

## II skyrius. AUGALININKYSTĖ

### Chapter 2. CROP PRODUCTION

ISSN 1392-3196

Žemdirbystė-Agriculture, t. 96, Nr. 4 (2009), p. 47–61

UDK 631.58:631.461:631.559

#### Įvairių žemdirbystės sistemų efektyvumas mažo našumo dirvožemyje

Eugenija BAKŠIENĖ<sup>1</sup>, Teresė Laimutė NEDZINSKIENĖ<sup>1</sup>,  
Almantas RAŽUKAS<sup>1</sup>, Olga SALINA<sup>2</sup>, Jūratė REPEČKIENĖ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos žemdirbystės institutas  
Žalioji a. 2, Trakų Vokė, Vilnius  
El. paštas: eugenija.baksiene@voke.lzi.lt

<sup>2</sup>Botanikos institutas  
Žaliųjų Ežerų g. 49, Vilnius

#### Santrauka

Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filiale 2003–2007 m. atlikti tyrimai, kurių tikslas – ištirti ekologinės (be azoto, fosforo bei kalio trąšų), tausojamosios (be azoto, augalai tręšti fosforitmilčiais bei kalio magnezija) ir intensyvosios cheminės (augalai tręšti mineralinėmis azoto, fosforo bei kalio trąšomis, jų priežiūrai naudoti cheminiai augalų apsaugos produktai) žemdirbystės sistemų įtaką sėjomainose auginamų augalų derliui ir dirvožemio cheminių bei mikrobiologinių savybių pokyčiams priešmėlio paprastajame išplautžemyje. Tyrimai atlikti skirtingų sėjomainų rotacijose, kai augalai auginti 4 variantais: 1) *Lupinus angustifolius* L., *Secale cereale* L., *Solanum tuberosum* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.; 2) *Lupinus angustifolius* L. + *Sinapis alba* L., *Solanum tuberosum* L., *Secale cereale* L. + *Trifolium pratense* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.; 3) *Lupinus luteus* L., *Solanum tuberosum* L., *Secale cereale* L. + *Sinapis alba* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.; 4) *Pisum arvense* L., *Secale cereale* L., *Lupinus luteus* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.

Apibendrinus duomenis nustatyta, kad didžiausias per sėjomainą augintų augalų apykaitinės energijos kiekis nustatytas taikant tausojamąją ir intensyviąją cheminę žemdirbystės sistemas po lubinų bei baltųjų ridikų priešsėlio, auginto žaliajai trąšai (68,20–113,24 MJ kg<sup>-1</sup> apykaitinės energijos). Įvairios žemdirbystės sistemos neturėjo įtakos dirvožemio rūgštumui, suminio azoto ir humuso kiekiui. Dirvožemyje mikromicetų buvo daugiausia taikant ekologinę ir tausojamąją žemdirbystės sistemas. Daugiausia grybų nustatyta taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą po lubinų ir baltųjų garstyčių priešsėlio, auginto žaliajai trąšai 2003 m. rudenį – 644,0 kvs x 10<sup>3</sup>.

Reikšminiai žodžiai: žemdirbystės sistemos, derlius, elementų balansas, dirvožemio cheminės savybės, mikromicetai, bakterijos.

## **Ivadas**

Lietuvoje, kaip ir visoje Europos Sąjungoje, itin domimasi ekologiniu ūkininkavimu. Jis teikia ir aplinkosauginės, ir ekonominės bei socialinės naudos. Lietuvoje bendras ekologinių ūkių plotas siekia 68,6 tūkst. ha, o vidutinis ūkis užima 38 ha. Pagal sertifikuotų ūkių plotą pirmauja Biržų rajonas (4 936 ha), nedaug atsilieka Švenčionių (4 181 ha) ir Šalčininkų (3 704 ha) rajonai. Daugiausia ekologinių ūkių yra teritorijose, kuriose vyrauja lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemiai. Juose labai svarbu išlaikyti derlingumą, pirmumą teikiant savaime atsikuriantiems ištekliams /Neker, 1992; Bocktaller et al., 1997/.

Dirvožemio potencinio derlingumo palaikymas ir didinimas yra labai susijęs su jo organinės medžiagos išsaugojimu, todėl tenka taikyti įvairias dirvą gerinančias priemones: tręšti mėšlu, žaliaja trąša, parinkti tinkamiausias sėjomainas, auginti tokius augalus, kurie geriausiai dera priemolio dirvoje /Žekonienė ir kt., 1997; Nedzinskas, 1999/. Kokybiškos organinės trąšos mėšlo trūksta, o progresuojant dehumifikavimo procesui būtina taikyti humusą tausojančias žemdirbystės sistemas /Žekonienė ir kt., 1997/.

Svarbiausi agrocenozės komponentai yra lauko augalai. Jų poveikis dirvožemiui siejamas su paliekamu šaknų bei ražienų kiekiu, jų chemine sudėtimi ir skaidymosi intensyvumu. Nuo to priklauso dirvos vandens, oro ir šilumos režimas /MacRae, Mehuys, 1985; Žekonienė ir kt., 1997; Evanylo, McGuinn, 2000; Rachman et al., 2004/. Ankštesniai augalai ir jų liekanos turi baltymų azoto, todėl ilgesnį laiką gerina dirvožemį /Mališauskas, 1986; Lazauskas, 1992; Richling et al., 2000/. Kai javai yra atsėliuojami arba auginami ilgesnėse sėjomainų grandyse, sumažėja humuso kiekis, nes trūkstant lengvai skaidomų organinių medžiagų ji kaip energijos šaltinį naudoja heterotrofinė mikroflora /Chalk, 1998; Lapinskas, 1998/.

Augalų mitybai didelę reikšmę turi rizosferos bei rizoplanos mikroorganizmai, kurie augalus aprūpina ne tik lengvai pasisavinamais azoto, fosforo bei kalio junginiais, bet ir fiziologiškai aktyviomis medžiagomis, stimuliuojančiomis augalų augimą. Mikroorganizmų įvairovė užtikrina augalų liekanų destrukciją ir palaiko dirvožemio ekosistemos pusiausvyrą /Kennedy, Smith, 1995; Звягинцев, 1997/.

Dirvožemio mikroorganizmų bendrųjų kiekybinė bei kokybinė sudėtis kinta veikiant įvairiems biotiniams ir abiotiniams veiksniams. Vienas svarbiausių abiotinių veiksnių, turinčių reikšmės mikroorganizmų grupių gausumui, yra dirvožemio drėgnis /Kalinina et al., 1997/.

Ekologinis efektyvios žemdirbystės aspektas kelia augalų liekanų destrukcijos ir gražinimo į medžiagų apykaitos ciklą problemą. Svarbiausi organinių medžiagų ardytojais yra biogeocenozės mikroorganizmai. Sėjomainoje auginami augalai dėl šaknų išskiriamų metabolitų bei augalų liekanų cheminės sudėties keičia mikroorganizmų populiacijų gausumą ir rūšių sudėtį.

Tyrimų tikslas – ištirti ekologinės, tausojamosios bei intensyvosios cheminės žemdirbystės sistemų ir įvairių sėjomainų poveikį žemės ūkio augalų produkcijai, dirvožemio maisto elementų balansui, cheminių savybių pokyčiams, mikroorganizmų grupių (mikromicetų, bakterijų) gausai bei kaitai priemolio paprastajame išplautžemyje.

## Sąlygos ir metodai

*Lauko bandymai.* Lauko bandymai atlikti 2003–2007 m. Lietuvos žemdirbystės instituto Vokės filialo priesmėlio paprastajame išplautžemyje (IDp), *Haplic Luvisol* (LVh). Dirvožemio  $pH_{KCl} = 5,9$ , P – 70–92 mg kg<sup>-1</sup>, K – 142–165 mg kg<sup>-1</sup>, organinės anglies – 0,79–0,84 %.

Tyrimai atlikti penkių laukų (metų) sėjomainoje įvairių sėjomainų rotacijose, kai augalai auginti 4 variantais taip, kad dirvožemyje susidarytų kuo didesnė organinės medžiagos bei azoto sankaupa ir ji būtų racionaliai panaudota derliui išauginti: 1) lubinai (*Lupinus angustifolius* L.) žaliajai trąšai, žieminiai rugiai (*Secale cereale* L.), bulvės (*Solanum tuberosum* L.), griekiai (*Fagopyrum esculentum*), miežiai (*Hordeum* L.); 2) lubinai žaliajai trąšai + posėlinės baltosios garstyčios (*Sinapis alba* L.), bulvės, žieminiai rugiai + išėliniai raudonieji dobilai (*Trifolium pratense* L.), griekiai, miežiai; 3) lubinai (*Lupinus luteus* L.) sėklai, bulvės, žieminiai rugiai + posėlinės baltosios garstyčios, griekiai, miežiai; 4) žirniai (*Pisum arvense* L.), žieminiai rugiai, lubinai sėklai, griekiai, miežiai.

Auginant augalus, taikyti trys agrotechnikos variantai: 1) be azoto, fosforo bei kalio trąšų (ekologinė žemdirbystės sistema), 2) be azoto, augalai tręšti fosforitmilčiais (20 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) bei kalio magnezija (26–28 % K<sub>2</sub>O) (tausojamoji žemdirbystės sistema), 3) augalai tręšti mineralinėmis azoto, fosforo bei kalio trąšomis, jų priežiūrai naudoti cheminiai augalų apsaugos produktai (intensyvioji cheminė žemdirbystės sistema).

*Dirvožemio tyrimai.* Agrocheminėms analizėms dirvožemio ėminiai iš ariamojo (0–25 cm) sluoksnio paimti prieš bandymo įrengimą 2003 m. ir po penkerių sėjomainos metų 2007 m. Juose nustatyta: pH – potenciometrinio metodu /ISO 10390, 1994/, sorbuotų bazių suma – 0,1 M BaCl<sub>2</sub> (1:10) ekstrakto metodu /ISO 11260, 1994/, judrieji fosforas (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) bei kalis (K<sub>2</sub>O) – Egner-Riem-Domingo (A-L) metodu /GOST 26208-91, 1993/, suminis azotas (N) – Kjeldalio metodu /ISO 11261, 1995/, organinės anglies kiekis – Hereous aparatu (sauso deginimo metodu) /ISO 14235, 1998/.

*Mikroorganizmų tyrimai.* Dirvožemio ėminiai mikrobiologiniams tyrimams imti iš augalų rizosferos (0–20 cm ariamojo sluoksnio) du kartus per metus, augalų vegetacijos pradžioje ir pabaigoje. Mikroorganizmai išskirti praskiedimo metodu, dirvožemio suspensiją užsėjant trimis pakartojimais ant standartinių terpių: alaus misos – grybams, mitybinio agaro (MA) – organotrofinėms bakterijoms, krakmolo bei amoniako agaro (KAA) – mineralinį azotą asimiluojančioms bakterijoms (tarp jų ir streptomicetams). Suskaičiuotos lėkštelėse išaugusios kolonijos ir apskaičiuotas mikroorganizmų kiekis 1 g sauso dirvožemio /Мирчинк, 1988/.

*Skaičiavimai.* Derlius į apykaitinę energiją perskaičiuotas pagal atitinkamus koeficientus: lubinai sėkloms – 10,18, lubinai žaliajai trąšai – 9,70, žieminių rugių grūdai – 12,91 bei šiaudai – 6,06, bulvės – 12,74, baltosios garstyčios – 8,52, žirnių grūdai – 11,40 bei šiaudai – 5,49, dobilų šienas – 8,85, griekių grūdai – 16,70 bei šiaudai – 6,47, miežių grūdai – 12,84 bei šiaudai – 7,22 /Jankauskas ir kt., 2000/.

Paprastojo išplautžemio mitybos elementų balansui skaičiuoti panaudotas azoto, fosforo ir kalio kiekis, į dirvožemį įterptas su augalais, augintais žaliajai trąšai, ir augalų liekanomis, fosforitmilčiais bei kalio magnezija (tausojamojoje žemdirbystės sistemoje), mineralinėmis NPK trąšomis (intensyviojoje cheminėje žemdirbystės sistemoje) ir įvairių augalų derliuje sukauptų elementų duomenys.

Tyrimų duomenys įvertinti naudojant *Anova* ir *MS Excel 2000* (versija 2.2) kompiuterines programas /Tarakanovas, Raudonius, 2003/.

### Rezultatai ir jų aptarimas

Tyrimų rezultatai parodė, kad įvairių sėjomainų produktyvumas priklausė nuo augintų augalų ir taikytos ūkininkavimo sistemos (1 lentelė). Derlius tolygiai didėjo taikant ekologinę > tausojamąją > intensyviają cheminę žemdirbystės sistemas. Visuose variantuose (sėjomainose) ir taikant visas sistemas geriausiai derėjo bulvės (58,83–113,24 MJ kg<sup>-1</sup> apykaitinės energijos). Didžiausias derlius gautas jas auginant 2-ame variante po lubinų ir baltųjų ridikų žaliosios trąšos (68,20–113,24 MJ kg<sup>-1</sup> apykaitinės energijos). Šio varianto sėjomainos bendras produktyvumas buvo didžiausias (197,11–272,82 MJ kg<sup>-1</sup> apykaitinės energijos) ir esminis taikant visas sistemas. Mažiausias derlius gautas ketvirtojoje sėjomainoje, kurioje auginti žirniai, žieminiai rugiai ir lubinai sėkloms. Visų augalų derlius buvo gautas vienodas taikant ekologinę ir tausojamąją žemdirbystės sistemas ir kiek didesnis (išskyrus rugių) – intensyviają cheminę. Tai natūralu, nes žirnių šaknys žymiai mažiau už lubinus sukaupia azoto ir kitų maisto medžiagų, kurių neužteko žieminiam rugiams. Pastarieji geriau derėjo tik juos patręšus mineralinėmis NPK trąšomis, taikant intensyviają cheminę ūkininkavimo sistemą.

**1 lentelė.** Žemdirbystės sistemų įtaka įvairiose sėjomainose augintų augalų apykaitinės energijos kiekiui (MJ ha<sup>-1</sup>)

**Table 1.** The influence of farming systems on the metabolizable energy (MJ ha<sup>-1</sup>) of crops grown in various crop rotations

Bandymų variantai <i>Treatments</i>	Tyrimų metai <i>Experimental year</i>	Augalų seka sėjomainose <i>Crop sequence in the rotation</i>	Apykaitinė energija / <i>Metabolizable energy</i> MJ ha <sup>-1</sup>			
			Žemdirbystės sistema / <i>Farming system</i>			
			ekologinė <i>organic</i>	tausojamoji <i>sustainable</i>	intensyvioji cheminė <i>intensive-chemical</i>	
1	2	3	4	5	6	
1	2003	lubinai žaliajai trąšai <i>lupines for green manure</i>	58,3	59,6	62,4	
	2004	žieminiai rugiai / <i>winter rye</i>	43,8	48,5	72,2	
	2005	bulvės / <i>potatoes</i>	65,6	69,5	93,3	
	2006	grikliai / <i>buckwheat</i>	28,9	26,5	30,2	
	2007	miežiai / <i>barley</i>	17,0	19,2	39,2	
	Σ		213,6	223,3	297,3	
2	2003	lubinai žaliajai trąšai + posėlinės baltosios garstyčios <i>lupines for green manure + postcrop white mustard</i>	84,8	85,1	85,2	
		2004	bulvės / <i>potatoes</i>	68,2	81,9	113,2
		2005	žieminiai rugiai + išėliniai raudonieji dobilai <i>winter rye + undersown red clover</i>	44,1	52,6	74,3

**1 lentelės tęsinys**  
**Table 1 continued**

1	2	3	4	5	6
	2006	grikliai / <i>buckwheat</i>	31,8	38,7	34,4
	2007	miežiai / <i>barley</i>	17,6	21,3	35,2
	Σ		246,5	279,6	342,3
3	2003	lubinai sėkloms / <i>lupines for seed</i>	10,4	10,7	11,0
	2004	bulvės / <i>potatoes</i>	58,8	72,9	103,6
	2005	žieminiai rugiai + posėlinės baltosios garstyčios <i>winter rye + postcrop white mustard</i>	37,8	43,5	77,4
	2006	grikliai / <i>buckwheat</i>	30,5	30,1	34,7
	2007	miežiai / <i>barley</i>	14,8	14,7	29,7
	Σ		152,3	171,9	256,4
4	2003	žirniai / <i>pea</i>	37,2	37,6	40,1
	2004	žieminiai rugiai / <i>winter rye</i>	35,1	35,1	72,9
	2005	lubinai sėkloms / <i>lupines for seed</i>	30,5	30,6	34,1
	2006	grikliai / <i>buckwheat</i>	34,3	31,6	33,5
	2007	miežiai / <i>barley</i>	18,6	20,6	40,9
	Σ		155,7	155,5	221,5
$R_{05} / LSD_{05}$	2003		7,5	8,9	10,2
	2004		15,0	21,8	12,6
	2005		10,6	20,0	20,6
	2006		10,8	12,3	11,3
	2007		4,4	7,0	8,4
	Σ		10,3	15,2	13,3

Grikliai nereiklūs maisto medžiagų, todėl daugeliu atvejų geriau derėjo taikant ekologinę arba tausojamąją žemdirbystės sistemas (28,9–38,7 MJ kg<sup>-1</sup> apykaitinės energijos).

Visose žemdirbystės sistemose miežių grūdai geriausiai (0,82–0,83, 0,94–0,96 bei 1,81–1,89 t ha<sup>-1</sup>) derėjo 2-ame ir 4-ame variantuose, kai 2005 m. sėjomainoje auginti žieminiai rugiai su raudonųjų dobilų įsėliu ir lubinai sėkloms. Tai aiškintina dirvožemyje šių augalų liekanų paliktu didesniu kiekiu azoto nei bulvės ir žieminiai rugiai su posėlinėmis baltosiomis garstyčiomis kitose sėjomainose. Tai patvirtina ir kitų mokslininkų atlikti tyrimai /Nedzinskas, Birietienė, 1995/.

Dirvoje mitybos elementų balansą galima palaikyti kaitaliojant varpinius javus su ankštiniais augalais arba žaliaja trąša. Augalus tręšiant žaliaja trąša, kitaip nei mineralinėmis trąšomis, iš organinių trąšų ir augalų liekanų maisto medžiagos mineralizuojasi palaipsniui, jas auginami augalai geriau pasisavina, dirvožemyje nesusidaro jų perteklius ir mažiau išplaunama į gilesnius dirvožemio sluoksnius /Tripolskaja, 2005, Nedzinskas, Birietienė, 1995/.

Iš paveiksle pateiktų dirvožemio mitybos elementų balanso rodiklių matyti, kad jis priklausė nuo derliaus, jame sukauptų maisto elementų kiekio ir panaudotų trąšų.

Lengvos granulimetrinės sudėties dirvožemyje azotas yra vienas svarbiausių elementų, kurį augalai geriausiai pasisavina.

Dirvožemio mitybos elementų balanso skaičiavimai parodė, kad didžiausias azoto kiekis (288–298 kg ha<sup>-1</sup>) į dirvožemį įterptas su žaliaja trąša ir mineralinėmis NPK trąšomis (336,5–371,5 kg ha<sup>-1</sup>). Tačiau, nepaisant to, taikant visas žemdirbystės sistemas nustatytas neigiamas azoto balansas (–139,0–349,8 kg ha<sup>-1</sup>). Pagal kompensavimo koeficientą dirvožemyje reikėtų kompensuoti net 36–78 % azoto.

Neigiamas fosforo balansas nustatytas tik taikant ekologinę žemdirbystės sistemą, kai į dirvožemį su žaliaja trąša pateko labai nedaug šio elemento. Taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą, fosforo daugiau buvo įterpta su fosforitmilčiais (69–79 kg ha<sup>-1</sup>), o intensyviają cheminę – su superfosfatu (67,9–90,8 kg ha<sup>-1</sup>). Visuose šių sistemų variantuose nustatytas teigiamas fosforo balansas, o kompensavimo koeficientas siekė 137,4–210,9 %.

Kaip ir fosforo, kalio į dirvožemį mažiau buvo įterpta taip pat tik taikant ekologinę žemdirbystės sistemą, tačiau daugelyje įvairių sėjomainų variantų ir taikant įvairias žemdirbystės sistemas nustatytas neigiamas kalio balansas – dirvožemyje trūko 8–60 % kalio; kompensavimo koeficientas – 40–90 %. Visuose tausojamosios ir intensyviosios cheminės sistemų variantuose, ypač 4-ame, kai sėjomainoje auginti žirniai, žieminiai rugiai bei lubinai sėkloms, buvo pasisavinta mažiau kalio ir nustatytas teigiamas šio elemento balansas. Šiuo atveju kalio kompensavimo koeficientas siekė 102–166 %.

Dirvožemio agrocheminėms savybėms tam tikros įtakos turėjo įvairios sėjomainos ir žemdirbystės sistemos (2 lentelė). Nors dirvožemio rūgštumo (pH ir mainų bazės) rodikliai svyravo paklaidos ribose, visais atvejais pastebėta rūgštumo mažėjimo tendencija: pH rodiklis svyravo nuo 5,8 iki 6,0, o mainų bazės sumažėjo nuo 7,7–8,8 iki 6,2–7,6 mekv kg<sup>-1</sup>.

## 2 lentelė. Žemdirbystės sistemų įtaka dirvožemio agrocheminėms savybėms

**Table 2.** *The effect of farming systems on the agrochemical properties of soil*

Bandymų variantai <i>Treatments</i>	pH <sub>KCl</sub>	Mainų bazės mekv kg <sup>-1</sup> <i>Exchangeable bases mequiv kg<sup>-1</sup></i>	Suminis Total N <i>Total N</i>	Organinė anglis <i>Organic carbon</i>	Judrieji / <i>Mobile</i>	
					fosforas <i>phosphorus</i>	kalis <i>potassium</i>
1	2	3	4	5	6	7
Ekologinė žemdirbystės sistema <i>Organic farming system</i>						
1	5,9*	8,2	0,105	0,82	189	187
	6,0**	6,9	0,107	1,25	228	174
2	6,0	8,5	0,103	0,81	201	192
	6,0	6,8	0,111	1,36	232	150
3	5,9	8,2	0,101	0,79	183	186
	6,0	7,6	0,103	1,17	256	173
4	5,8	7,7	0,100	0,81	161	199
	5,9	7,2	0,107	1,32	212	204
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,25	1,3	0,008	0,13	48	57
	0,27	1,3	0,015	0,25	61	37
Sx %	1,22	6,87	2,18	4,77	7,52	8,62
	1,30	5,11	3,90	5,62	7,65	6,17

2 lentelės tęsinys  
Table 2 continued

1	2	3	4	5	6	7
Tausojamoji žemdirbystės sistema						
<i>Sustainable farming system</i>						
1	6,0	8,6	0,105	0,80	197	181
	6,1	6,9	0,107	1,26	270	234
2	5,9	8,8	0,103	0,81	176	173
	6,0	6,2	0,103	1,23	277	233
3	5,9	8,1	0,104	0,82	202	187
	5,9	6,3	0,107	1,21	266	225
4	5,8	8,5	0,102	0,81	173	191
	6,0	6,9	0,110	1,21	239	245
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,42	2,0	0,016	0,13	56	49
	0,49	2,3	0,011	0,14	79	40
Sx %	2,04	6,72	4,55	4,75	8,66	7,73
	2,37	6,65	2,99	3,30	8,66	4,97
Intensyvioji cheminė žemdirbystės sistema						
<i>Intensive-chemical farming system</i>						
1	5,9	8,2	0,105	0,84	193	171
	5,8	6,8	0,110	1,20	284	234
2	6,0	8,5	0,103	0,84	210	191
	5,8	6,7	0,113	1,34	274	239
3	5,9	8,2	0,099	0,80	198	192
	5,8	6,7	0,110	1,33	271	251
4	5,8	7,7	0,099	0,84	175	189
	5,8	6,8	0,010	1,31	243	237
R <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	0,39	1,9	0,013	0,12	60	39
	0,27	0,9	0,010	0,30	77	30
Sx %	2,04	6,87	3,62	4,18	8,89	6,12
	1,91	3,79	2,60	6,70	8,33	3,65

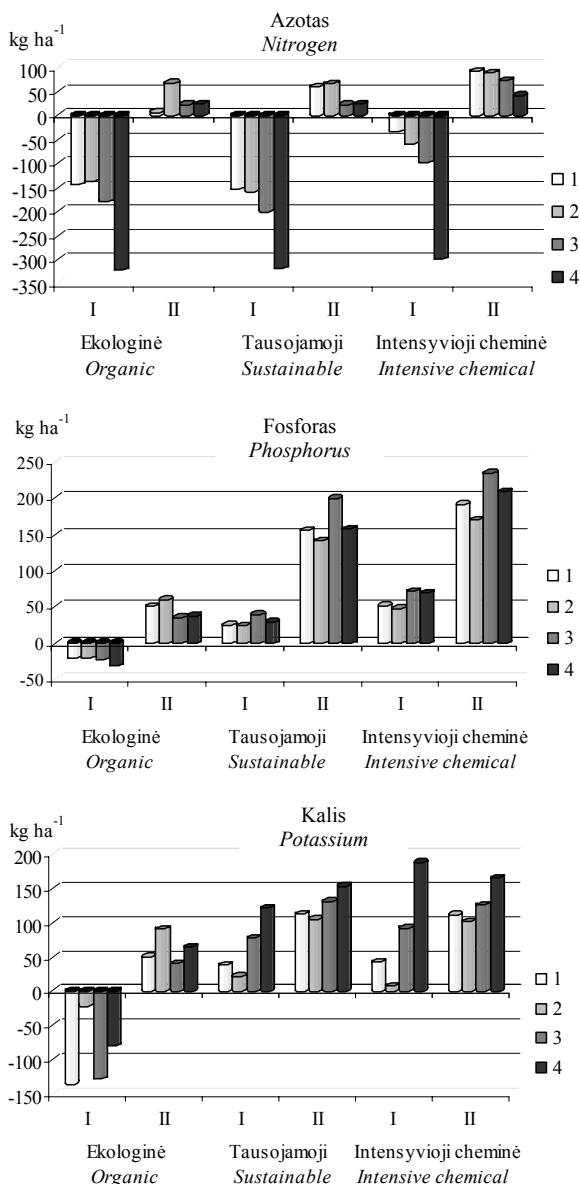
Pastaba. \* – agrocheminiai rodikliai prieš bandymo įrengimą 2003 m., \*\* – agrocheminiai rodikliai po miežių pjūties 2007 m.

Note. \* – agrochemical indicators before the experiment in 2003, \*\* – agrochemical indicators after barley harvesting in 2007.

Nors nustatytas neigiamas dirvožemio azoto balansas, tačiau pagal agrocheminius rodiklius šio elemento padidėjo nuo 0,099 iki 0,113 % taikant visas sėjomainas ir žemdirbystės sistemas. Tačiau padidėjimas nebuvo esminis. Analogiškai keitėsi ir organinės anglies rodikliai: 0,38–0,55 proc. vnt. didesnis jos kiekis nustatytas taip pat taikant visas sėjomainas ir žemdirbystės sistemas. Matyt, žaliosios trąšos ir augalų liekanų užarimas turėjo įtakos organinės medžiagos kaupimuisi dirvožemyje. Per ilgesnį laiką ši organinė medžiaga turėtų mineralizuotis ir augalams tapti azoto šaltiniu /Tripolskaja, 2005/.

Į dirvožemį daugiau fosforo pateko su kaulamilčiais ir superfosfatu taikant tausojamąją bei intensyviają cheminę žemdirbystės sistemas, tačiau agrocheminiai tyrimai parodė, kad ir ekologiškos žemdirbystės sistemoje po penkerių sėjomainos metų jo taip pat padaugėjo nuo 161 iki 256 mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio. Taikant šią žemdirbystės sistemą (išskyrus 4-ą variantą), kalio sumažėjo 13–42 mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio.

Tai parodė ir dirvožemio mitybos elementų balanso skaičiavimai (pav.). Taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą, fosforo buvo aptikta dar daugiau – 239–277 mg kg<sup>-1</sup>, kalio – 225–245 mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio. Taikant šią žemdirbystės sistemą, fosforo bei kalio kiekį papildė dirvožemio tręšimas fosforitmilčiais ir kalio magnezija.



**Paveikslas.** Žemdirbystės sistemų įtaka dirvožemio maisto medžiagų balansui: I – maisto medžiagų balansas (NPK) (+/- kg ha<sup>-1</sup>), II – kompensavimo koeficientas (%); 1–4 bandymo variantai

**Figure.** The effect of farming systems on the balance of soil nutrients: I – balance of nutrients (NPK) (+/- kg ha<sup>-1</sup>), II – compensation coefficient (%); 1–4 – trial treatments



Fosforo bei kalio kiekio padidėjimas dirvožemyje nebuvo esminis ir sistemingas, nes pradiniai to paties lauko rodikliai taip pat nebuvo vienodi: fosforo kiekis svyravo nuo 161 iki 202 mg kg<sup>-1</sup>, kalio – nuo 173 iki 199 mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio.

Dirvožemio mikrobiologinė būklė įvertinta augalų vegetacijos metu ir nuėmus derlių. Iš tiriamo dirvožemio augalų šaknyne srityje išskirti mikromicetai ir įvairių ekologinių bei trofinių grupių bakterijos: oligotrofinės, asimiliuojančios mineralinį azotą, tarp jų ir streptomicetai (3 lentelė).

Išanalizavus tyrimų rezultatus, paaiškėjo taikytos žemdirbystės agrotechnikos įtaka mikromicetų gausai dirvožemyje. Tausojamosios ir ekologinės žemdirbystės sistemų įtaka mikromicetų paplitimui itin priklausė nuo augintų augalų. Tyrimų duomenimis, tausojamoji žemdirbystės sistema buvo tinkamiausia lubinus auginant žaliajai trąšai kartu su posėlinėmis garstyčiomis. Palyginti su kitais agrotechnikos variantais, dažniausiai vegetacijos pradžioje mažiau stimuliuavo grybų plitimą. Šios agrotechnikos poveikis mikromicetų gausai dažnai sutapo su intensyvosios agrotechnikos taikymu. Mikromicetų gausos atžvilgiu ekologinės agrotechnikos taikymas dažnai buvo net tinkamesnis nei tausojamosios, pvz., auginant žirnius arba lubinus sėkloms. Pirmaisiais bandymo metais vegetacijos pabaigoje mikromicetų kiekis padidėjo 2–3 kartus. Vėliau šių variantų sezoniniai pokyčiai jau nebuvo tokie ryškūs ir vienareikšmiai.

Intensyvosios agrotechnikos taikymas palankiai veikė mikromicetų plitimą auginant lubinus sėkloms bei žaliajai trąšai, žirnius ir grikius.

Nustatyta, kad sezoniniai pokyčiai buvo itin ryškūs auginant ankštinius augalus – vegetacijos pabaigoje mikromicetų pradų kiekis padidėjo. Auginant rugius ir bulves, mikromicetų gausa mažėjo. Auginami sėjomainoje varpiniai, kryžmažiedžiai ir ankštiniai augalai nevienodai veikia mikromicetų paplitimą, o jų pradų gausa labiau priklauso nuo taikomos agrotechnikos.

Įvairių ekologinių bei trofinių bakterijų grupių gausa priklausė ir nuo augintų augalų, ir nuo taikytos agrotechnikos. Organinį azotą asimiliuojančių bakterijų amonifikatorių rudenį buvo išskirta daugiau nei pavasarį, išskyrus 2005 m., kai pavasarį buvo labai šlapia. Taikant tausojamąją agrotechniką, nuo antrųjų bandymo metų augalų vegetacijos pradžioje daugiau amonifikatorių buvo aptikta pirmosios sėjomainos dirvožemyje, kuriame iš pradžių auginti lubinai ir garstyčios žaliajai trąšai. Ekologinės žemdirbystės sąlygomis bandymo pradžioje šių bakterijų gausą teigiamai veikė antrosios ir trečiosios sėjomainų augalai, tačiau vėliau išryškėjo trąšoms augintų ir užartų augalų įtaka (pirmoji ir ketvirtoji sėjomainos). Panaši tendencija buvo ir taikant intensyviąją žemdirbystės sistemą, tik šių bakterijų kiekis itin padidėjo vėlesniais bandymo vykdymo metais. Rudenį didesnis jų gausumo svyravimas buvo tarp įvairių variantų. Taikant skirtingą agrotechniką, įvairiose sėjomainose išryškėjo tręšimo įtaka. Pavyzdžiui, didesnis amonifikatorių kiekis nustatytas ekologinės žemdirbystės laukeliuose, kuriuose sėjomainos pradžioje lubinai auginti trąšai. Jų teigiama įtaka sumažėjo tik penktaisiais metais. Laukeliuose, kuriuose pirmaisiais metais pasėti žirniai, jų įtaka amonifikatorių gausai išliko tik dvejus metus, o vėliau didesnę šių bakterijų kiekį lėmė intensyvus tręšimas. Tyrimų rezultatai patvirtina kitų autorių duomenis, kad žemės ūkio augalų užarimas, kartu naudojant vidutines normas mineralinių trąšų, aktyvizuoja organotrofų vystymąsi dirvožemyje /Ютинская и др., 1993/.

**3 lentelė.** Žemdirbystės sistemų įtaka mikroorganizmų pokyčiams taikant įvairias sėjomainas

**Table 3.** The effect of farming systems on the changes in microorganisms as affected by different crop rotations

Bandytųjų variantai <i>Treatments</i>	Tyrimų metai <i>Experimental year</i>	Mikromicetai ksv x 10 <sup>3</sup> <i>Micromycetes cfu x 10<sup>3</sup></i>		Bakterijos ant MA <i>Bacteria on NA cells x 10<sup>6</sup></i>		Bakterijos ant KAA <i>Bacteria on SAA cells x 10<sup>6</sup></i>		
		I	II	I	II	I	II	
		3	4	5	6	7	8	
Ekologinė žemdirbystės sistema <i>Organic farming system</i>								
1	2003	287,5	484,6	3,3	12,5	9,5	20,4	
	2004	430,9	144,0	5,0	5,4	14,8	11,4	
2	2005	255,8	314,1	6,2	3,4	14,3	19,4	
	2006	92,8	280,8	5,9	15,8	18,6	28,5	
	2007	293,7	315,5	4,3	5,1	33,1	27,0	
	2003	207,6	624,0	2,9	10,2	11,2	21,1	
	2004	555,6	196,1	4,9	3,3	19,0	14,8	
3	2005	252,7	289,0	6,6	3,1	25,8	9,2	
	2006	222,7	245,4	4,7	15,4	19,2	46,3	
	2007	122,8	156,4	5,4	14,1	15,3	2,4	
	2003	477,8	627,5	3,9	5,4	13,5	17,5	
	2004	444,7	141,2	7,9	3,9	24,7	11,0	
4	2005	418,2	236,2	5,8	2,7	26,7	16,4	
	2006	146,1	278,5	4,2	15,1	23,8	40,7	
	2007	170,0	146,6	0,9	6,7	6,1	16,4	
	2003	442,4	681,5	3,8	4,6	13,0	21,2	
	2004	272,0	167,4	7,5	3,3	16,2	15,3	
<i>R</i> <sub>05</sub> / <i>LSD</i> <sub>05</sub>	2005	334,5	390,4	5,3	2,5	17,1	20,5	
	2006	169,5	335,0	2,5	16,9	17,3	24,4	
	2007	374,7	163,7	4,1	7,0	19,2	18,8	
	2003	121,6	97,4	1,3	1,7	1,8	3,9	
	2004	62,7	22,4	2,3	0,8	3,1	1,6	
Tausojamoji žemdirbystės sistema <i>Sustainable farming system</i>	2005	35,7	33,3	1,4	0,6	3,5	0,4	
	2006	23,2	35,7	0,3	0,8	2,8	3,3	
	2007	29,4	33,8	1,2	2,5	3,0	2,7	
	1	2003	211,4	592,6	4,3	13,2	11,2	20,7
		2004	412,5	154,4	3,1	5,0	10,7	13,4
2005		292,7	178,3	3,5	3,1	15,1	17,7	
2006		126,3	348,0	1,3	9,6	23,2	22,4	
2007		240,3	170,6	3,7	6,5	24,0	19,6	
2	2003	311,1	644,7	2,9	8,8	9,4	17,8	
	2004	250,9	160,7	4,8	3,9	20,9	9,3	
	2005	270,0	149,8	9,1	2,1	24,7	5,8	
	2006	205,7	161,9	6,9	18,1	9,0	40,4	
	2007	241,9	195,6	4,1	20,2	18,4	28,1	

**3 lentelės tęsinys**  
**Table 3 continued**

1	2	3	4	5	6	7	8
3	2003	208,6	228,9	3,8	7,2	7,5	23,4
	2004	321,4	164,1	3,7	3,2	16,0	11,0
	2005	325,5	200,4	4,3	2,0	20,2	17,0
	2006	175,7	243,2	2,6	11,8	18,4	33,3
	2007	217,7	242,7	5,6	9,3	24,5	25,5
4	2003	343,9	454,9	3,7	7,4	9,4	18,8
	2004	183,5	188,4	3,5	2,6	11,8	14,0
	2005	225,9	329,5	5,3	3,0	16,0	18,0
	2006	219,2	254,3	3,0	22,7	16,0	27,2
	2007	373,0	270,3	3,8	13,4	26,7	21,2
$R_{05} / LSD_{05}$	2003	31,8	58,9	0,9	2,6	3,0	2,5
	2004	32,2	18,1	0,6	0,6	6,1	2,1
	2005	40,0	33,3	0,9	1,0	4,7	0,9
	2006	25,9	38,2	0,7	0,7	1,9	7,6
	2007	30,5	31,6	0,7	2,2	3,7	2,1
Intensyvioji cheminė žemdirbystės sistema <i>Intensive chemical farming system</i>							
1	2003	127,6	623,6	5,1	10,8	7,6	21,9
	2004	565,7	137,8	6,1	2,5	10,7	12,6
	2005	342,7	280,0	4,9	2,3	19,7	16,1
	2006	190,3	400,0	3,5	21,2	14,9	26,5
	2007	269,4	218,8	3,0	6,2	17,7	17,9
2	2003	210,7	368,6	3,2	7,2	8,1	14,4
	2004	451,8	288,3	5,2	2,4	13,2	9,7
	2005	329,3	233,7	7,7	3,3	12,6	8,9
	2006	113,8	309,5	10,3	16,9	8,4	33,2
	2007	337,5	212,5	4,4	27,5	23,2	22,0
3	2003	266,5	653,6	3,9	6,5	12,0	20,8
	2004	487,9	141,9	7,7	3,8	12,5	15,4
	2005	262,7	296,1	5,5	2,2	25,7	12,1
	2006	148,5	357,0	4,7	12,4	14,9	19,4
	2007	272,6	266,8	6,0	23,3	21,1	14,3
4	2003	336,3	509,0	3,4	6,7	10,3	22,3
	2004	335,2	170,1	7,3	1,4	14,4	13,4
	2005	217,4	309,6	5,0	3,1	13,8	20,9
	2006	240,0	541,6	1,8	17,8	20,9	23,3
	2007	319,3	260,2	3,0	7,0	17,7	20,0
$R_{05} / LSD_{05}$	2003	57,9	60,1	0,8	3,2	0,8	6,1
	2004	38,4	27,7	1,2	0,8	6,3	2,9
	2005	40,4	43,2	0,6	0,2	4,8	1,2
	2006	28,8	27,4	0,4	0,9	1,3	2,4
	2007	32,7	30,6	0,5	2,9	3,5	3,4

Pastaba / Note. I – vegetacijai prasidėjus / at the beginning of vegetation, II – vegetacijai pasibaigus / at the end of vegetation.

Mineralinį azotą pasisavinančių bakterijų buvo išskirta gerokai daugiau nei amonifikatorių. Tai patvirtina tyrimų duomenis, kad po tręšimo organinėmis trąšomis praėjus keleriems metams sumažėja amonifikuojančių, bet padidėja (iki 85 % visų mikroorganizmų) mineralinį azotą asimiliuojančių mikroorganizmų kiekis /Arlauskienė, 1999/. Nors dažniausiai šių bakterijų daugiau aptinkama rudenį, tačiau 2004 ir 2005 m. jų kiekis buvo mažesnis (jų buvo ne tiek daug intensyviai patręšus). Taikant tausojamąją žemdirbystės sistemą, tyrimų pirmojoje pusėje nitrifikatorių paplitimą teigiamai veikė trąšai auginti lubinai su garstyčiomis, tačiau augant grikiams ir miežiams didelis jų kiekis aptiktas tik augalų vegetacijos pabaigoje. Taikant ekologinę žemdirbystės sistemą, šių bakterijų paplitimą taip pat teigiamai veikė pirmosios, o neefektyviausiai – rudenį, antrosios sėjomainos metu auginti augalai. Intensyvaus tręšimo laukeliuose šios grupės bakterijų gausėjo kiekvienais tyrimų metais, tačiau rudenį jų gausumas labai svyravo. Didžiausias mineralinį azotą pasisavinančių bakterijų kiekis dažniausiai aptiktas ekologinės žemdirbystės laukeliuose (daugiau kaip 50 % ėminių). Tik ketvirtaisiais ir penktaisiais metais, auginant monopasėlius, daugiau šių bakterijų rasta tausojamosios žemdirbystės sistemos laukeliuose.

Ant tos pačios KAA (krakmolo bei amoniako agaro) terpės išskirtos ir micelinės *Streptomyces* genties bakterijos. Bakterijoms išskirti naudojant mitybines terpes, ant jų išauga maždaug ketvirtadalis visų bakterijų, o rizosferoje jų micelis sudaro apie 20 % bakterijų biomasės /Звягинцев, Зенова, 2001/. Šie mikroorganizmai gamina biologiškai aktyvias medžiagas, kurios svarbios augalų augimui, be to, jie dalyvauja humifikacijos procese /Shirokikh et al., 2002/.

Jų kiekis labai padidėjo pirmųjų metų rudenį užarus trąšai augintus augalus ir gana didelis išliko dar dvejus metus. Auginant grikius ir miežius, streptomicetų kiekis pradėjo mažėti. Nustatyta, kad šių bakterijų gausai, kuri buvo itin ryški antrosios sėjomainos laukeliuose, teigiamą įtaką dažniau turėjo intensyvus dirvožemio tręšimas.

Tirtame dirvožemyje *Streptomyces* genties bakterijų įvairovė buvo gana didelė, tačiau skyrėsi įvairiais metais. Iš viso išskirti priklausantys 5 sekcijoms ir 11 serijų streptomicetų kamienai. Tirtame dirvožemyje dažniausiai vyravo *Cinereus* sekcijos *Achromogenes* serijos streptomicetai.

## Išvados

1. Augalai geriausiai derėjo taikant intensyviają cheminę žemdirbystės sistemą (221,5–342,3 MJ kg<sup>-1</sup>), o ekologinėje ir tausojamojoje sistemose jie geriausiai (152,3–246,5 bei 155,5–279,6 MJ kg<sup>-1</sup>) derėjo 2-ame bei 4-ame variantuose, kur 2003 m. sėjomainoje auginti lubinai bei posėlinės baltosios garstyčios žaliajai trąšai, o 2005 m. – žieminiai rugiai su raudonųjų dobilų įsėliu ir atitinkamai žirniai bei lubinai sėkloms.

2. Dirvožemio azoto neigiamas (–39,0––349,8 kg ha<sup>-1</sup>) balansas nustatytas taikant visas žemdirbystės sistemas. Neigiamas fosforo (–20,0––31,0 kg ha<sup>-1</sup>) ir kalio (–104,0––169,2 kg ha<sup>-1</sup>) balansas nustatytas tik taikant ekologinę žemdirbystės sistemą. Taikant tausojamąją ir intensyviają cheminę žemdirbystės sistemas, fosforo (15,0–44,3 kg ha<sup>-1</sup>) ir kalio (20,2–160,1 kg ha<sup>-1</sup>) balansas buvo teigiamas.

3. Išanalizavus paprastojo išplautžemio agrocheminius rodiklius galima teigti, kad dirvožemio rūgštumui priešėliai kaip žalioji trąša neturėjo įtakos. Visais atvejais dirvožemio pH ir mainų bazės rodikliai svyravo paklaidos ribose. Taikant visas žem-

dirbystės sistemas ir visuose variantuose nustatytas 0,002–0,011 proc. vnt. didesnis suminio azoto, 0,36–0,55 proc. vnt. – organinės anglies ir 31–101 mg kg<sup>-1</sup> – dirvožemio judriojo fosforo kiekis. Kalio 38–63 mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio pagausėjo tik taikant tausojamąją ir intensyviają cheminę žemdirbystės sistemas.

4. Nustatyta kai kurių mikroorganizmų sisteminių bei ekologinių trofinių dirvožemio mikroorganizmų grupių gausa ir sezoninė kaita įvairiose sėjomainose augintų augalų rizosferos dirvožemyje, taikant skirtingas žemdirbystės sistemas.

4.1. Mikromicetų gausa pašarinių augalų šaknyso srities dirvožemyje labiau priklausė nuo sėjomainos augalų bei jų rotacijos taikant tausojamąją ir ekologinę žemdirbystės sistemas nei intensyviają cheminę.

4.2. Amonifikuojančių bakterijų gausą teigiamai veikė žaliajai trąšai auginti augalai. Tai itin išryškėjo ketvirtaisiais ir penktaisiais tyrimų metais. Nitrifikuojančių bakterijų (tarp jų ir streptomicetų) kiekis gerokai padidėjo augalų vegetacijos pabaigoje. Didžiausia jų gausa dažniausiai nustatyta naudojant tausojantį tręšimą. Ekologinės žemdirbystės laukelių dirvožemyje nitrifikatorių kiekis buvo mažiausias ir labiau priklausė nuo priešėlinių augalų. Atmosferos azotą kaupiančių bakterijų gausiau buvo augalus auginant žaliajai trąšai, o vėliau jų kiekis gerokai sumažėjo. Šios bakterijos labiau plito taikant ekologinę ir tausojamąją žemdirbystės sistemas.

## **Padėka**

Tyrimus parėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

Gauta 2009 05 28

Pasirašyta spaudai 2009 11 17

## **LITERATŪRA**

1. Arlauskienė E. A. Mikroorganizmų cenozių kitimas dirvožemyje sistemingai tręšiant organinėmis trąšomis // *Ekologija*. – 1999, Nr. 3, p. 43–46

2. Bocktaller C., Girardin P., Werf H. M. G. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of forming systems // *European Journal of Agronomy*. – 1997, vol. 7, No. 1–3, p. 261–270

3. Chalk P. M. Dynamics of biologically fixed N in legume-cereal rotations: a review // *Australian Journal of Agricultural Research*. – 1998, vol. 49, iss. 3, p. 303–316

4. Evanylo G., McGuinn R. Agricultural management practices and soil quality: measuring, assessing, and comparing laboratory and field test kit indicators of soil quality attributes // *Virginia Cooperative Extension Publication & Resources*. – 2000, No. 452, p. 400

5. GOST 26208-91. Soils / Determination of mobile compounds of phosphorus and potassium by Egner-Riem-Domingo method (AL-method). – Moscow, 1993, p. 7

6. ISO 10390. Soil quality / Determination of pH. TC 190/SC. – 1994, vol. 3, p. 5

7. ISO 11260. Soil quality / Determination of effective cation exchange capacity and base saturation level using barium chloride solution. TC 190/SC. – 1994, vol. 3, p. 10

8. ISO 11261. Soil quality / Determination of total nitrogen – modified Kjeldahl method. TC 190/SC. – 1995, vol. 3, p. 4

9. ISO 14235. Soil quality / Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation. TC 190/SC. – 1998, vol. 3, p. 5

10. Jankauskas B., Jankauskienė G., Švedas A. Derliaus energetinio įvertinimo skaičiavimo metodų palyginimas // *Žemdirbystė-Agriculture*. – 2000, t. 77, p. 239–251

11. Kalinina K. V., Kozhevin P. A., Zvyagintsev D. G., Sudnitsyn I. I. Peculiarities of microbial successions in the soil in relation to moisture level // *Pochvovedeniye*. – 1997, vol. 4, p. 518–521
12. Kennedy A. C., Smith K. L. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils // *Plant and Soil*. – 1995, vol. 170, No. 1, p. 75–86
13. Lapinskas E. Biologinio azoto fiksavimas ir nitrainas. – Vilnius, 1998. – 220 p.
14. Lazauskas J. Žalioji trąša. – Vilnius, 1992, p. 4–36
15. MacRae R. J. Mehuys G. R. The effect of green manuring on the physical properties of temperate-area soils // *Soil Science*. – 1985, vol. 3, p. 71–94
16. Mališauskas V. Gamybos ekonominis-ekologinis efektyvumas // *Gamyba ir gamtosauga*. – 1986, p. 11–40
17. Nedzinskas A., Birietienė Z. Tarpinių augalų parinkimas ir tręšimas intensyvioje žemdirbystėje // *Žemdirbystė: LŽI mokslo darbai*. – 1995, t. 44, p. 71–78
18. Nedzinskas A. Intensyvus tarpinių augalų auginimas žaliajai trąšai // *Žemės ūkis Pietryčių Lietuvoje: moksliniai, ekonominiai ir socialiniai aspektai*. – Akademija, Kėdainių r., 1999, p. 151–159
19. Neker D. Ecological sustainability in agricultural systems definition and measurement // *Journal of Sustainable Agriculture*. – 1992, vol. 2, No. 3, p. 51–61
20. Rachman A., Anderson S. H., Gantzer C. J. Thompson A. L. Influence of long-term cropping systems on soil physical properties related to soil erodibility // *AgProfessional*. – 2004, p. 30–32
21. Richling A. J., Lechnio J. Malinovska E. Landscape ecology – theory and application for practical purposes // *The Problems of Landscape Ecology*. – 2000, vol. 4, p. 235–246
22. Shirokikh I. G., Zenova G. M., Zviagintsev D. G. Actinomycetes in the rhizosphere of barley plants grown on acid soddy podzolic soil // *Mikrobiologija*. – 2002, vol. 4, p. 533–327
23. 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.
24. Tripolskaja L. Organinės trąšos ir jų poveikis aplinkai. – Akademija, Kėdainių r., 2005. – 205 p.
25. Žekonienė V., Bakutis B., Jankauskas B. Ekologinė žemdirbystė. – Vilnius, 1997. – 95 p.
26. Звягинцев Д. Г., Зенова Г. М. Экология актиномицетов. – Москва, 2001. – 253 с.
27. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. – Москва, 1997, с. 2–56
28. Мирчик Т. Г. Почвенная микология. – Москва, 1988. – 220 с.
29. Ютинская Г. А., Остапенко А. Д. Андреюк Е. И. Микробные сообщества почвы при выращивании озимой пшеницы по интенсивной и альтернативной технологиям // *Микробиология*. – 1993, т. 55, № 1, с. 3–10

## Efficiency of various farming systems on an infertile soil

E. Bakšienė<sup>1</sup>, T. L. Nedzinskienė<sup>1</sup>, A. Ražukas<sup>1</sup>, O. Salina<sup>2</sup>, J. Repečkienė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lithuanian Institute of Agriculture

<sup>2</sup>Institute of Botany

### Summary

Complex trials were carried out during 2003–2007 at the Voke Branch of the Lithuanian Institute of Agriculture and Institute of Botany. The experiments were designed to investigate the influence of organic, sustainable, and intensive-chemical farming systems on the changes in chemical properties of soil and crop productivity in the 4 crop rotations: 1) *Lupinus angustifolius* L., *Secale cereale* L., *Solanum tuberosum* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.; 2) *Lupinus angustifolius* L. + *Sinapis alba* L., *Solanum tuberosum* L., *Secale cereale* L. + *Trifolium pratense* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.; 3) *Lupinus luteus* L., *Solanum tuberosum* L., *Secale cereale* L. + *Sinapis alba* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.; 4) *Pisum arvense* L., *Secale cereale* L., *Lupinus luteus* L., *Fagopyrum esculentum*, *Hordeum* L.

Soil agrochemical parameters before the experiment were as follows: pH<sub>KCl</sub> – 5.9, P – 70–92 mg kg<sup>-1</sup>, K – 142–165 mg kg<sup>-1</sup>, organic carbon – 0.79–0.84%.

The highest metabolizable energy yield (68.20–113.24 MJ kg<sup>-1</sup>) per crop rotation was identified in the sustainable and intensive farming systems after lupine and white radish pre-crops grown as green manure. The farming systems tested did not have any effect on soil acidity and total nitrogen and humus contents. The highest contents of micromycetes in the soil were established for organic and sustainable farming systems. The highest content of fungi (644.0 cfu x 10<sup>3</sup>) was recorded for the sustainable cropping system after lupine and white mustard pre-crops grown as green manure in the autumn of 2003.

Key words: farming systems, productivity, balance, soil properties, micromycetes, bacteria.