterranean sapropel units // Geological Society. – London, UK, special publication, 2006, vol. 267, p. 65–77
10. Гаврильчик А. П., Лис А. И., Курзо Б. В. Торфяной и сапропелевый фонды республики Беларусь и проблема их использования // Природопользование: сборник научных трудов. – 2004, вып. 10, с. 102–106
11. Лопотко М. З., Евдокимова Г. Ф., Кузьмицкий П. Л. Сапропели в сельском хозяйстве. – Минск, 1992, с. 94–140
12. Кирейчева Л. В., Хохлова О. Б. Сравнительная эффективность гуминовых препаратов типа «Дарина» и сапропеля // Агрехимический вестник. – 2004 (а), № 3, с. 19–20
13. Кирейчева Л. В., Хохлова О. Б. Удобрительно-мелиорирующие смеси на основе сапропелей // Плодородие. – 2004 (b), № 4, с. 26–28
14. Курзо Б. В. Закономерности формирования и проблемы использования сапропеля. – Минск, 2005. – 224 с.
15. Савич В. И., Наумова Л. М., Мурадин Н. М., Трубицина Е. В. Скрытое отрицательное действие удобрений и мелиорантов // Земледелие. – 1988, № 10, с. 24–26

16. Соколов Г. А., Тишкович А. В., Братишко Р. Ф. и др. Торф и сапропель в решении агроэкологических проблем // Природопользование: сборник научных трудов. – 2002, вып. 8, с. 154–166

17. Хохлова О. Б., Кирейчева Л. В. Повышение плодородия почв на основе внесения сапропелей // Вестник РАСХН. – 2005, № 5, с. 37–40

ISSN 1392-3196

Zemdirbyste-Agriculture, vol. 96, No. 4 (2009), p. 3–14

UDK [631.826+631.82]:631.55:631.41

Long term research on calcareous sapropel in *Haplic Luvisol*

E. Bakšienė

Lithuanian Institute of Agriculture

Summary

Research on calcareous sapropel has been done at the Vokė Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture since 1984. The experiments were carried out on a sandy loam *Haplic Luvisol* in the crop rotation (maize, barley, clover, winter rye, potatoes, oats) with the application of 50, 100, 150, 200 t ha⁻¹ rates of dry calcareous sapropel and 100 t ha⁻¹ of manure on the background of mineral fertilisers.

Summarised results of the long-term experiment showed that by the end of the second (after 12 years), third (after 18 years) and fourth (after 24 years) rotations the effect of sapropel on soil chemical properties was positive. Calcareous sapropel reduced soil pH (7.0–7.3) and increased the amount of exchangeable bases. Under the influence of sapropel, the contents of total nitrogen decreased from 0.129 to 0.109% and humus from 2.46 to 1.82%. The amount of mobile phosphorus (88–103 mg kg⁻¹) and potassium (19–35 mg kg⁻¹) increased. The experimental evidence suggests that the high rates (150, 200 t ha⁻¹) of dry sapropel after 24 years of application increased the productivity of crops. The highest rate of sapropel (200 t ha⁻¹) was more effective than manure. Moderate correlation ($\eta = 0.50–0.58$) was established between the yield of crop rotation and indicators of soil acidity, humus, mobile phosphorus and potassium.

Key words: sapropel, soil, chemical properties, yield.