

## Vasarinių rapsų produktyvumo elementų formavimasis priklausomai nuo tręšimo ir pasėlio tankumo

Aušra Marcinkevičienė, Rimantas Velička, Robertas Kosteckas

Lietuvos žemės ūkio universitetas

Tyrimai atlikti 2007 ir 2008 metais Lietuvos žemės ūkio universiteto Bandymų stotyje, karbonatingame giliau glėžiškame išplautžemyje (*Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisol*). Tyrimų tikslas – nustatyti vasarinių rapsų (*Brassica napus* L.) ‘Sponsor’ produktyvumą skirtingomis pasėlio tankumo ir tręšimo sąlygomis. Tyrimai atlikti pagal 2 veiksmų bandymo schemą: A veiksnys – tręšimo fonas: 1) neintensyvus fonas, 2) intensyvus fonas. B veiksnys – pasėlio tankumas: 1) 2 kg ha<sup>-1</sup> (50.1–100 vnt. m<sup>-2</sup>), 2) 4 kg ha<sup>-1</sup> (100.1–150 vnt. m<sup>-2</sup>), 3) 6 kg ha<sup>-1</sup> (150.1–200 vnt. m<sup>-2</sup>), 4) 8 kg ha<sup>-1</sup> (200.1–250 vnt. m<sup>-2</sup>), 5) 10 kg ha<sup>-1</sup> (250.1–300 vnt. m<sup>-2</sup>), 6) 12 kg ha<sup>-1</sup> (300.1–350 vnt. m<sup>-2</sup>), 7) 14 kg ha<sup>-1</sup> (350.1–400 vnt. m<sup>-2</sup>), 8) 16 kg ha<sup>-1</sup> (400.1–450 vnt. m<sup>-2</sup>).

Nustatyta, kad vasarinių rapsų pasėlio tankumas turėjo įtakos augalų aukščiui, šakų skaičiui, ankštaraų skaičiui, sėklų skaičiui ankštaroje, 1000 sėklų masei ir augalo sėklų derliui. Tarp šių rodiklių nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai. Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, didino vasarinių rapsų aukštį, šakų skaičių, ankštaraų skaičių, sėklų skaičių ankštaroje, tačiau mažino 1000 sėklų masę. 2007 m. intensyvus tręšimas esmingai didino augalo sėklų derlių 50.1–200 vnt. m<sup>-2</sup> tankumo rapsų pasėliuose (nuo 53,4 iki 163,2 %), o 2008 m. – tik rečiausiam pasėlyje (80,4 %). Abejais tyrimų metais augalo sėklų derliui, tiek neintensyviai tręšiant, tiek ir intensyviai tręšiant, turėjo įtakos augalo aukštis, augalo šakų skaičius ir augalo ankštaraų skaičius. Tarp šių rodiklių nustatyti tiesioginiai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai. Sėklų skaičiaus ankštaroje ir 1000 sėklų masės įtaka augalo sėklų derliui buvo nevienoda ir labiau priklausė nuo meteorologinių sąlygų.

*Vasariniai rapsai, pasėlio tankumas, tręšimas, produktyvumas.*

### Įvadas

Vienas iš svarbiausių pasėlio produktyvumo formavimo veiksnių yra augalų tankumas. Vasarinių rapsų augalų skaičius ploto vienetu priklauso nuo jų morfologinių savybių, pasirinktos veislės ypatumų, agrometeorologinių veiksnių ir naudojamos technologijos (Velička, 2002; Al-Barzinjy, 2003; Кондрашин и др., 2006; Никонова, 2006; Савенков, 2008). Vieni autoriai nurodo, kad vasarinių rapsų optimalus pasėlio tankumas turėtų būti 100 – 150 vnt. m<sup>-2</sup> (Шпаар и др., 1999), kiti tyrėjai teigia, kad 1 m<sup>2</sup> turėtų augti 200 – 250 (Никифоров, 2004) ar 250 – 300 augalų (Ялалов, Исмагилов, 2007). Yra nuomonių, kad drėgnesniais metais reikėtų sėti 3 – 4 mln. sėklų ha<sup>-1</sup>, o sausringais – užtektų ir 2 – 3 mln. ha<sup>-1</sup> (Сафиоллин, Гареев, 1995). N. L. Belik (2002) duomenimis, kuo tankesnis vasarinių rapsų pasėlis, tuo augalai yra jautresni drėgmės trūkumui. W. Diepenbrock (2000) nurodo, kad rapsų tankumas yra svarbus veiksnys, turintis įtakos individualaus augalo derlingumui. Vienodas augalų pasiskirstymas ploto vienetu yra būtina derlingumo stabilumo sąlyga. Be to, tolygiai pasiskirstę rapsai yra mažiau jautrūs aplinkos stresui (Sierts et al., 1987). Atliekant tyrimus S. E. Ogilvy (1984) pastebėjo, kad retesniame pasėlyje augalai labiau šakojasi, ne taip vienodai bręsta, augina apatines, ne tokias produktyvias šonines šakas, ir tarp augalo dalių didėja konkurencija dėl šviesos, maisto medžiagų ir vandens. Tankesniame rapsų pasėlyje augalai augina mažiau šoninių šakų, todėl efektyviau naudojamos maisto medžiagos, pasėlis vienodžiau bręsta, tačiau dėl didesnės augalų konkurencijos linkęs išgulti. Al-Barzinjy ir kt. (2003) teigia, kad sėklų skaičius ankštaroje ir sėklų masė didesni viršutinėse augalo šakose negu apatinėse, mažiau produktyviose.

R. Velička ir kt. (2007) nustatė, kad didėjant augalų skaičiui ploto vienetu iki 250.1–300 vnt. m<sup>-2</sup>, rapsų sėklų derlius dėl didesnės 1000 sėklų masės ant pagrindinio stiebo esmingai nuo 28,6 iki 58,8 % didėjo, lyginant su rečiau-

siu pasėliu (50.1–100 vnt. m<sup>-2</sup>), o 300.1–350 vnt. m<sup>-2</sup> tankumo pasėlyje sėklų derlius esmingai sumažėjo dėl augalų ankštaraų skaičiaus, sėklų skaičiaus ankštaroje ir 1000 sėklų masės mažėjimo. G. Šidlausko ir S. Bernoto (2003) duomenimis, vasarinių rapsų sėklų derlius didėjo, tankinant pasėlį iki 170 augalų m<sup>-2</sup>.

Nevienodo tankumo pasėlyje vasarinių rapsų augimą, vystymąsi, derliaus struktūros elementų formavimąsi lemia keletas veiksnių, vienas iš jų – tręšimas mineralinėmis trąšomis, ypač svarbiausiu rapsų maisto elementu – azotu. G. Šidlausko (2000) duomenimis, vasarinių rapsų sėklų derlius didėjo, didinant azoto normą iki 120 kg ha<sup>-1</sup>. Tolesnis azoto normos didinimas beveik neturėjo įtakos šiam rodikliui. Didžiausias vasarinių rapsų sėklų derlius gautas tręšiant 60 kg ha<sup>-1</sup> azoto augalų žydėjimo pradžioje. V. F. Vačianko (2005) teigia, kad optimaliomis ekologinėmis sąlygomis didinant azoto normą, vasarinių rapsų derlingumas didėjo nuo 49,0 iki 72,3 %. E. J. Zotovos (2003) duomenimis, vasarinius rapsus patręšus N90P90K90, lyginant su netręštais, jų sėklų derlius padidėjo tris kartus. S. S. Mahli ir kt. (2007) nustatė, kad didinant azoto normą nuo 0 iki 150 kg ha<sup>-1</sup> mažėjo rapsų pasėlio tankumas, tačiau didėjo jų biomasė ir sėklų derlius. H. Özer (2003) duomenimis, azoto normos didinimas nuo 0 iki 240 kg ha<sup>-1</sup> turėjo įtakos vasarinių rapsų šakų skaičiui, ankštaraų skaičiui ir 1000 sėklų masei.

*Tyrimų tikslas* – nustatyti vasarinių rapsų ‘Sponsor’ produktyvumą skirtingomis pasėlio tankumo ir tręšimo intensyvumo sąlygomis.

### Tyrimų sąlygos ir metodai

Tyrimai atlikti 2007 ir 2008 m. Lietuvos žemės ūkio universiteto Bandymų stotyje. Dirvožemis – karbonatingas giliau glėžiškas išplautžemis (*Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisol*), vidutinio sunkumo priemolis ant smėlingo lengvo priemolio (Lietuvos dirvožemiai, 2001). Humusingojo horizonto storis – 25 cm. Dirvos pH – 6,97, humuso –

2,51 proc. Judriųjų maisto medžiagų dirvožemyje: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 242 mg kg<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O – 124 mg kg<sup>-1</sup>.

Tyrimai atlikti pagal 2 veiksmų bandymo schemą: A veiksnys – tręšimo fonas: 1) neintensyvus fonas, 2) intensyvus fonas. B veiksnys – pasėlio tankumas: 1) sėta 2 kg ha<sup>-1</sup> (50.1–100 vnt. m<sup>-2</sup>), 2) sėta 4 kg ha<sup>-1</sup> (100.1–150 vnt. m<sup>-2</sup>), 3) sėta 6 kg ha<sup>-1</sup> (150.1–200 vnt. m<sup>-2</sup>), 4) sėta 8 kg ha<sup>-1</sup> (200.1–250 vnt. m<sup>-2</sup>), 5) sėta 10 kg ha<sup>-1</sup> (250.1–300 vnt. m<sup>-2</sup>), 6) sėta 12 kg ha<sup>-1</sup> (300.1–350 vnt. m<sup>-2</sup>), 7) sėta 14 kg ha<sup>-1</sup> (350.1–400 vnt. m<sup>-2</sup>), 8) sėta 16 kg ha<sup>-1</sup> (400.1–450 vnt. m<sup>-2</sup>).

Skirtingo tankumo vasarinių rapsų pasėliai sėti tiksliaja sėjama, atsižvelgiant į rapsų ‘Sponsor’ sėklų daigumą ir 1000 sėklų masę. Intensyvaus tręšimo fone augalai tręšti prieš rapsų sėją NPK 8:20:30 (400 kg ha<sup>-1</sup>) ir rapsų butonizacijos tarpsnyje (N60), neintensyvaus tręšimo fone augalai nebuvo tręšiami. Po sėjos rapsai purkšti herbicidu butizanu 400 (preparato veiklioji medžiaga – metazachloras 400 g l<sup>-1</sup>) (2,5 l ha<sup>-1</sup>), o nuo kenkėjų – 2<sup>x</sup> karate (preparato veiklioji medžiaga – lambda-cihalotrinas 50 g l<sup>-1</sup>) (0,15 l ha<sup>-1</sup>). Tyrimai atlikti keturiais pakartojimais. Apskaitinio laukelio plotas – 39,6 m<sup>2</sup>. Priešsėlis – pašariniai runkeliai.

Dirvos agrocheminės savybės nustatytos prieš įrengiant bandymus. Tyrimams atlikti kiekvieno pakartojimo laukeliuose Nekrasovo gražtu paimti jungtiniai dirvos mėginiai iš 0 – 25 cm dirvos sluoksnio. Analizės atliktos su infraraudonųjų spindulių spektrometru PSCO/ISI IBM – PC 4250 pagal duomenų bankų kalibruotes (Rimkevičienė, 2000). Ėminiai duomenų bankams sudaryti išanalizuoti referentiniais – cheminiais metodais (dirvožemio reakcija pH – potenciometriškai 1 n KCl ištraukoje, judrusis fosforas P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ir judrusis kalis K<sub>2</sub>O (mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio) – Egnerio-Rimodomo (A–L) metodu, organinė anglis – Tiurino metodu).

Prieš vasarinių rapsų derliaus nuėmimą kiekviename bandymo laukelyje išpjauti 1 m<sup>2</sup> apskaitiniai ploteliai. Kiekvieno laukelio rapsų pėdai atnešti į laboratoriją. Iš kiekvieno pėdo atsitiktinai atrinkta 30 augalų tyrimams. Nustatyti kiekvieno augalo biometriniai ir derliaus struktūros rodikliai. Apskaičiuotas vidutinis augalo sėklų derlius.

Tyrimų duomenys statistškai įvertinti kiekybinių požymių dviejų veiksmų dispersinės analizės, koreliacijos ir regresijos metodais (Stancevičius, Arvasas, 1981). Tyrimų duomenų statistinė analizė atlikta naudojantis kompiuterinėmis programomis: ANOVA, STATENG (Tarakanovas, Raudonius, 2003).

2007 m. žemės ūkio augalų vegetacija prasidėjo kovo trečiajame dešimtadienyje. Oro temperatūra beveik 5 °C vir-

šijo daugiamečius vidurkius. Balandžio pirmąjį dešimtadienį šiek tiek atvėso. Antras ir trečias dešimtadieniai buvo šilti, bet sausi HTK (hidroterminis koeficientas) – 0,10 (visiška sausra). Gegužės mėnesio pirmasis dešimtadienis buvo šaltas ir lietingas. Antrąjį ir trečiąjį dešimtadienį atšilo, tačiau lijo, HTK – 3,0 (perteklinis drėgnumas). Birželio mėnuo buvo palankus vasarinių rapsų augimui ir vystymuisi. Nors ši mėnesį kritulių iškrito perpus mažiau nei įprastai, bet HTK – 1,3 (optimalus drėgnumas). Liepos mėnesį kritulių iškrito dvigubai daugiau nei įprastai, HTK – 2,8 (perteklinis drėgnumas), todėl užsitęsė vasarinių rapsų brendimas ir derliaus nuėmimas. Rugpjūčio mėnesio vidutinė temperatūra buvo 2,1 °C aukštesnė už daugiametę temperatūrą, o kritulių suma prilygo daugiametei kritulių sumai.

Vasarinių rapsų vegetacijos metu (nuo rapsų sudygimo iki derliaus nuėmimo) 2007 m. aktyviųjų temperatūrų (≥10 °C) suma sudarė 1722,1 °C, iškrito 353,4 mm kritulių, hidroterminis koeficientas – 2,05.

2008 m. gegužės mėnesio pirmasis ir antrasis dešimtadieniai buvo sausi, iškrito tik 15,1 mm kritulių, HTK – 0,71. Vasariniam rapsams dygti sąlygos buvo nepalankios. Gegužės mėnesio temperatūra buvo tokia pati kaip ir daugiametę temperatūrą. Birželio mėnesio vidutinė temperatūra buvo 0,5 °C aukštesnė už daugiametę, o kritulių suma buvo artima daugiametei kritulių sumai, HTK – 1,73. Liepos mėnesio vidutinė temperatūra buvo 0,6 °C aukštesnė už daugiametę temperatūrą, o kritulių iškrito 33,6 mm mažiau, lyginant su daugiamete kritulių suma, HTK – 0,86. Rugpjūčio mėnuo buvo lietingas ir šiltas. Iškrito 93,3 mm kritulių (daugiametė kritulių suma – 79,0 mm), o mėnesio vidutinė temperatūra buvo 1,5 °C aukštesnė už daugiametę temperatūrą, HTK – 1,79.

2008 metais vasarinių rapsų vegetacijos metu aktyviųjų temperatūrų (≥10 °C) suma sudarė 1808,5 °C, iškrito 231,0 mm kritulių, hidroterminis koeficientas – 1,28.

## Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

2007 m. rečiausiuose vasarinių rapsų pasėliuose susiformavo aukščiausi augalai (1 lentelė). Tankėjant rapsų pasėliui augalų aukštis mažėjo, tačiau esminis aukščio sumažėjimas (nuo 20,6 iki 20,7 %), lyginant su rečiausiu pasėliu, nustatytas tik tankesniuose negu 350.1 vnt. m<sup>-2</sup> pasėliuose papildomai netręšiant ir tankiausiame rapsų pasėlyje (13,6 %) papildomai tręšiant. Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai nuo 16,4 iki 36,9 % didino augalo aukštį.

**1 lentelė.** Vasarinių rapsų biometriniai ir derliaus struktūros rodikliai, 2007 m.  
*Table 1. Spring rape biometrical parameters and yield structure indices, 2007*

Rodikliai <i>Parameters</i>	Tręšimas (veiksny A) <i>Fertilization (factor A)</i>	Pasėlio tankumas vnt. m <sup>-2</sup> (veiksny B) / <i>Crop density, units m<sup>-2</sup> (factor B)</i>							
		50.1- 100	100.1- 150	150.1- 200	200.1- 250	250.1- 300	300.1- 350	350.1- 400	400.1- 450
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Augalo aukštis cm <i>Height of plant, cm</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	86,1ab*	89,1a*	82,7ab*	81,3ab*	75,0bc*	77,7abc*	68,3c*	68,4c*
	intensyvus <i>intensive</i>	105,4a*	103,7ab*	101,4ab*	98,3ab*	94,0ab*	94,7ab*	93,5ab*	91,1b*
2. Augalo šakų skaičius vnt. <i>Number of branches per plant, units</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	6,83a*	4,67b*	2,90c*	3,13c	2,40cd	2,27cde	1,47de	1,20e*
	intensyvus <i>intensive</i>	9,33a*	7,50b*	6,10c*	3,80d	3,10d	2,93d	2,67d	3,10d*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3. Augalo ankštarių skaičius vnt. <i>Number of pods per plant, units</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	84,0a*	65,7b*	42,5c*	42,6c*	32,1cd	32,1cd	22,0d*	20,4d*
	intensyvus <i>intensive</i>	135,0a*	132,1a*	103,0b*	65,1c*	46,1d	46,9d	41,5d*	41,4d*
4. Sėklų skaičius ankštaroje vnt. <i>Number of seeds per pod, units</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	18,0ab*	19,0a	18,2ab*	17,6ab	18,2ab	18,4ab	17,9ab	16,9b
	intensyvus <i>intensive</i>	22,3a*	20,9ab	21,9a*	19,1bc	19,6bc	18,7c	19,1bc	18,4c
5. 1000 sėklų masė g <i>1000-seed weight, g</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	4,01a*	3,71ab	3,72ab	3,83a	3,62abc	3,29c	3,40bc	3,38b
	intensyvus <i>intensive</i>	3,05b*	3,36ab	3,31ab	3,49a	3,17ab	3,05b	3,24ab	3,37ab
6. Augalo sėklų derlius g <i>Seed yield per plant, g</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	6,11a*	4,63ab*	2,85bc*	2,85bc	2,10c	1,94c	1,34c	1,19c
	intensyvus <i>intensive</i>	9,37ab*	9,46a*	7,50b*	4,33c	2,87c	2,68c	2,57c	2,54c

Pastaba. Vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide (a, b, c, d, e) ir žvaigždute yra esminiai ( $P < 0,05$ ).

Note. Means not sharing a common letter (a, b, c, d, e) and asterisks are significantly different ( $P < 0.05$ ).

2008 m. tankėjant rapsų pasėliui, lyginant su rečiausiu pasėliu, augalo aukštis mažėjo tiek neintensyvaus tręšimo, tiek ir intensyvaus tręšimo fone, atitinkamai nuo 12,9 iki 25,7 % ir nuo 8,2 iki 25,1 % (2 lentelė). Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai nuo 13,4 iki 24,5 % didino augalo aukštį. Abiejuose tręšimo fonuose nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp rapsų pasėlio tankumo ir augalo aukščio (3, 4 lentelės).

Rečiausiame vasarinių rapsų pasėlyje augalai buvo šačiausi. 2007 m. tankėjant rapsų pasėliui, lyginant su re-

čiausiu pasėliu, augalo šakų skaičius mažėjo tiek neintensyviai tręšiant, tiek ir intensyviai, atitinkamai nuo 31,6 iki 82,4 % ir nuo 19,6 iki 71,4 % (1 lentelė). Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didino augalo šakų skaičių 50.1 – 200 vnt.  $m^{-2}$  ir 400.1 – 450 vnt.  $m^{-2}$  tankumo rapsų pasėliuose, atitinkamai nuo 36,6 iki 158,3 %.

2008 m. tankėjant rapsų pasėliui, lyginant su rečiausiu pasėliu, augalo šakų skaičius mažėjo tiek neintensyvaus tręšimo, tiek ir intensyvaus tręšimo fone, atitinkamai nuo 61,8 iki 94,9 % ir nuo 78,2 iki 91,4 % (2 lentelė).

2 lentelė. Vasarinių rapsų biometriniai ir derliaus struktūros rodikliai, 2008 m.  
Table 2. Spring rape biometrical parameters and yield structure indices, 2008

Rodikliai <i>Parameters</i>	Tręšimas (veiksny A) <i>Fertilization (factor A)</i>	Pasėlio tankumas vnt. $m^{-2}$ (veiksny B) / <i>Crop density, units <math>m^{-2}</math> (factor B)</i>							
		50.1- 100	100.1- 150	150.1- 200	200.1- 250	250.1- 300	300.1- 350	350.1- 400	400.1- 450
Augalo aukštis cm <i>Height of plant, cm</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	109,0a*	94,9b*	91,2bc*	90,2bc*	90,9bc*	82,3c*	87,4bc*	81,0c*
	intensyvus <i>intensive</i>	123,6a*	108,4bc*	113,5b*	109,7bc*	107,8bc*	102,5cd*	101,5cd*	92,6d*
Augalo šakų skaičius vnt. <i>Number of branches per plant, units</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	5,34a*	2,04b	1,57bc	0,83cd	0,79cd	0,41d	0,74cd	0,27d
	intensyvus <i>intensive</i>	10,2a*	2,22b	2,17b	1,81bc	1,64bc	1,25bc	0,88c	0,89c
Augalo ankštarių skaičius vnt. <i>Number of pods per plant, units</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	101,8a*	36,0b	29,6b	21,9b	21,4b	17,3b	21,0b	15,9b
	intensyvus <i>intensive</i>	192,0a*	54,3b	50,3bc	42,0bc	42,9bc	37,4bc	31,7bc	28,7c
Sėklų skaičius ankštaroje vnt. <i>Number of seeds per pod, units</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	20,7a	18,8b	18,8b*	17,9b*	18,7b	18,6b	17,8b	17,9b
	intensyvus <i>intensive</i>	20,6a	18,6cd	20,2ab*	19,3abc*	19,2bc	17,8d	17,7d	17,3d
1000 sėklų masė g <i>1000-seed weight, g</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	3,44ab	3,70a*	3,41ab*	3,48ab*	3,39b*	3,64ab*	3,40b*	3,39b*
	intensyvus <i>intensive</i>	3,26a	3,08ab*	3,10ab*	3,09ab*	3,05ab*	3,02ab*	2,98b*	2,95b*
Augalo sėklų derlius g <i>Seed yield per plant, g</i>	neintensyvus <i>not intensive</i>	7,26a*	2,50b	1,95b	1,38b	1,36b	1,18b	1,29b	0,97b
	intensyvus <i>intensive</i>	13,1a*	3,11b	3,13b	2,52b	2,54b	2,02b	1,69b	1,46b

Pastaba. Vidurkiai pažymėti ne ta pačia raide (a, b, c, d) ir žvaigždute yra esminiai ( $P < 0,05$ ).

Note. Means not sharing a common letter (a, b, c, d) and asterisks are significantly different ( $P < 0.05$ ).

Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didino augalo šakų skaičių tik rečiausiame rapsų pasėlyje – atitinkamai 91,0 %.

Nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp rapsų pasėlio tankumo ir augalo šakų skaičiaus (3, 4 lentelės).

Rečiausiame vasarinių rapsų pasėlyje augalai suformavo daugiausia ankštara. 2007 m. tankėjant rapsų pasėliui, lyginant su rečiausiu pasėliu, augalo ankštara skaičius mažėjo tiek neintensyviai tręšiant, tiek ir intensyviai, atitinkamai nuo 21,8 iki 75,7 % ir nuo 2,1 iki 69,3 % (1 lentelė). Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didino augalo šakų skaičių 50.1 – 250 vnt. m<sup>-2</sup> ir 350.1 – 450 vnt. m<sup>-2</sup> tankumo rapsų pasėliuose, atitinkamai nuo 60,7 iki 142,4 %.

2008 m. tankėjant rapsų pasėliui, lyginant su rečiausiu pasėliu, augalo ankštara skaičius mažėjo tiek neintensyviaus tręšimo, tiek ir intensyviaus tręšimo fone, atitinkamai nuo 64,6 iki 84,4 % ir nuo 71,7 iki 85,1 % (2 lentelė). Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didi-

no augalo ankštara skaičių tik rečiausiame rapsų pasėlyje, atitinkamai 88,6 %. Nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs, statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp rapsų pasėlio tankumo ir augalo ankštara skaičiaus bei tiesioginiai stiprūs ir labai stiprūs, statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp augalo aukščio ir augalo ankštara skaičiaus, augalo šakų skaičiaus ir augalo ankštara skaičiaus (3, 4 lentelės). Analogiškus dėsningumus nustatė ir H. Özer ir kt. (1999).

2007 m. neintensyviaus tręšimo fone pasėlio tankumas ryškios įtakos sėklų skaičiui ankštaroje neturėjo (1 lentelė). Intensyviaus tręšimo fone tankėjant vasarinių rapsų pasėliui sėklų skaičius ankštaroje mažėjo, tačiau esminis sėklų skaičiaus ankštaroje sumažėjimas, lyginant su rečiausiu pasėliu, nustatytas tik 200.1–450 vnt. m<sup>-2</sup> tankumo pasėliuose, atitinkamai nuo 2,1 iki 17,5 %. Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didino sėklų skaičių ankštaroje tik 50.1–100 ir 150.1–200 vnt. m<sup>-2</sup> tankumo rapsų pasėliuose, atitinkamai nuo 20,3 iki 23,9 %.

**3 lentelė.** Koreliacijos koeficientai tarp vasarinių rapsų pasėlio tankumo, biometrinių ir derliaus struktūros rodiklių, 2007 m.  
*Table 3. Correlation coefficients among spring rape crop density, biometrical parameters and yield structure indices, 2007*

Rodikliai / Parameters	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
(1) Pasėlio tankumas vnt. m <sup>-2</sup> Crop density, units m <sup>-2</sup>	-0,943**	-0,908**	-0,380	-0,939**	-0,916**	-0,868**	1,000
(2) Augalo aukštis cm Height of plant, cm	0,865**	0,739*	0,650	0,877**	0,836**		
(3) Augalo šakų skaičius vnt. Number of branches per plant, units	0,995**	0,835**	0,417	0,994**			
(4) Augalo ankštara skaičius vnt. Number of pods per plant, units	0,999**	0,827*	0,460				
(5) Sėklų skaičius ankštaroje vnt. Number of seeds per pod, units	0,445	0,170					
(6) 1000 sėklų masė g 1000-seed weight, g	0,836**						
(7) Augalo sėklų derlius g Seed yield per plant, g	1,000						

Pastaba. Viršutinės reikšmės eilutėje – koreliacijos koeficientai neintensyviai tręšiant, apatinės reikšmės – koreliacijos koeficientai intensyviai tręšiant. \* ir \*\* žymi tikimybės lygius, atitinkamai  $P < 0,05$  ir  $P < 0,01$ .

Note. The upper value in a row – correlation coefficients under not intensive fertilization, the lower value – correlation coefficients under intensive fertilization. \* and \*\* are significant at the  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$  probability levels, respectively.

**4 lentelė.** Koreliacijos koeficientai tarp vasarinių rapsų pasėlio tankumo, biometrinių ir derliaus struktūros rodiklių, 2008 m.  
*Table 4. Correlation coefficients among spring rape crop density, biometrical parameters and yield structure indices, 2008*

Rodikliai / Parameters	(7)	(6)	(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
(1) Pasėlio tankumas vnt. m <sup>-2</sup> Crop density, units m <sup>-2</sup>	-0,819*	-0,180	-0,839**	-0,820*	-0,882**	-0,940**	1,000
(2) Augalo aukštis cm Height of plant, cm	0,925**	-0,005	0,865**	0,928**	0,955**		
(3) Augalo šakų skaičius vnt. Number of branches per plant, units	0,991**	0,021	0,927**	0,992**			
(4) Augalo ankštara skaičius vnt. Number of pods per plant, units	0,999**	-0,050	0,926**				
(5) Sėklų skaičius ankštaroje vnt. Number of seeds per pod, units	0,931**	0,102					
(6) 1000 sėklų masė g 1000-seed weight, g	-0,030	0,900**					
(7) Augalo sėklų derlius g Seed yield per plant, g	1,000						

Pastaba. Viršutinės reikšmės eilutėje – koreliacijos koeficientai neintensyviai tręšiant, apatinės reikšmės – koreliacijos koeficientai intensyviai tręšiant. \* ir \*\* žymi tikimybės lygius, atitinkamai  $P < 0,05$  ir  $P < 0,01$ .

Note. The upper value in a row – correlation coefficients under not intensive fertilization, the lower value – correlation coefficients under intensive fertilization. \* and \*\* are significant at the  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$  probability levels, respectively.

2008 m. rečiausiam vasarinių rapsų pasėlyje augalai suformavo daugiausia sėklų ankštaroje (2 lentelė). Tankėjant rapsų pasėliui, lyginant su rečiausiu pasėliu, augalo ankštaraų skaičius mažėjo tiek neintensyvaus tręšimo, tiek ir intensyvaus tręšimo fone, atitinkamai nuo 9,2 iki 14,0 % ir nuo 2,0 iki 16,0 %. Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didino sėklų skaičių ankštaroje tik 150.1–250 vnt. m<sup>2</sup> tankumo rapsų pasėliuose, atitinkamai nuo 1,9 iki 16,0 %.

Nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai, išskyrus 2007 m. neintensyvų foną, tarp rapsų pasėlio tankumo ir sėklų skaičiaus ankštaroje (3, 4 lentelės).

2007 m. tiek neintensyviai, tiek ir intensyviai tręšiant pasėlio tankumas ryškios įtakos 1000 sėklų masei neturėjo (1 lentelė). Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai sumažino rapsų 1000 sėklų masę tik rečiausiam pasėlyje, atitinkamai 23,9 %.

2008 m. neintensyvaus tręšimo fone pasėlio tankumas ryškios įtakos 1000 sėklų masei neturėjo (2 lentelė). Intensyvaus tręšimo fone tankėjant vasarinių rapsų pasėliui 1000 sėklų masė mažėjo, tačiau esminis 1000 sėklų masės sumažėjimas, lyginant su rečiausiu pasėliu, nustatytas tik 350.1 – 450 vnt. m<sup>2</sup> tankumo pasėliuose, atitinkamai nuo 8,5 iki 8,6 %. Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai sumažino rapsų 1000 sėklų masę, atitinkamai nuo 11,2 iki 16,8 %.

2007 m. neintensyvaus tręšimo fone, o 2008 m. intensyvaus tręšimo fone nustatyti atvirkštiniai, labai stiprūs ir statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp rapsų pasėlio tankumo ir 1000 sėklų masės (3, 4 lentelė). E. J. J. Momoh ir W. Zhou (2001) nurodo, kad rapsų 1000 sėklų masė mažai priklauso nuo pasėlio tankumo.

Didžiausią sėklų derlių augalai suformavo rečiausiam vasarinių rapsų pasėlyje. 2007 m. tiek neintensyviai, tiek ir intensyviai tręšiant esmingai mažesnis augalo sėklų derlius, lyginant su rečiausiu pasėliu, nustatytas tankesniuose negu 150.1 vnt. m<sup>2</sup> rapsų pasėliuose, atitinkamai nuo 53,4 iki 80,5 % ir nuo 20,0 iki 72,9 % (1 lentelė). R. Velička ir kt. (2007) nustatė, kad tankėjant vasarinių rapsų pasėliui nuo 100.1 iki 350 vnt. m<sup>2</sup>, lyginant su rečiausiu pasėliu, vieno augalo sėklų derlius esmingai mažėjo nuo 33,1 iki 78,5 %. Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didino augalo sėklų derlių 50.1–200 vnt. m<sup>2</sup> tankumo rapsų pasėliuose, atitinkamai nuo 53,4 iki 163,2 %.

2008 m. tankėjant vasarinių rapsų pasėliui augalo sėklų derlius esmingai mažėjo abiejuose tręšimo fonuose, atitinkamai nuo 65,6 iki 86,6 % ir nuo 76,1 iki 88,9 % (2 lentelė). Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, esmingai didino augalo sėklų derlių tik rečiausiam rapsų pasėlyje, atitinkamai 80,4 %.

Nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp rapsų pasėlio tankumo ir augalo sėklų derliaus (3, 4 lentelės).

Abejais tyrimų metais augalo sėklų derliui, tiek neintensyviai tręšiant, tiek ir intensyviai tręšiant, turėjo įtakos augalo aukštis, augalo šakų skaičius ir augalo ankštaraų skaičius (3, 4 lentelė). Tarp paminėtų rodiklių nustatyti tiesioginiai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai. Sėklų skaičiaus ankštaroje ir 1000 sėklų masės įtaka augalo sėklų derliui buvo nevienoda ir labiau priklausė nuo meteorologinių sąlygų. Ōzer ir kt. (1999) nurodo, kad augalo sėklų derliui daugiausia įta-

kos turi augalo ankštaraų skaičius ir 1000 sėklų masė. E. J. Zotovos (2003) duomenimis, vasarinių rapsų sėklų derlius nuo augalo ankštaraų skaičiaus priklausė labiau negu nuo sėklų skaičiaus ankštaroje ir 1000 sėklų masės.

## Išvados

1. Vasarinių rapsų pasėlio tankumas turėjo įtakos augalų aukščiui, šakų skaičiui, ankštaraų skaičiui, sėklų skaičiui ankštaroje, 1000 sėklų masei ir augalo sėklų derliui. Tarp šių rodiklių nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai.

2. Intensyvus tręšimas, lyginant su neintensyviu, didino vasarinių rapsų aukštį, šakų skaičių, ankštaraų skaičių, sėklų skaičių ankštaroje, tačiau mažino 1000 sėklų masę. 2007 m. intensyvus tręšimas esmingai didino augalo sėklų derlių 50.1–200 vnt. m<sup>2</sup> tankumo rapsų pasėliuose (nuo 53,4 iki 163,2 %), o 2008 m. – tik rečiausiam pasėlyje (50.1–100 vnt. m<sup>2</sup>) (80,4 %).

3. Abejais tyrimų metais augalo sėklų derliui, tiek neintensyviai, tiek ir intensyviai tręšiant, turėjo įtakos augalo aukštis, augalo šakų ir ankštaraų skaičius. Tarp šių rodiklių nustatyti tiesioginiai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai. Sėklų skaičiaus ankštaroje ir 1000 sėklų masės įtaka augalo sėklų derliui buvo nevienoda ir labiau priklausė nuo meteorologinių sąlygų.

## Padėka

Tyrimus rėmė Lietuvos valstybinis mokslo ir studijų fondas.

## Literatūra

- AL-BARZINJY, M.; STØLEN, O.; CHRISTIANSEN, J. L. 2003. Comparison of growth, pod distribution and canopy structure of old and new cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant Soil Science*, vol. 53, no. 3, p. 138–146.
- DIEPENBROCK, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Research*, vol. 67, no. 1, p. 35–49.
- MAHLI, S. S.; BRADT, S.; ULRICH, D. et al. 2007. Comparative nitrogen response and economic evaluation for optimum yield of hybrid and open-pollinated canola. *Can. J. Plant Sci.*, vol. 87, no. 3, p. 449–460.
- MOMOH, E. J. J.; ZHOU, W. 2001. Growth and yield responses to plant density and stage of transplanting in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agron. and Crop Sci.*, vol. 186, no. 4, p. 253–259.
- OGILVY, S. E. 1984. The influence of seed rate on population structure and yield of winter oilseed rape. *Aspects of Applied Biology*, vol. 6, p. 59–66.
- ŌZER, H.; ORAL, E.; DOĐRU, Ū. 1999. Relationships between yield and yield components on currently improved spring rapeseed cultivars. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, vol. 23, p. 603–607.
- ŌZER, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. *European Journal of Agronomy*, vol. 19, no. 3, p. 453–463.
- RIMKEVIČIENĖ, M. 2000. *Infraraudonųjų spindulių kompiuterizuotos sistemos panaudojimas augalinės produkcijos kokybės įvertinimas: metodinė priemonė agronomijos specialybės studentams*. Akademija (Kauno r.). 22 p.
- SIERTS, H. P.; GEISLER, G.; LÉON, J.; DIEPENBROCK, W. 1987. Stability of yield components from winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agron. Crop Sci.*, no. 158, p. 107–113.
- STANCEVIČIUS, A.; ARVASAS, J. 1981. *Lauko bandymų duomenų įvertinimo metodika*. Kaunas. 110 p.
- ŠIDLAUSKAS, G.; BERNOTAS, S. 2003. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Agronomy Research*, vol. 1, no. 2, p. 229–243.
- ŠIDLAUSKAS, G. 2000. Pasėlio tankumo, azoto normų ir jų išbėrimo laiko įtaka vasarinių rapsų (*Brassica napus*) sėklų derliui, žaliųjų baltymų ir riebalų išeigai. *Žemdirbystė*, t. 69, p. 14–32.
- TARAKANOVAS, P.; RAUDONIUS, S. 2003. *Agronominių tyrimų duomenų statistinė analizė taikant kompiuterines programas ANOVA, STAT, SPLIT-PLOT iš paketo SELEKCIJA ir IRRISTAT*. Akademija (Kauno r.). 57 p.

14. VELIČKA, R.; MARCINKEVIČIENĖ, A.; RIMKEVIČIENĖ, M.; TREČIŪKAS, K. 2007. Skirtingo tankumo vasarinių rapsų bioprotencialo vertinimas. *Žemės ūkio mokslai*, t. 14, nr. 2, p. 31–39.
15. VELIČKA, R. 2002. Sėkloms auginamų rapsų agrotechnikos moksliniai pagrindai. *Žemės ūkio mokslai*, Nr. 1, p. 27–40.
16. БЕЛИК, Н. Л. 2002. Агроклиматические условия произрастания рапса ярового в зависимости от густоты стояния растений. Из *Державинские чтения: научная конференция преподавателей и аспирантов*. Тамбов, № 1, с. 187.
17. ВАЩЕНКО, В. Ф. 2005. Формирование урожайности ярового рапса в зависимости от экологических условий. Из Всероссийская научно-практическая конференция “Проблемы экологии и экологической безопасности Центрального Черноземья Российской Федерации”: доклады. Липецк, № 2, с. 274–276.
18. ЗОТОВА, Е. Ю. 2003. Влияние уровня минерального питания на продуктивность горчицы белой и рапса ярового. *Владим. Земледелец*, № 4, с. 16–17.
19. КОНДРАШИН, Б. С.; МЕЛЬНИК, А. Ф.; БИРЮКОВ, А. В. 2006. Эффективность возделывания ярового рапса. *Зерн. х-во*, № 5, с. 11–12.
20. НИКИФОРОВ, О. А. 2004. Рaps – ценная и перспективная культура. *Сельскохозяйственные вести*, № 2, с. 6.
21. НИКОНОВА, Г. Н. 2006. Морфогенетические и экологические особенности ярового рапса. Из *Современные проблемы популяционной экологии: материалы 9 международной научно-практической экологической конференции*. Белгород, с. 135–136.
22. САВЕНКОВ, В. П. 2008. Урожай рапса зависит от технологии возделывания и погодных условий. *Кормопроизводство*, № 2, с. 19–21.
23. САФИОЛЛИН, Ф. Н.; ГАРЕЕВ, Р. Г. 1995. Технология получения высоких урожаев маслосемян ярового рапса. Из *Эколого – агрохимические и технологические аспекты развития земледелия Среднего Поволжья и Урала: тезисы докладов*. Изд – во Казанского университета, с. 93–94.
24. ШПААР, Д.; МАКОВСКИ, Н.; ЗАХАРЕНКО, В.; ПОСТНИКОВ, А.; ЩЕРБАКОВ, В. и др. 1999. *Рaps*. Минск, с. 57–208.
25. ЯЛАЛОВ, Р. Р.; ИСМАГИЛОВ, Р. Р. 2007. Из *Молодежь и наука XXI века: материалы 2 открытой всероссийской научно-практической конференции молодых ученых*. Ульяновск, с. 108–111.

Aušra Marcinkevičienė, Rimantas Velička, Robertas Kosteckas

### Analysis of Spring Rape Productivity under Different Crop Density and Fertilization Conditions

#### Summary

Field experiments were carried out in 2007 and 2008 at the Experimental Station of the Lithuanian University of Agriculture. Soil – *Calc(ar)ic Endohypogleyic Luvisol*. The objective of these investigations was to determine the productivity of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.) ‘Sponsor’ under different conditions of crop density and fertilization. Treatments of the investigations: factor A – fertilization: 1) not intensive, 2) intensive. Factor B – crop density: 1) 2 kg ha<sup>-1</sup> (50.1–100 plants m<sup>-2</sup>), 2) 4 kg ha<sup>-1</sup> (100.1–150 plants m<sup>-2</sup>), 3) 6 kg ha<sup>-1</sup> (150.1–200 plants m<sup>-2</sup>), 4) 8 kg ha<sup>-1</sup> (200.1–250 plants m<sup>-2</sup>), 5) 10 kg ha<sup>-1</sup> (250.1–300 plants m<sup>-2</sup>), 6) 12 kg ha<sup>-1</sup> (300.1–350 plants m<sup>-2</sup>), 7) 14 kg ha<sup>-1</sup> (350.1–400 plants m<sup>-2</sup>), 8) 16 kg ha<sup>-1</sup> (400.1–450 plants m<sup>-2</sup>).

Crop density determined the height of plant, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pod, 1000-seed weight and seed yield per plant. Negative, strong and very strong, significant relationships were established among these parameters. Intensive fertilization increased the height of plant, number of branches per plant, number of pods per plant, number of seeds per pod, but decreased 1000-seed weight. In 2007 intensive fertilization significantly increased the seed yield per plant at rape crop density of 50.1–200 plants m<sup>-2</sup> (from 53.4 to 163.2 %). In 2008 intensive fertilization significantly increased the seed yield per plant only in the thinnest crop (50.1–100 plants m<sup>-2</sup>) (80.4 %). In the both years of the investigation height of plant, number of branches and number of pods per plant determined the seed yield per plant under intensive and not intensive fertilization conditions. Positive, strong and very strong, significant relationships were established among these parameters. The influence of the number of seeds per pod and 1000-seed weight on the seed yield per plant differed and depended on meteorological conditions.

*Spring rape, crop density, fertilization, productivity.*

Aušra Marcinkevičienė, Rimantas Velička, Robertas Kosteckas

### Анализ формирования элементов продуктивности ярового рапса в зависимости от удобрения и густоты посева

#### Резюме

Исследования проводились в 2007–2008 гг. на Опытной станции Литовского сельскохозяйственного университета. Почва – *Calc(ar)ic Endohypogleyic Luvisol*. Цель опытов – установить продуктивность ярового рапса (*Brassica napus* L.) ‘Sponsor’ в различных условиях густоты посева и удобрения. Схема опытов: фактор А – удобрение: 1) интенсивное, 2) неинтенсивное; фактор В – густота посева: 1) 2 кг·га<sup>-1</sup> (50.1–100 растений·м<sup>-2</sup>), 2) 4 кг·га<sup>-1</sup> (100.1–150 растений·м<sup>-2</sup>), 3) 6 кг·га<sup>-1</sup> (150.1–200 растений·м<sup>-2</sup>), 4) 8 кг·га<sup>-1</sup> (200.1–250 растений·м<sup>-2</sup>), 5) 10 кг·га<sup>-1</sup> (250.1–300 растений·м<sup>-2</sup>), 6) 12 кг·га<sup>-1</sup> (300.1–350 растений·м<sup>-2</sup>), 7) 14 кг·га<sup>-1</sup> (350.1–400 растений·м<sup>-2</sup>), 8) 16 кг·га<sup>-1</sup> (400.1–450 растений·м<sup>-2</sup>).

Установлено, что густота посева ярового рапса влияла на высоту растения, число ветвей, число стручков, число семян в стручке, массу 1000 семян и урожай семян отдельного растения. Установлены обратные сильные и очень сильные, статистически достоверные корреляционные связи между этими показателями. Интенсивное удобрение, по сравнению с неинтенсивным, повышало высоту растения, число ветвей, число стручков, число семян в стручке, но уменьшало массу 1000 семян. В 2007 г. интенсивное удобрение существенно повышало урожай семян отдельного растения при густоте посева ярового рапса 50.1–200 растений·м<sup>-2</sup> (от 53,4 до 163,2 %), а в 2008 г. – только в наиболее редком посеве (50.1–100 растений·м<sup>-2</sup>) (80,4 %). В опытах обоих лет высота растения, число ветвей и стручков влияли на урожай семян отдельного растения в условиях интенсивного и неинтенсивного удобрения. Установлены прямые сильные и очень сильные, статистически достоверные корреляционные связи между этими показателями. Влияние числа семян в стручке и массы 1000 семян на урожай семян отдельного растения было неодинаковым и зависело от метеорологических условий.

*Яровой рапс, густота посева, удобрение, продуктивность.*

*Gauta 2009 m. gegužės mėn., atiduota spaudai 2009 m. rugsėjo mėn.*

**Aušra MARCINKEVIČIENĖ.** Lietuvos žemės ūkio universiteto Žemdirbystės katedros docentė, biomedicinos mokslų daktarė. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. (8 37) 75 22 33, el. paštas: afze@lzuu.lt

**Rimantas VELIČKA.** Lietuvos žemės ūkio universiteto Žemdirbystės katedros profesorius, biomedicinos mokslų habilituotas daktaras. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 23 17, el. paštas: rimantas.velicka@lzuu.lt

**Robertas KOSTECKAS.** Lietuvos žemės ūkio universiteto Žemdirbystės katedros doktorantas. Adresas: Studentų g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 37) 75 23 71, el. paštas: afze@lzuu.lt

**Ausra MARCINKEVIČIENE.** Doctor of biomedical sciences, assoc. prof. at the Department of Soil Management, Lithuanian University of Agriculture. Address: Studentų 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 22 33, e-mail: afze@lzuu.lt

**Rimantas VELICKA.** Doctor hab. of biomedical sciences, Professor at the Department of Soil Management, Lithuanian University of Agriculture. Address: Studentų 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 23 17, e-mail: rimantas.velicka@lzuu.lt

**Robertas KOSTECKAS.** Phd. student at the department of Soil Management, Lithuanian University of Agriculture. Address: Studentų 11, LT-53361 Akademija, Kauno distr. Tel. (8 37) 75 23 71, e-mail: afze@lzuu.lt