

I skyrius. AGROCHEMIJA IR DIRVOTYRA

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė. Mokslo darbai, 2005, 1, 89, 3-17

UDK 631.826:631.442.1

ILGALAIKIAI KARBONATINIO SAPROPELIO TYRIMAI PRIESMĖLIO PAGRASOJO IŠPLAUTŽEMIO DIRVOŽEMYJE

Eugenija BAKŠIENĖ, Valerija JANUŠIENĖ

Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filialas

Trakų Vokė, Vilnius

El. p. eugenija.baksiene@voke.lzi.lt

Santrauka

Straipsnyje pateikiama duomenų analizė ilgamečių bandymų, atliekamų Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale nuo 1984 metų. Tirtas karbonatinio sapropelio 50, 100, 150, 200 t ha⁻¹ normų (skaičiuojant sausąją medžiagą) poveikis šešialaukėje sėjomainoje auginamų augalų (kukurūzų, miežių, dobilų, žieminių rugių, bulvių, avižų) derliui, paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms ir humuso kokybinei sudėčiai. Palyginimui įrengtas variantas su mėšlu, kuris buvo atnaujinamas kas rotaciją. Kasmet prieš augalų sėją dirvožemis tręštas mineralinėmis trąšomis.

Tyrimų rezultatai rodo, kad nuo didesnių sapropelio normų (150, 200 t ha⁻¹) trečiosios sėjomainos augalų produktyvumas didėjo kaip ir nuo mėšlo. Taip pat nustatyta, kad po trijų sėjomainos rotacijų sapropelio veikimas išliko teigiamas. Dirvožemio agrocheminės savybės kas rotacija prastėjo, tačiau nepasiekė rodiklių, buvusių prieš bandymų įrengimą. Fosforo ir kalio kiekis dirvožemyje kas rotaciją gausėjo. Nuo sapropelio gerėjo humuso kokybė ($C_{HA} : C_{FA} - 0,74-0,77$; kontr. var. $- 0,71$).

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

Įvadas

Žemdirbystės plėtojimui didelę reikšmę turi visų organinių trąšų naudojimas tręšimui, tarp jų ir sapropelio, kuris, vykstant sedimentaciniams procesams, gausiai kaupiasi ežeruose, pelkėse, tvenkiniuose ir upių salpose. Pastaraisiais dešimtmečiais, intensyvuojant gamybinių objektų antropogeninei veiklai ir vykstant natūraliems eutrofizacijos procesams, ežerai sparčiai dumbliėja, tampa netinkami naudojimui /Adriaens ir kt., 2002; Adresini ir kt., 2003/.

Atskirų vandens telkinių sapropelių sudėtis yra nevienoda. Juose randama apie 15-90 % organinės medžiagos, 5-60 % kalcio karbonatų, silicio, magnio, geležies, aliuminio, mangano, fosforo, kalio, natrio oksidų, įvairių mikroelementų: mangano, cinko, vario, molibdeno, kobalto, boro ir kt. Be to, sapropelyje yra vitaminų, aminorūgščių ir kitokių biologiškai aktyvių medžiagų. Visi šie komponentai yra reikalingi žemės ūkio augalų mitybai.

Dėl sapropelio naudojimo tręšimui didelis dėmesys buvo skiriamas Baltarusijoje ir Rusijoje. Baltarusijos durpių institutas ne tik plačiai tyrė sapropelį, bet ir paruošė jo klasifikaciją, kur sapropeliai suskirstyti į grupes: labai peleningi (organiniai), turintys iki 30 % pelenų, labai peleningi (30-85 % pelenų). Labai peleningi, atsižvelgiant į pelenų sudėtį, skirstomi į silicinius – vyrauja silicis, karbonatinius – vyrauja karbonatai ir mišrius, turinčius vienodą kiekį kalcio ir silicio oksidų /RST BSSR 8 38-86, 1986/.

Sapropelio transportavimas labai padidina jo naudojimo savikainą. Todėl daugelis sapropelio tyrinėtojų pataria šią trąšą naudoti netoli ežerų ir labai didelėmis normomis.

Sapropelio padidintą normą įterpus į mažai produktyvų dirvožemį, jis veikia ir kaip meliorantas iš esmės gerindamas dirvožemių agrochemines ir fizikines savybes /Bakšeev, 1998; Kirejčeva, Chochlova, 1998; Titova, 2003/.

Rusijos mokslininkai tyrinėjo karbonatinio sapropelio veikimą ir lygino su kalkinių medžiagų veikimu. Karbonatinis sapropelis savo veikimu nenusileido kalkinėms trąšoms ir dolomitmilčiams, o kai kuriais atvejais buvo pranašesnis, nes praturtino dirvožemius augalams reikalingomis maisto medžiagomis. Patręšus dolomitmilčių 4,65 t ha⁻¹ ir ekvivalentine pagal CaCO₃ kiekį sapropelio norma (48 t ha⁻¹), gautas vienodas javų derliaus priedas. Karbonatinis sapropelis, ypač efektyvus buvo dobilams, žymiai padidino jų derlių ir pagerino kokybę /Maksimov ir kt., 2000; Orlov, Sadovnikova, 1996/.

Lietuvoje yra 2 850 ežerų (neskaičiuojant visai mažų), kuriuose sapropelio atsargos gali sudaryti 5 760 mln m³, o pelkėse – iki 4 500 mln m³ /Kilkus, 1999/. Visos sapropelio atsargos Lietuvoje sudaro per 10 mlrd. m³ /Linčius, 1977/. Tikėtina, kad šių gausių organinės medžiagos resursų pagrindinis vartotojas bus žemės ūkis /Žvironaitė ir kt., 2002/. Tačiau sapropelio naudojimo laukų tręšimui galimybės Lietuvoje mažai tirtos. Todėl Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale nuo 1984 metų atliekami ilgalaikiai karbonatinio sapropelio tyrimai. Tikslas – nustatyti sapropelio įvairių normų įtaką sėjomainoje auginamų augalų derliui bei paprastojo išplautžemio (*Haplic Luvisol*) agrocheminėms savybėms ir humuso kokybinei sudėčiai, apskaičiuoti pagrindinių maisto elementų balansą dirvožemyje bei palyginti sapropelio veikimą su mėšlo veikimu.

Tyrimų sąlygos ir metodai

Lauko bandymai, kuriuose buvo tiriama karbonatinio sapropelio įvairių normų įtaka priemolio paprastojo išplautžemio (*Haplic Luvisol*) agrocheminėms savybėms ir humuso kokybinei sudėčiai bei sapropelio efektyvumas trijose sėjomainos rotacijose auginamų augalų derlingumui bei derliaus kokybei atlikti 1984-2002 metais Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale.

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

Lauko sėjomainoje: kukurūzai (*Zea mays* L.), miežiai (*Hordeum* L.) + įsėlis, dobilai (*Trifolium pratense* L.), žieminiai rugiai (*Secale cereale* L.), bulvės (*Solanum tuberosum* L.), avižos (*Avena sativa* L.) buvo tiriama karbonatinis sapropelis iš Ilgučio ežero (Vilniaus raj.). Sapropelis prieš naudojant apdžiovintas prie ežero įrengtuose sėsdintuvuose iki 80-85 % drėgnumo. Laukeliuose paskleistas pagal bandymo schemą: 1. Kontrolinis variantas (be organinių ir mineralinių trąšų). 2. NPK – fonas. 3. Fonas + 50 t ha⁻¹ sauso sapropelio. 4. Fonas + 100 t ha⁻¹ sauso sapropelio. 5. Fonas + 150 t ha⁻¹ sauso sapropelio. 6. Fonas + 200 t ha⁻¹ sauso sapropelio. 7. Fonas + 100 t ha⁻¹ mėšlo.

Variantas su mėšlu skirtas sapropelio ir mėšlo veikimui palyginti. Sapropelio ir mėšlo cheminė sudėtis pateikta 1 lentelėje.

Sapropeliu ir mėšlu dirvožemis tręštas pradėjus bandymus, prieš kukurūzų sėją. Pasibaigus I, II ir III sėjomainos rotacijoms, atnaujintas tik tręšimo mėšlu variantas. II ir III sėjomainos rotacijose stebėtas tolesnis sapropelio poveikis augalų derėjimui ir dirvožemio agrocheminių savybių pokyčiams. Lietuvoje rekomenduotomis optimaliomis mineralinių NPK trąšų normomis tręšta kasmet prieš augalų sėją /Lauko, sodo ir daržo..., 1976/. Mineralinių trąšų norma kukurūzams – N₁₂₀P₆₀K₁₂₀, miežiams su dobilų įsėliu – N₃₀P₆₀K₆₀, dobilams – P₆₀K₆₀, rugiams ir avižoms – N₆₀P₆₀K₆₀, bulvėms – N₉₀P₆₀K₁₂₀.

1 lentelė. Sapropelio ir mėšlo cheminė sudėtis % sausosiose medžiagose
Table 1. Chemical composition of sapropel and manure % in dry matter

Tiriama medžiaga <i>Test material</i>	N	P	K	Ca	Mg	Organinė medžiaga <i>Organic matter</i>
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

Bandymų laukelio bendras plotas – 80 m², apskaitinio – 40 m². Pakartojimai – keturi. Variantai išdėstyti vienoje eilėje atsitiktinai.

Pasibaigus I, II ir III sėjomainos rotacijoms, iš dirvožemio armens (0-22 cm) paimti mėginiai ir nustatyta pH_{KCl} – potenciometriiniu, hidrolizinis rūgštumas (H) – Kappeno, sorbuotų bazių suma (S) – Kappeno-Hilkovico, judrieji fosforas (P₂O₅) ir kalis (K₂O) – A-L, bendrasis azotas (N) – Kjeldalio, humuso kiekis – Tiurino metodais. Humuso kokybinė sudėtis nustatyta remiantis Tiurino schema ir Ponomariovos Kononovos Belčikovos bei Nikitino modifikacijomis /Orlov, Grišina, 1981/.

Derlius pašariniais vienetais perskaičiuotas pagal T.Tamulio duomenis /Tamulis, 1986/.

Visų žemės ūkio augalų metiniai derliaus duomenys, taip pat sėjomainos produktyvumo ir dirvožemio agrocheminių savybių duomenų analizė atlikta kompiuterine programa ANOVA /Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

Pasibaigus trečiajai sėjomainos rotacijai, po 18-os metų sapropelio veikimas priemolio paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms išliko teigiamas (2 lentelė).

Po pirmosios sėjomainos rotacijos nuo visų karbonatinio sapropelio normų sumažėjo dirvožemio rūgštumas. Armens pH_{KCl} kito nuo 6,0 iki 7,0-7,3. Po antrosios ir trečiosios sėjomainos rotacijų dirvožemio rūgštumas nekito – pH_{KCl} liko 7,1-7,4. Tuo tarpu kontroliniame variante – pH_{KCl} buvo 6,6, o variante su mėšlu – 6,3. Palyginus su pirmąja sėjomainos rotacija, po antrosios – sorbuotų bazių suma sapropeliu tręštame dirvožemyje sumažėjo 24-99 mekv. kg⁻¹ dirvožemio, tačiau ir po 12-os ir po 18-os sėjomainos metų išliko pakankamai didelė (kontr. var. atitinkamai – 124 ir 120, variantuose su sapropeliu – 196-371, 170-248 ir variante su mėšlu atitinkamai – 126 ir 97 mekv. kg⁻¹ dirvožemio). Nors sapropelis nebuvo turtingas organinių medžiagų, tačiau patręšus didelėmis jo normomis, į dirvožemį šių medžiagų buvo įterpta gana daug. Todėl po pirmosios sėjomainos rotacijos dirvožemyje humuso pagausėjo 0,56-1,19 proc. vnt. ir bendrojo azoto atitinkamai 0,003-0,036 proc. vnt. Šie rodikliai nuosekliai didėjo, didinant sapropelio normas. Po 12-os sėjomainos metų bendrojo azoto kiek daugiau rasta mažesnėmis (50, 100 t ha⁻¹) sapropelio normomis tręštame dirvožemyje, tačiau šie rodikliai buvo paklaidos ribose. Didesnėmis (150, 200 t ha⁻¹) sapropelio normomis tręštame dirvožemyje bendrojo azoto kiek ryškiau sumažėjo. Po trečiosios sėjomainos rotacijos bendrojo azoto kiekiai taip pat šiek tiek sumažėjo, tačiau nepasiekė pirminio lygio, t.y. bendrojo azoto duomenų rodiklių prieš bandymų įrengimą. Kas rotacija mėšlu patręštame dirvožemyje bendrojo azoto kiekis turėjo tendenciją didėti, bet po III rotacijos sumažėjo. Agrocheminiai bendrojo azoto duomenys atitinka pateiktiesiems 3 lentelėje dirvožemio azoto balanso duomenims.

2 lentelė. Karbonatinio sapropelio įtaka priemolio paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms

Table 2. The influence of calcareous sapropel on agrochemical properties in Haplic Luvisol Vokė, 1984-2002 m.

Variantas <i>Treatment</i>	pH _{KCl}	Sorbuotų bazių suma mekv kg ⁻¹ <i>Total absor- bed bases meq kg⁻¹</i>	Bendrasis N	Humusas	Judrieji	
			<i>Total N</i>	<i>Humus</i>	<i>Available</i>	
			%		mg kg ⁻¹	
					P ₂ O ₅	K ₂ O
Be trąšų	6,2*	100	0,124	1,93	255	159
<i>Without fertilizers</i>	6,2**	113	0,084	1,82	246	121
	6,6***	124	0,114	2,01	180	118
	6,1****	120	0,115	1,72	295	140
NPK – fonas	6,0	89	0,123	1,88	260	170
<i>NPK background</i>	6,0	108	0,082	1,79	280	160
	6,3	110	0,118	1,92	229	205
	6,2	92	0,106	1,52	330	206
Fonas + sapropelis 50 t ha ⁻¹	6,1	95	0,117	1,90	262	165
<i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	7,0	254	0,120	2,46	306	158
	7,2	196	0,125	2,16	250	214
	7,1	170	0,129	1,94	353	233
Fonas + sapropelis 100 t ha ⁻¹	6,0	91	0,118	1,83	248	172
<i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>	7,1	295	0,129	2,60	318	156
	7,3	266	0,133	2,34	285	233
	7,3	184	0,125	1,98	282	265
Fonas + sapropelis 150 t ha ⁻¹	6,1	89	0,114	1,82	230	194
<i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>	7,3	371	0,150	2,92	320	151
	7,3	347	0,141	2,51	280	221
	7,2	255	0,134	2,12	368	256
Fonas + sapropelis 200 t ha ⁻¹	6,1	90	0,118	1,85	255	177
<i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>	7,3	470	0,153	3,04	308	152
	7,4	371	0,145	2,48	275	210
	7,2	248	0,139	2,15	374	233
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹	6,1	92	0,125	1,86	258	172
<i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>	6,4	132	0,128	2,55	287	184
	6,3	126	0,135	2,30	232	255
	6,5	97	0,121	2,01	357	247
R ₀₅	0,47	11,3	0,011	0,23	54,9	28,3
LSD ₀₅	0,21	85,5	0,020	0,28	32,5	26,9
	0,40	66,0	0,014	0,25	44,4	35,5
	0,33	50,3	0,012	0,23	65,4	46,6

* Agrocheminiai rodikliai prieš bandymo įrengimą (1984, 1985 m.); ** Agrocheminiai rodikliai po I sėjomainos rotacijos (1990, 1991 m.); *** Agrocheminiai rodikliai po II sėjomainos rotacijos (1995, 1996 m.); **** Agrocheminiai rodikliai po III sėjomainos rotacijos (2001, 2002 m.)

* Agrochemical indicators before the experiments (1984, 1985); ** Agrochemical indicators after the first crop rotation (1990, 1991); *** Agrochemical indicators after the second crop rotation (1995, 1996); **** Agrochemical indicators after the third crop rotation (2001, 2002)

3 lentelė. Sapropelio įvairių normų įtaka maisto elementų balansui per pirmąją, antrąją ir trečiąją sėjomainos rotacijas

Table 3. The influence of various rates of sapropel on the balance of nutrients over the first, second, and third crop rotations

Vokė, 1984-2002 m.

Variantas <i>Treatment</i>	Įterpta su tra- šomis kg ha ⁻¹ <i>Incor- porated with fertilizer kg ha⁻¹</i>	Sukaupta derliuje per tris rota- cijas kg ha ⁻¹ <i>Accumula- ted in yield over 3 rotations kg ha⁻¹</i>	Balansas (±) kg ha ⁻¹ <i>Balance (±) kg ha⁻¹</i>	Kompensavimo koeficientas % <i>Compensation coefficient %</i>		
				po I sėjomai- nos rotacijos after 1st rotation	po II sėjomai- nos rotacijos after 2nd rotation	po III sėjomai- nos rotacijos after 3rd rotation
1	2	3	4	5	6	7
<i>Azotas / Nitrogen</i>						
Be trąšų / <i>Without fertilizer</i>	-	908	-654	-	-	-
NPK – fonas / <i>NPK background</i>	1 080	1 198	-118	71	84	90
Fonas + sapropelis 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	1 680	1 201	+479	185	155	140
Fonas + sapropelis 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>	2 280	1 222	+1 058	298	224	187
Fonas + sapropelis 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>	2 880	1 232	+1 648	397	293	234
Fonas + sapropelis 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>	3 480	1 297	+2 183	493	342	268
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>	2 990	1 265	+1 725	219	263	236
<i>Fosforas / Phosphorus</i>						
Be trąšų / <i>Without fertilizer</i>	-	152	-152	-	-	-
NPK – fonas / <i>NPK background</i>	1 080	197	+883	404	484	548
Fonas + sapropelis 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	1 101	198	+903	438	501	556
Fonas + sapropelis 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>	1 122	213	+909	419	475	527
Fonas + sapropelis 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>	1 143	215	+928	436	494	532
Fonas + sapropelis 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>	1 164	229	+935	453	463	508
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>	1 230	216	+1 014	446	512	569

3 lentelės tęsinys
Table 3 continued

1	2	3	4	5	6	7
<i>Kalis / Potassium</i>						
Be trąšų / <i>Without fertilizer</i>	-	943	-943	-	-	-
NPK – fonas / <i>NPK background</i>	1 440	1 267	+173	90	95	114
Fonas + sapropelis 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	1 443	1 276	+167	90	94	113
Fonas + sapropelis 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>	1 446	1 294	+152	86	92	112
Fonas + sapropelis 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>	1 449	1 299	+150	88	93	112
Fonas + sapropelis 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>	1 452	1 367	+85	85	88	106
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>	2 244	1 408	+836	127	132	159
<i>Kalcis / Calcium</i>						
Be trąšų / <i>Without fertilizer</i>	-	217	-217	-	-	-
NPK – fonas / <i>NPK background</i>	1 188	265	+923	495	403	448
Fonas + sapropelis 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	8 580	282	+8 298	7 861	3 406	3 042
Fonas + sapropelis 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>	15 180	282	+14 898	14 941	6 569	5 383
Fonas + sapropelis 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>	21 780	289	+21 491	22 950	9 403	7 536
Fonas + sapropelis 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>	28 380	316	+28 064	27 343	11 199	8 981
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>	2 304	266	+2 038	708	569	866
<i>Magnis / Magnesium</i>						
Be trąšų / <i>Without fertilizer</i>	-	156	-156	-	-	-
NPK – fonas / <i>NPK background</i>	-	199	-199	-	-	-
Fonas + sapropelis 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	3 950	204	+3 746	4 115	2 301	1 936
Fonas + sapropelis 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>	7 900	205	+7 695	8 061	4 569	3 854
Fonas + sapropelis 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>	11 850	205	+11 645	12 880	6 882	5 780
Fonas + sapropelis 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>	15 800	221	+15 579	15 490	8 449	7 149
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>	1 155	210	+945	418	431	550

Humuso kiekis ir po antrosios ir trečiosios sėjomainos rotacijų, palyginus su rodikliais po pirmosios sėjomainos rotacijos, visuose variantuose, kur pavartotas sapropelis ir mėšlas, sumažėjo atitinkamai 0,26-0,89 ir 0,25-0,54 proc. vnt. Bendrojo azoto ir humuso rodiklių pokyčiai rodo, kad sapropelio mineralizacija yra lėta ir dar gali užsitęsti kelerius metus.

Po šešerių sėjomainos metų atlikus judriojo fosforo analizę nustatyta, kad tręšiant sapropeliu fosforo dirvožemyje padidėjo nuo 230 iki 320 mg kg⁻¹. Tačiau po antrosios sėjomainos rotacijos šis rodiklis 33-56 mg kg⁻¹ dirvožemio sumažėjo, o po trečiosios – nuo didesnių sapropelio normų (150, 200 t ha⁻¹) padidėjo 88-99 mg kg⁻¹.

Dėl kalio stokos sapropelyje, pagrindinis šio maisto elemento kiekis į dirvožemį pateko su mineralinėmis trąšomis (1 lentelė). Todėl natūralu, kad po šešerių sėjomainos metų kalio kiekis sumažėjo 7-43 mg kg⁻¹ dirvožemio. Kalio pagausėjo (nuo 172 iki 184 mg kg⁻¹ dirvožemio) tik 7-ame variante, kur dirvožemis kas sėjomainos rotacija buvo tręštas mėšlu mineralinių trąšų fone. Jeigu po pirmosios sėjomainos rotacijos gautus agrocheminių tyrimų duomenis patvirtina dirvožemio kalio balanso skaičiavimai, tai po antrosios sėjomainos rotacijos panašaus patvirtinimo nenustatyta. Nors apskaičiuotas kalio balansas yra neigiamas, tačiau agrocheminiai kalio tyrimai rodo, kad po antrosios sėjomainos rotacijos sapropelio tręšimo poveikyje kalio dirvožemyje pagausėjo 56-77 mg kg⁻¹, o po trečiosios rotacijos – 19-35 mg kg⁻¹. Matyt, dėl kalcio jonų iš mažai tirpių mineralų kalis pereina į tirpius junginius. Kadangi kalcis ir kalis yra antagonistai, pastarojo susikaupimas augalų derliuje nepadidėjo. Todėl, tiriant sapropelio naudojimo tręšimui galimybes, būtina atlikti įvairių fosforo ir kalio formų analizės dirvožemyje.

Per tris sėjomainos rotacijas azoto į dirvožemį daugiausiai buvo įterpta su 200 t ha⁻¹ sapropelio norma ir su kas rotacija pakartotine mėšlo 100 t ha⁻¹ norma (3 lentelė). Kuo daugiau azoto buvo įterpiama į dirvožemį, tuo daugiau jo buvo sukaupiama ir derliuje. Visuose variantuose, kur mineralinių trąšų fone naudotos įvairios sapropelio normos ir mėšlas, nustatytas teigiamas dirvožemio azoto balansas. Ypač daug azoto (1 648-2 183 kg ha⁻¹, kompensavimo koeficientas – 397-493 %) paliko didesnės sapropelio normos (150, 200 t ha⁻¹) ir mėšlas (1 725 kg ha⁻¹, kompensavimo koeficientas 236 %). Pavartojus vien tik mineralines trąšas, nustatytas neigiamas dirvožemio azoto balansas.

Tręšimui panaudotas karbonatinis sapropelis mažai papildė dirvožemį fosforu (21-150 kg ha⁻¹). Per tris sėjomainos rotacijas daugiausiai fosforo (1 080 kg ha⁻¹) buvo įterpta su mineralinėmis trąšomis. Kadangi augalai fosforo mažai išnaudojo, jo susikaupimas iš esmės priklausė tik nuo išauginto derliaus. Didinant sapropelio normas, jo susikaupimas derliuje per tris rotacijas proporcingai didėjo nuo 198 iki 229 kg ha⁻¹. Visuose tręšimo variantuose gautas teigiamas fosforo balansas. Daugiausiai dirvožemyje jo paliko mėšlas. Gautasis kompensavimo koeficientas po II sėjomainos rotacijos yra 10-80 % didesnis nei po I ir 40-50 % didesnis nei po II sėjomainos rotacijos.

Tyrinėtasis sapropelis buvo neturtingas kalio (0,005 %). Todėl šio elemento su įvairiomis sapropelio normomis buvo įterpta tik 3-12 kg ha⁻¹. Per tris sėjomainos rotacijas, didžiausias kalio, kaip ir fosforo, kiekis įterptas su mineralinėmis trąšomis (1 440 kg ha⁻¹) ir mėšlu (2 244 kg ha⁻¹).

Visuose tręšimo variantuose gautas nors ir nedidelis, bet teigiamas balansas. Daugiausiai kalio dirvožemyje paliko mėšlas (836 kg ha⁻¹). Taip pat šiame variante buvo didžiausias kalio kompensavimo koeficientas (159 %). III sėjomainos rotacijoje kalio kompensavimo koeficientas buvo apie 27-32 % didesnis nei I ir II rotacijose.

Su įvairiomis karbonatinio sapropelio normomis į dirvožemį buvo įterpta kalcio nuo 7 392 iki 27 192 kg ha⁻¹. Per tris sėjomainos rotacijas (18 m.) šį kiekį dar papildė kasmetinis augalų tręšimas superfosfatu. Variantuose, kur dirvožemis patręštas sapropeliu,

augalų derlius daugiausiai sukauptė kalcio – 282-316 kg ha⁻¹. Tačiau fiziologiškai augalai nelinkę kaupti daug šio elemento, todėl bendrasis sukaupto derliuje kalcio kiekis nebuvo didelis. Visuose tręšimo variantuose nustatytas teigiamas kalcio balansas. Nors šis elementas buvo mažai išnaudotas, jo dirvožemyje liko pakankamai. Palyginus kompensavimo koeficiento duomenis po I sėjomainos rotacijos su duomenimis po II – visuose saptopeliu patręšto dirvožemio variantuose – kalcio sumažėjo daugiau nei dvigubai. Po III sėjomainos rotacijos šis rodiklis taip pat gerokai sumažėjo, tik ne taip ryškiai, kaip po antrosios.

Su saptopeliu į dirvožemį taip pat daug buvo įterpta ir magnio (3 950-15 800 kg ha⁻¹). Per tris sėjomainos rotacijas daugiausiai magnio sukauptė derlius, išaugintas laukeliuose, kur dirvožemis buvo tręštas didžiausia saptopelio norma (200 t ha⁻¹). Kadangi augalai nedaug sunaudojo šio elemento, jo daug liko dirvožemyje (3 746-15 579 kg ha⁻¹). Dirvožemį tręšiant saptopeliu, nustatytas teigiamas magnio balansas ir gana didelis kompensavimo koeficientas, kuris, pasibaigus II ir III sėjomainos rotacijoms, smarkiai sumažėjo. Dirvožemį patręšus mėšlu, taip pat nustatytas teigiamas magnio balansas, o kompensavimo koeficientas kas rotaciją padidėjo 13-119 %.

Karbonatinio saptopelio visos normos darė įtaką humuso sudėčiai (4 lentelė). Saptopelio poveikyje iš esmės nepakitus huminių rūgščių frakcijų sumai, jų sudėtyje sumažėjo laisvųjų ir susijusių su judriaisiais pusdeginiais huminių rūgščių (HR-1) ir padidėjo Ca humatų (HR-2). HR-1 ir HR-2 frakcijų pokyčiai humuso sudėtyje susiję su padidėjusiu bazinių elementų kiekiu, įterpus į dirvožemį karbonatinį saptopelį. Šis procesas yra grįžtamas, nes dirvožemiui parūgštėtus, humuso sudėtyje sumažėja HR-2 frakcijos kiekis ir tuo pat metu padidėja HR-1 frakcijos kiekis /Orlova ir kt., 1992/. Visos saptopelio normos nedarė įtakos huminių rūgščių frakcijai, tvirtai susijungusiai su mineraline dirvožemio dalimi (HR-3). Nuo didesnių saptopelio normų (100-200 t ha⁻¹) iš esmės mažėjo fulvinių rūgščių (FR) tarp jų ir FR-1a frakcijos. Nuo didesnių saptopelio normų humuso sudėtyje didėjo nehidrolizuotosios liekanos (35-37 % nuo C_{org}).

Mėšlo poveikyje huminių rūgščių (HR) tarp jų ir Ca humatų kiekis iš esmės padidėjo, o fulvinių – sumažėjo. Vien mineralinės trąšos huminių rūgščių sudėtyje iš esmės didino HR-1 frakcijos kiekį. Fulvinių rūgščių 1a frakcijos kiekis taip pat padidėjo. Kiti humuso sudėties rodikliai buvo artimi netręšto bandymo varianto rodikliams.

Huminių rūgščių ir fulvinių rūgščių santykis saptopeliu (ypač 150-200 t ha⁻¹) bei mėšlu tręštuose bandymo variantuose buvo iš esmės didesnis (0,74-0,77 ir 0,80), nei variantuose be trąšų ar tręšiant vien mineralinėmis trąšomis (0,71). Humuso susidarymo tipas liko huminis fulvinis, būdingas priesmėlio paprastiesiems išplautžemiams.

Dirvožemio tręšimas įvairiomis karbonatinio saptopelio normomis turėjo įtakos sėjomainoje auginamiems žemės ūkio augalams. Pirmaisiais saptopelio įvairių normų veikimo metais, palyginus derliaus didėjimą tarp atskirų variantų, statistiškai patikimas derliaus priedas buvo gautas tik patręšus mineralinėmis trąšomis (3 150 paš. vnt.) (5 lentelė). Mėšlo ir mažesnių (50, 100 t ha⁻¹) saptopelio normų poveikis buvo beveik vienodas. Miežių derliaus didesni ir patikimi priedai (1 955-2 990 paš. vnt.) gauti taip pat patręšus tik mineralinėmis trąšomis ir saptopeliu. Po miežių auginant dovilus, po to žieminius rugius, bulves ir avižas, įvairių saptopelio normų poveikis buvo neryškus. Visuose tręšimo organinėmis trąšomis (tarp jų ir mėšlu) variantuose derlius svyravo paklaidos ribose: dovilų – 2 610-2 792 paš. vnt., žieminių rugių – 4 542-4 692 paš. vnt., avižų – 3 224-3 455 paš. vnt. Visais atvejais (išskyrus dovilus) esminis derliaus priedas (521-1 593 paš. vnt.) gautas patręšus vien tik mineralinėmis trąšomis. Palyginus bulvių derlių tarp atskirų tręšimo variantų, išryškėja neigiama saptopelio įtaka. Bulvės prastai derėjo, matyt dėl per didelio kalcio jonų kiekio, įterpto su karbonatiniu saptopeliu.

4 lentelė. Humuso kiekio ir sudėties kitimas dėl tręšimo karbonatiniu sapropeliu

Table 4. Variation of the amount and composition of humus substances as affected by calcareous sapropel

Vokė, 2002 m.

Humuso sudėties rodikliai <i>Indicators of humus composition</i>	Prieš įrengiant bandymus <i>Before experiment</i>	Variantai (po 18 metų) / <i>Treatments (after 18 years)</i>						R_{05} LSD_{05}
		NPK Fonas <i>NPK back-ground</i>	Sapropelio 50 t ha ⁻¹ <i>Sapropel 50 t ha⁻¹</i>	Sapropelio 100 t ha ⁻¹ <i>Sapropel 100 t ha⁻¹</i>	Sapropelio 150 t ha ⁻¹ <i>Sapropel 150 t ha⁻¹</i>	Sapropelio 200 t ha ⁻¹ <i>Sapropel 200 t ha⁻¹</i>	Mėšlo 100 t ha ⁻¹ <i>Manure 100 t ha⁻¹</i>	
Organinė C dirvož. % <i>Organic C, % in soil</i>	1,13	1,29	1,46	1,52	1,50	1,53	1,52	0,12
<i>C % dirvožemio organinės anglies / C % of soil organic carbon</i>								
HR-1 / HA-1	10,6	12,4	8,2	7,9	8,0	7,8	10,5	1,4
HR-2 / HA-2	7,1	6,2	8,9	8,6	8,7	8,5	8,0	1,5
HR-3 / HA-3	10,6	9,3	11,6	11,2	11,3	11,1	11,8	1,6
Huminių rūgščių suma <i>Sum of humic acids</i>	28,3	27,9	28,7	27,7	28,0	27,4	30,3	1,9
FR-1a / FA-1a	8,0	7,0	5,5	5,3	5,3	5,3	5,9	0,7
FR-1 / FA-1	9,7	7,0	6,2	5,9	6,0	5,9	5,3	1,1
FR-2 / FA-2	7,1	11,6	10,9	10,5	10,7	9,8	11,8	1,6
FR-3 / FA-3	15,0	13,9	16,4	15,8	14,7	14,4	15,1	1,6
Fulvinių rūgščių suma <i>Sum of fulvic acids</i>	39,8	39,5	39,0	37,5	36,7	35,4	38,1	1,7
Nehidroliuzuota liekana <i>Insoluble residue</i>	31,0	32,5	32,3	34,8	35,3	37,2	31,6	1,8
$C_{HR} : C_{FA}$ $C_{HA} : C_{FA}$	0,71	0,71	0,74	0,74	0,76	0,77	0,80	0,02

Pašarinių vienetų suma per I sėjomainos rotaciją rodo, kad tik didesnės (100, 150, 200 t ha⁻¹) sapropelio normos turėjo įtakos derliaus priedui, kuris tesiekė 3-6 %. Patręšus mėšlu, derlius per sėjomainą tepadidėjo 2 %. Prieš II sėjomainos rotaciją, atnaujinus tręšimo mėšlu variantą, kukurūzų pasėlyje derliaus priedai labiausiai ir išryškėjo (5 lentelė). Čia buvo gautas didžiausias ir esminis derlius (7 718 paš. vnt.). Tačiau ir septintais sapropelio veikimo metais nuo visų normų tolygiai didėjo kukurūzų derlius. Toliau auginant miežius, dobilus ir žieminį rugius, labiausiai derliui įtakos turėjo didžiausia sapropelio norma – 200 t ha⁻¹. Tuo tarpu mėšlo veikimas prilygo 100 ir 150 t ha⁻¹ sapropelio normų veikimui.

5 lentelė. Karbonatinio sapropelio įtaka trijų sėjomainos rotacijų augalų derliui pašariniiais vienetais

Table 5. The influence of calcareous sapropel on feed units yield of three crop rotations
Vokė, 1984-1990 m.

Variantas <i>Treatment</i>	Kuku- rūžai <i>Maize</i>	Mie- žiai <i>Bar- ley</i>	Dobi- lai <i>Clover</i>	Žiemi- niai rugiai <i>Winter rye</i>	Bul- vės <i>Pota- toes</i>	Avi- žos <i>Oats</i>	Pašarinių vienetų suma procentais <i>Total feed units percent</i>		
							per sėjo- mainą over rotation	palyginus su kontr. var. compared with the check	palyginus su NPK with NPK
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I sėjomainos rotacijos augalų derlius / Yield of the 1 st crop rotation									
Be trąšų <i>Without fertilizer</i>	5 740	3 328	2 408	4 225	3 894	2 280	21 875	100	-
NPK – fonas <i>NPK background</i>	8 890	5 283	2 527	4 746	5 487	3 266	30 199	138	100
Fonas + sapropelio 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	9 293	5 457	2 683	4 602	4 720	3 224	29 979	137	99
Fonas + sapropelio 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>	9 485	5 715	2 792	4 673	5 074	3 293	31 032	142	103
Fonas + sapropelio 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>	9 695	5 730	2 610	4 692	5 369	3 322	31 418	144	104
Fonas + sapropelio 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>	9 695	6 318	2 745	4 678	5 222	3 455	32 114	147	106
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>	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 augalų derlius / Yield of the 2 nd crop rotation									
Be trąšų <i>Without fertilizer</i>	4 395	2 340	2 980	3 986	2 059	2 409	18 169	100	-
NPK – fonas <i>NPK background</i>	5 366	3 336	2 948	4 336	3 007	2 498	21 491	118	100
Fonas + sapropelio 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>	5 836	3 419	2 942	4 355	2 250	2 541	21 343	117	99

5 lentelės tęsinys
Table 5 continued

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fonas + sapropelio 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>		5 851	3 655	2 829	4 642	1 972	2 306	21 255	117	99
Fonas + sapropelio 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>		6 145	3 450	2 930	4 502	1 934	2 189	21 150	116	98
Fonas + sapropelio 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>		6 703	3 764	3 182	4 700	2 407	2 262	23 018	127	107
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>		7 718	3 685	3 074	4 350	3 303	2 610	24 740	136	115
R_{05} LSD_{05}		956	327	346	341	568	215	1 275		
III sėjomainos rotacijos augalų derlius / <i>Yield of the 3 rd crop rotation</i>										
Be trąšų <i>Without fertilizer</i>		2 235	2 157	2 501	3 081	2 561	2 005	14 540	100	-
NPK – fonas <i>NPK background</i>		3 382	3 045	2 791	3 676	4 064	2 529	19 487	134	100
Fonas + sapropelio 50 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 50 t ha⁻¹</i>		3 902	3 490	2 495	3 869	3 535	2 728	20 019	138	103
Fonas + sapropelio 100 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 100 t ha⁻¹</i>		4 361	3 545	2 599	4 202	3 058	2 784	20 549	141	105
Fonas + sapropelio 150 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 150 t ha⁻¹</i>		4 908	3 595	2 661	4 285	2 917	2 774	21 140	145	109
Fonas + sapropelio 200 t ha ⁻¹ <i>Background + sapropel 200 t ha⁻¹</i>		5 199	3 815	2 790	4 409	2 906	2 824	21 943	151	113
Fonas + mėšlas 100 t ha ⁻¹ <i>Background + manure 100 t ha⁻¹</i>		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	1 359		

Po žieminių rugių augo bulvės ir avižos. Tai augalai, kurie labiau pakenčia rūgštesnį dirvožemį. Dėl to, kaip I sėjomainos rotacijoje, taip ir II – bulvių ir avižų derlius (paš. vnt.) tolygiai mažėjo nuo 2 250 iki 1 934 ir nuo 2 541 iki 2 189 paš. vnt., nuosekliai didinant sapropelio normas.

III sėjomainos rotacijoje produktyviausi buvo kukurūzai ir žieminiai rugiai davę atitinkamai iki 5 199 ir 4 409 pašarinių vienetų derlių, kiek mažiau produktyvūs buvo miežiai (3 490-3 819 paš. vnt.) ir mažai produktyvūs – dobilai, bulvės ir avižos (2 495-4 064 paš. vnt.) (5 lentelė). Sėjomainos produktyvumo palyginimas tarp atskirų tręšimo variantų rodo, kad įvairių sapropelio normų ilgalaikis teigiamas poveikis labiausiai buvo pastebimas auginant javus, o neigiamas – auginant bulves. Proporcingai didinant sapropelio normas, atitinkamai mažėjo bulvių pašarinių vienetų derlius nuo 3 535 iki 2 906. Tai turėjo neigiamos įtakos visam sėjomainos produktyvumui. Nuo visų sapropelio normų sėjomainos augalų produktyvumas padidėjo 3-13 %, o nuo mėšlo – 14 %.

Neigiamam sapropelio pasireiškimui, matyt, didelę įtaką turėjo per didelis kalcio jonų kiekis, įterptas į dirvožemį su gana didelėmis (400-800 t ha⁻¹, skaičiuojant natūraliąja drėgme) sapropelio normomis. Tai smarkiai paveikė dirvožemio rūgštumą. Ryškus dirvožemio neutralizavimas sumažino tirpių Fe, Mn, Zn ir kitokių mikroelementų kieki, o tai galėjo sukelti neigiamą trąšų įtaką derliui /Savič ir kt., 1988/.

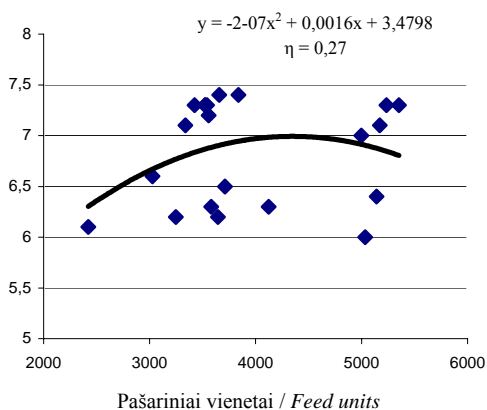
Priesmėlio paprastąjį išplautžemį tręšiant karbonatiniu sapropeliu, labai pagerėjo dirvožemio agrocheminės savybės. Šie pokyčiai neišnyko ir po trijų sėjomainos rotacijų. Teoriškai, pagerėjus dirvožemio savybėms, atitinkamai turėtų padidėti augalų derlius. Tačiau atliktų tyrimų duomenys rodo, kad ne visais atvejais gauti rezultatai atitiko lūkesčius. Tai rodo ir koreliacinė – regresinė derliaus dirvožemio agrocheminių savybių duomenų analizė (paveikslas). Analizavimui naudoti sėjomainos trijų rotacijų pašarinių vienetų vidutiniai vienerių metų derliaus duomenys ir dirvožemio agrocheminių savybių rodikliai, gauti pasibaigus kiekvienai sėjomainos rotacijai. Karbonatinis sapropelis didžiausią įtaką turėjo dirvožemio rūgštumo rodikliams. Dirvožemio rūgštumas ir po trijų sėjomainos rotacijų beveik nepakito, o sorbuotų bazių sumos rodikliai kiek sumažėjo, bet liko daug didesni nei prieš bandymų įrengimą. Tačiau tarp dirvožemio pH ir išauginto derliaus visai nėra koreliacinio ryšio – $\eta = 0,27$, o tarp sorbuotųjų bazių sumos ir derliaus rasta tik silpna koreliacija ($\eta = 0,44$).

Ir dirvožemio maisto elementų balanso skaičiavimai (3 lentelė), ir agrocheminių savybių analizės (2 lentelė) rodo, kad pagrindinis bendrojo azoto kiekis į dirvožemį buvo įterptas su sapropelio normomis – per tris sėjomainos rotacijas jo augalams nepritrūko. Tačiau augalai, matyt, azotą per silpnai išnaudojo dėl lėtos sapropelio mineralizacijos ir nedidelių derliaus priedų, todėl ir šiuo atveju nebuvo koreliacinio ryšio tarp bendrojo azoto ir derliaus ($\eta = 0,20$).

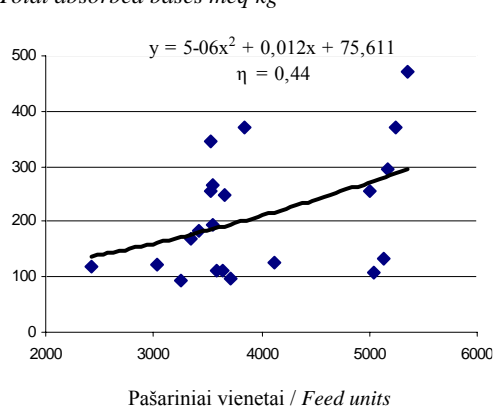
Tręšimui naudojant įvairias sapropelio normas, dirvožemis atitinkamai buvo papildytas humuso medžiagomis, kurios jau buvo susiformavusios sapropelyje. Atlikus koreliacinę-regresinę humuso kiekio dirvožemyje ir išauginto derliaus analizę, tarp šių rodiklių nustatytas stiprus ryšys ($\eta = 0,75$).

Prieš bandymų įrengimą priesmėlio paprastasis išplautžemis buvo didelio fosforingumo (230- 262 mg kg⁻¹ dirvožemio). Matyt, todėl įterptasis fosforo kiekis su trąšomis nebuvo reikšmingas ir koreliacinio ryšio tarp judriojo fosforo kiekio dirvožemyje ir derliaus nenustatyta ($\eta = 0,13$).

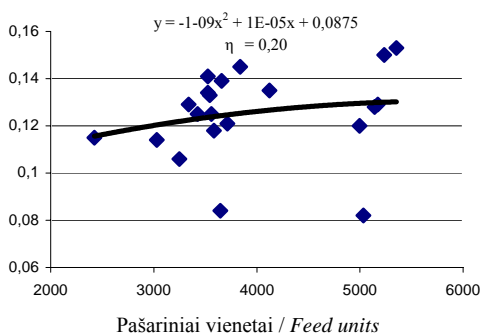
pH



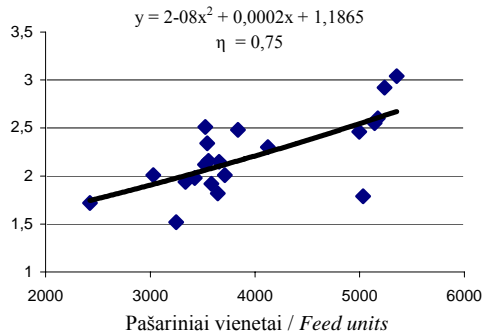
Sorbuotų bazių suma mekv. kg^{-1}
Total absorbed bases meq kg^{-1}



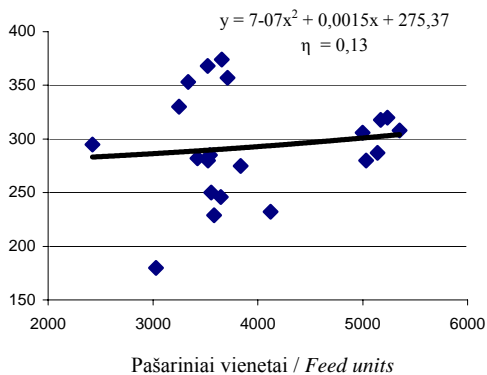
N bendrasis % / N total %



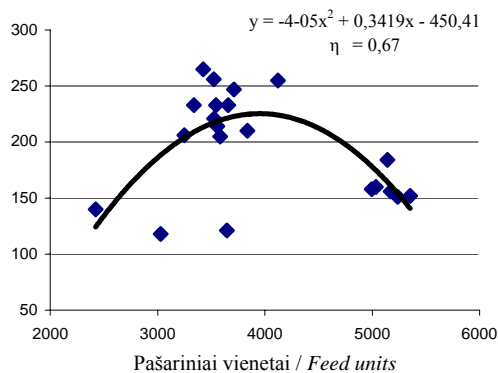
Humusas % / Humus %



P_2O_5 mg kg^{-1}



K_2O mg kg^{-1}



Derliaus priklausomybė nuo priesmėlio paprastojo išplautžemio agrocheminių savybių
The relationship between the yield and agrochemical properties of sandy loam Haplic Luvisol

Karbonatiniame sapropelyje kalio buvo labai mažai ($K_2O - 0,005 \%$), todėl pagrindinis jo kiekis į dirvožemį pateko su mineralinėmis trąšomis. Šis kiekis kalingame ($K_2O - 159-194 \text{ mg kg}^{-1}$ dirvožemio) priesmėlyje buvo optimalus. Augalai jį pakankamai gerai išnaudojo ir šiuo atveju tarp judriojo kalio dirvožemyje ir derliaus nustatyta vidutinė ($\eta - 0,67$) koreliacija.

Išvados

1. Pasibaigus III sėjomainos rotacijai, po 18-kos metų sapropelio veikimas priesmėlio paprastojo išplautžemio agrocheminėms savybėms išliko teigiamas. Palyginus agrocheminius rodiklius po I sėjomainos rotacijos su rodikliais po II ir III rotacijų, dirvožemio rūgštumas liko nepakitęs. Sorbuotųjų bazių, bendrojo azoto, humuso kiekis kas rotacija vis mažėjo, tačiau nepasiekė pradinio lygio, t.y. duomenų rodiklių prieš bandymų įrengimą. Judriųjų fosforo ir kalio kas rotacija pagausėdavo.

2. Dirvožemio tręšimui panaudojus įvairias karbonatinio sapropelio normas, po 18-kos metų, pasibaigus III sėjomainos rotacijai, nustatytas teigiamas dirvožemio azoto, fosforo, kalio, kalcio ir magnio balansas.

3. Karbonatinio sapropelio poveikyje, nepakitus huminių rūgščių frakcijų sumai, sumažėjo laisvųjų huminių rūgščių (HR-1) ir padidėjo Ca humatų. Nuo didesnių sapropelio normų ($100-200 \text{ t ha}^{-1}$) mažėjo fulvinių rūgščių, tarp jų ir FR-1a frakcijos kiekis. Įterptas mėšlas humuso sudėtyje didino huminių rūgščių ir mažino fulvinių rūgščių kieki. Huminių rūgščių ir fulvinių rūgščių santykis karbonatiniu sapropeliu bei mėšlu tręštuose bandymo variantuose buvo didesnis ($0,74-0,77$ ir $0,80$) nei bandymo variantuose be trąšų ar tręstame mineralinėmis trąšomis ($0,71$).

4. Priesmėlio paprastojo išplautžemio (*Haplic Luvisol*) tręšimui panaudojus karbonatinio sapropelio įvairias normas nustatyta, kad III sėjomainos rotacijoje, palyginus su kontroliniu variantu, nuo visų sapropelio normų sėjomainos produktyvumas padidėjo $4-17 \%$, o nuo mėšlo – 19% . Per visas tris sėjomainos rotacijas augalų derlius padidėjo nuo 200 t ha^{-1} sauso sapropelio, kurio veikimas prilygo mėšlui. Visose trijose sėjomainos rotacijoje pastebėta neigiama karbonatinio sapropelio įtaka bulvių ir avižų derliui.

5. Sėjomainoje išaugintas derlius labiausiai priklausė nuo dirvožemyje esančio humuso ir judriojo kalio kiekio. Tarp derliaus ir humuso nustatytas stiprus ryšys ($\eta - 0,75$), tarp derliaus ir kalio – vidutinė ($\eta - 0,67$) koreliacija.

Gauta 2004 12 20

Pasirašyta spaudai 2005 02 18

LITERATŪRA

1. Adriaens P., Batterman S., Blum J. et al. Great Lakes Sediment: Contamination, Toxicity and Beneficial Re-Use. - SNRE, 2002, 37 p.

2. Adresini A., Loiacono F., De Marco A., Spangoli F. Recent Sedimentation and Present Environmental State of „Lesina lake” // Proceedings of the International Conference on Southern European coastal lagoons: The Influence of River Basin-Coastal Zone Interactions. - Ferrara, Italy, 2003. - 51 p.

3. Bakšev V.N. Sapropel' včera, segodnja i zavtra. - Tiumen', 1998. - 79 s.

4. Kilkus K. Status of physical limnology in Lithuania // Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior. Warszawa Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej. - 1999, p.129-135

5. Kirejčeva L.V., Chochlova O.B. Sapropeli: sostav, svojstva, primenenie. - Moskva, 1998. - 120 s.

6. Lauko, sodo ir daržo kultūrų tręšimas ir rūgščių dirvų kalkinimas // sudaryt. V.Mašauskas, J.Adomavičiūtė ir kt. - Vilnius, 1976, p.238

7. Linčius A. Sapropelis Lietuvoje ir jo perspektyvos // Geografinis metraštis. - 1977, t.XV, p.103-112
8. Maksimov P.G., Kuznecov A.V., Platonov I.G. Rezul'taty agroekologičeskoj ocenki sapropelevych mestoroždenij. - Moskva, 2000. - 109 s.
9. Orlov D.S., Grišina L.A. Praktikum po chimii gumusa. - Moskva, 1981. - 272 s.
10. Orlov D.S., Sadovnikova L.K. Nontraditional ameliorants and organic fertilizer. Euroasian soil science. - 1996, 29:4, p.474-479
11. RST BSSR 8 38-86. Sapropeli BSSR. Klasifikacija promyšlenno genetičeskaja. Vved. 01 01 1986. Oficial'noe. Gosplan BSSR (rusų k.). - Minsk, p.3
12. Savič V.I., Naumova L.M., Muradi N.M., Trubicina E.V. Skrytoe otricateľ'noe dejstvie udobrenij i meliorantov // Zemledelie. - 1988, Nr.10, s.24-26
13. Tamulis T. Pašarų cheminė sudėtis ir maistingumas // Žinynas. - Vilnius: Mokslas, 1986, p.30-144
14. Tarakanovas P., Raudonius S. Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT. - Akademija, 2003. - 57 p.
15. Titova E.V. Vysokie technologii dobyči, glubokoj pererabotki i ispol'zovaniija bolotno-oziornych otloženij. - Tomsk: SibNII torfa, 2003, s.177-181
16. Žvironaitė J., Ciūnys A., Gerdžiūnas P. Ežerų valymo produkto – sapropelio panaudojimo galimybių tyrimai // Aplinkos inžinerija. - Vilnius: Technika, 2002, t.X, Nr.4, p.168-175

ISSN 1392-3196

Agriculture. Scientific Articles, 2005, 1, 89, 3-17

UDK 631.826:631.442.1

LONG - TERM EXPERIMENTS ON CALCAREOUS SAPROPEL IN SANDY LOAM HAPLIC LUVISOL

E. Bakšienė, V. Janušienė

Summary

The feasibility to use sapropel as fertiliser has been investigated 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 six-course crop rotation (maize, barley, clover, winter rye, potatoes, oats) with the application of 50, 100, 150, 200 t ha⁻¹ rates of calcareous sapropel (calculated as dry matter) and 100 t ha⁻¹ of manure on the background of mineral fertilisers. Sapropel was applied only to the first crop (maize) in the rotation (in 1984). Manure was applied to the first crop in each crop rotation (in 1984, 1990 and 1996).

Summarised results of the long-term experiment showed that by the end of the second (after 12 years) and third (after 18 years) rotations the effect of sapropel on soil chemical properties was positive. Calcareous sapropel reduced soil acidity, increased the amount of exchangeable bases (Ca+Mg). Under the influence of sapropel the contents of organic carbon and total nitrogen increased, as well. The amount of phosphorus and potassium increased. Sapropel improved the composition of humus (C_{HA}:C_{FA} – 0.74-0.77; in check – 0.71).

The experimental results showed that the higher rates (150, 120 t ha⁻¹) of dry sapropel after 18 years of application increased the productivity of crops. The highest rate of sapropel (200 t ha⁻¹) gave almost the same effectiveness as manure, applied in every rotation.

Key words: sapropel, manure, yield, soil properties, humus.