

Rapsų liekanų vandeninių ištraukų alelopatinė įtaka vasarinių miežių dygimui bei augimui

Rimantas Velička^{1,2},

Rita Čepulienė¹,

Aušra Marcinkevičienė^{1,2},

Rita Pupalienė^{1,2},

Zita Kriaučiūnienė²,

Robertas Kosteckas²,

Sigitas Čekanauskas²,

Rūta Bieliauskaitė¹

¹ Aleksandro Stulginskio universitetas,
Žemdirbystės katedra,
Studentų g. 11,
LT-53361 Akademija, Kauno r.
El. paštas: ausra.marcinkeviciene@asu.lt

² Aleksandro Stulginskio universiteto
Bandymų stotis,
LT-53363 Noreikiškės, Kauno r.

Tyrimai atlikti 2011 m. Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stoties laboratorijoje. Tyrimų tikslas – nustatyti ir įvertinti žieminių ir vasarinių rapsų liekanų (kūlenų, ražienojų ir šaknų) vandeninių ištraukų alelopatinę įtaką vasarinių miežių dygimui bei augimui. Eksperimento variantai: A veiksnys – rapsų liekanos: 1) žieminių rapsų kūlenos; 2) žieminių rapsų ražienojai; 3) žieminių rapsų šaknys; 4) vasarinių rapsų kūlenos; 5) vasarinių rapsų ražienojai; 6) vasarinių rapsų šaknys. B veiksnys – vandeninių ištraukų koncentracijos: 1) distiliuotas vanduo; 2) 1 : 6250 (rapsų liekanų ir vandens santykis); 3) 1 : 1250; 4) 1 : 250; 5) 1 : 50; 6) 1 : 10. Žieminių kviečių ir vasarinių miežių grūdai daiginti ant filtrinio popieriaus, sudrėkinto paruoštų koncentracijų vandeninėmis ištraukomis, Petri lėkštelėse, klimatinėje kameroje. Visų koncentracijų rapsų liekanų vandeninės ištraukos (1 : ≥10), palyginti su distiliuotu vandeniu, slopino vasarinių miežių (nuo 13,6 iki 28,6 % vnt.) dygimą. Miežių daigelių (nuo 14,4 iki 16,4 %) ir šaknelių augimas (nuo 14,2 iki 19,2 %), palyginti su distiliuotu vandeniu, buvo stimuliuojamas veikiant visų rapsų liekanų stipresnių koncentracijų (1 : 250 ir 1 : 50) vandeninėmis ištraukomis. Vertinant rapsų liekanų įtaką miežių dygimui nustatyta, kad vasarinių miežių dygimą stimuliuojo žieminių rapsų ražienojai bei vasarinių rapsų šaknys, o daigelių ir šaknelių augimą – vasarinių rapsų kūlenos bei ražienojai. Žieminių rapsų kūlenų vandeninių ištraukų optinis tankis nustatytas didžiausias, vasarinių rapsų šaknų vandeninių ištraukų – mažiausias. Visų rapsų liekanų 1 : 10 koncentracijos vandeninės ištraukos optinis tankis nustatytas nuo 4,0 iki 12,4 karto didesnis, palyginti su kitų koncentracijų vandeninėmis ištraukomis.

Raktažodžiai: alelopatija, rapsai, vasariniai miežiai, liekanos, vandeninės ištraukos, optinis tankis

ĮVADAS

Graikų mokslininkai Teofrastas (285 m. prieš Kristų) ir Plinijus pastebėjo egzistuojančią sąveiką tarp augalų ir nurodė šių ryšių svarbą žemės ūkyje. Tačiau apie augalų išskiriamas chemines medžiagas ir jų sąveiką augalas-augalas pirmą kartą 1832 m. rašė Šveicarų botanikas M. A. P. De Candolle. H. Molisch 1937 m. panaudojo terminą alelopatija, apimančią teigiamus ir neigiamus biocheminius ryšius tarp visų rūšių augalų ir mikroorganizmų. Šis apibrėžimas vėliau buvo patikslintas E. L. Raiso (Rice, 1983)

ir naudojamas iki šių dienų (Friedman, Waller, 1985). Dabartiniu metu didelis dėmesys skiriamas besikaupiančioms augaluose fiziologiškai aktyvioms medžiagoms, turinčioms augalų augimui stimuliuojantį, slopinantį arba neutralų poveikį (Lazauskas, 1990; Vaughn, Boydson, 1997). Alelopatinis poveikis dažnai kinta dėl įvairių biotinių ir abiotinių veiksnių, taip pat meteorologinių sąlygų, fizikinių, cheminių, biologinių dirvožemio savybių, kurie visi gali turėti įtakos poveikio trukmei, alelopatiniu poveikiu pasižyminčių medžiagų koncentracijai ir skilimui aplinkoje (Inderjit, Keating, 1999).

Daugelis autorių nurodo, kad bastutinių šeimos augalai pasižymi alelopatinėmis savybėmis (Al-Khatib et al., 1997; Haramoto et al., 2005; Uremis et al., 2009; Bangarwa et al., 2011; Björkam et al., 2011; Samadany et al., 2011). Tai susiję su tuo, kad jų sudėtyje yra dideli kiekiai fiziologiškai aktyvių junginių (Продзинский, 1990; Усень, 2001). Visi *Brassica* spp. šeimos augalai turi gliukozinolatų, kurie patys nėra fitotoksiški, bet, yrant dirvoje augalų liekanoms, gliukozinolatai skyla į izotiocianatus, tiocianatus, nitrilus, epitionitrilus ir oksazolidin-2-ionus (Al-Khatib et al., 1997).

Lietuvoje tirtas piktžolių alelopatinis aktyvumas (Lazauskas, 1990), fenolinių junginių kaupimasis pašariniuose augaluose (Varnaitė, 1994), miglinių šeimos žolių alelopatinis aktyvumas bei jo kitimas per vegetacijos laikotarpį (Kryževičienė, Paplauskienė, 2002), žaliajai trąšai augintų tarpinio pasėlio augalų rūšių (raudonojo dobilo, gausiažiedės svidrės, baltosios garstyčios ir žieminio rapsų) alelopatinė įtaka vasariniams miežiams (Marcinkevičienė, 2003), bendras fenolių kiekis ir alelopatinis aktyvumas vandeniniuose ekstraktuose, paruoštuose iš pašarinio augalo rytinio ožiarūčio įvairių antžeminių dalių (lapų, stiebų, žiedų bei sėklų) ir šaknų įvairiais augimo tarpsniais (Baležentienė, 2009). B. Butkutė ir Z. Dabkevičius (2008) ištyrė gliukozinolatų kompozicijas rapsų sėklose, įvertino skirtingo toksiškumo gliukozinolatų kiekių įvairovę ir kaupimosi dėsningumą.

Rapsai yra geras prieššėlis daugeliui žemės ūkio augalų (Velička, 2002). Nustatyta, kad žaliajai trąšai įterpti vasariniai rapsai stimuliuo po mėnesio sėtų žiemiųjų kviečių dygimą (Захарович, 2005). Žiemiųjų ir vasarinių rapsų atskirų morfologinių dalių liekanų alelopatinė įtaka posėlio augalams Lietuvoje netirta. Tyrimais siekėme išaiškinti, kurios vasarinių ir žiemiųjų rapsų morfologinės dalys (kūlenos, ražienojai, šaknys), įterptos į dirvą, išskiria į aplinką didesnius įvairių medžiagų kiekius bei turi stipresnę alelopatinę poveikį po rapsų auginamiems žemės ūkio augalams.

Tyrimų tikslas – nustatyti ir įvertinti žiemiųjų ir vasarinių rapsų liekanų (kūlenų, ražienojų ir šaknų) vandeninių ištraukų alelopatinę įtaką vasarinių miežių dygimui bei augimui.

TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Tyrimai atlikti 2011 m. Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stoties laboratorijoje. Tirta rap-

so žieminės (*Brassica napus* L. spp. *oleifera biennis* Metzg.) ir vasarinės (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera annua* Metzg.) formų atskirų morfologinių dalių liekanų (kūlenų, ražienojų ir šaknų) skirtingų koncentracijų vandeninių ištraukų alelopatinis poveikis paprastojo miežio (*Hordeum vulgare* L.) vasarinės formos 'Simba' grūdų dygimui bei augimui. Eksperimento variantai: A veiksnys – rapsų morfologinių dalių liekanos: 1) žiemiųjų rapsų kūlenos; 2) žiemiųjų rapsų ražienojai; 3) žiemiųjų rapsų šaknys; 4) vasarinių rapsų kūlenos; 5) vasarinių rapsų ražienojai; 6) vasarinių rapsų šaknys. B veiksnys – vandeninės ištraukos: 1) distiliuotas vanduo; 2) 1 : 6250 (liekanų ir vandens santykis); 3) 1 : 1 250; 4) 1 : 250; 5) 1 : 50; 6) 1 : 10.

Žiemiųjų ir vasarinių rapsų atskirų morfologinių dalių liekanų (kūlenos (stiebai su visomis šakomis ir ankštara sąvaromis), ražienojai (30 cm nuo šaknies kaklelio), šaknys) ėminiai, iš karto paimti nuėmus rapsų derlių ir susmulkinti 3 mm kapojais. Rapsų liekanos distiliuotame vandenyje (liekanų ir vandens santykis 1 : 10) 18 °C temperatūroje laikytos 24 valandas. Gauta vandeninė ištrauka buvo praskiesta ir ruoštos kitų koncentracijų vandeninės ištraukos: 1 : 6 250, 1 : 1 250, 1 : 250 ir 1 : 50 (Продзинский, 1965). Miežių grūdai daiginti keturias paras ant filtrinio popieriaus, sudrėkinto paruoštų koncentracijų vandeninėmis ištraukomis, Petri lėkštelėse, klimatinėje kameroje RUMED 1301, 22 °C temperatūroje ir esant 65 % oro drėgnei. Apskaičiuotas sudygsusių miežių kiekis procentais, išmatuotas jų daigelių aukštis ir šaknelių ilgis. Tyrimai atlikti 3 pakartojimais.

Rapsų liekanų vandeninių ištraukų optinis tankis matuotas spektrofotometru DU-40 (bangos ilgis 465 nm) (Горобец, Назаренко, 1992). Tyrimai atlikti ASU AF Maisto žaliavų, agronominių ir zootechninių tyrimų laboratorijoje.

Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti kiekybinių požymių dviejų veiksnių dispersinės analizės, koreliacijos ir regresijos metodais. Tyrimų duomenų statistinė analizė atlikta naudojantis kompiuterinėmis programomis: DISVEG, STAT_ENG (Raudonius ir kt., 2009).

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

Ištyrus rapsų atskirų morfologinių dalių liekanų skirtingų koncentracijų vandeninių ištraukų įtaką vasarinių miežių dygimui nustatyta, kad visų rap-

sų liekanų 1 : 1250 ir 1 : 10 koncentracijų vandeninėse ištraukose miežių dygimas iš esmės nesiskyrė (1 lentelė). Žieminių rapsų šaknų 1 : 6 250 koncentracijos vandeninėje ištraukoje, vasarinių rapsų kūlenų 1 : 250 koncentracijos vandeninėje ištraukoje, žieminių rapsų kūlenų ir vasarinių rapsų ražienojų 1 : 50 koncentracijos vandeninėse ištraukose, palyginti su kitų rapsų liekanų tų pačių koncentracijų vandeninėmis ištraukomis, vasarinių miežių dygimas buvo slopinamas.

Daugiausia vasarinių miežių sudygo juos daiginant distiliuotame vandenyje (1 lentelė). Nustatytos tendencijos, kad vasarinių miežių dygimas buvo akivaizdžiai slopinamas, palyginti su distiliuotu vandeniu, žieminių rapsų kūlenų ir ražienojų stipresnės koncentracijos vandeninėse ištraukose, o žieminių rapsų šaknų bei vasarinių rapsų kūlenų, ražienojų ir šaknų tiek silpnesnės, tiek ir stipresnės koncentracijos vandeninėse ištraukose.

Išnagrinėjus atskirai rapsų liekanų ir skirtingos koncentracijos vandeninių ištraukų įtaką miežių dygimui nustatyta, kad daugiausia miežių sudygo juos daiginant žieminių rapsų ražienojų ir vasarinių rapsų šaknų vandeninėse ištraukose (1 pav.).

Palyginti su kitomis rapsų liekanomis, vasarinių miežių dygimas padidėjo atitinkamai nuo 5,3 iki 8,7 ir nuo 4,1 iki 7,5 % vnt. Rapsų liekanų vandeninės ištraukos (1:≥10), palyginti su distiliuotu vandeniu, esmingai nuo 13,6 iki 28,6 % vnt. slopino vasarinių miežių dygimą.

Pastebėta tendencija, kad vasarinių rapsų atskirų morfologinių dalių liekanų skirtingos koncentracijos vandeninės ištraukos labiau stimuliuo vasarinių miežių daigelių ir šaknelių augimą negu žieminių (2 lentelė). Miežių daigelių ir šaknelių augimas buvo labiausiai stimuliuojamas vasarinių rapsų kūlenų ir ražienojų 1 : 6 250 koncentracijos vandeninėse ištraukose, vasarinių rapsų šaknų 1 : 1 250 koncentracijos vandeninėje ištraukoje, vasarinių rapsų kūlenų 1 : 250 koncentracijos vandeninėje ištraukoje bei vasarinių rapsų ražienojų 1 : 50 ir 1 : 10 koncentracijų vandeninėse ištraukose.

Nustatyta, kad miežių daigelių augimą, palyginti su distiliuotu vandeniu, iš esmės stimuliuo žieminių rapsų kūlenų bei šaknų stipresnės koncentracijos vandeninės ištraukos, vasarinių rapsų kūlenų bei šaknų silpnesnės koncentracijos vandeninės

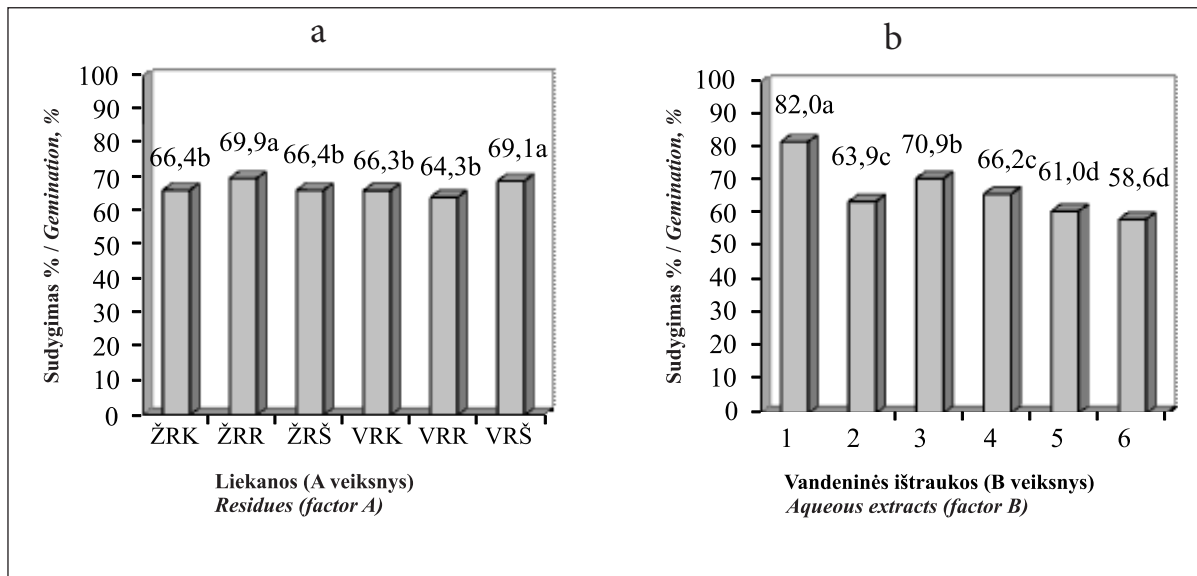
1 lentelė. Atskirų rapsų liekanų skirtingų koncentracijų vandeninių ištraukų įtaka vasarinių miežių sudygimui 2011 m.

Table 1. The influence of different concentration of aqueous extracts of oilseed rape residues on spring barley germination, 2011

Rapsų liekanos (A veiksnys) Oilseed rape residues (factor A)	Rapsų liekanų ir distiliuoto vandens santykis (B veiksnys) Ratio of oilseed rape residues and distilled water (factor B)					
	Distiliuotas vanduo Distilled water	1 : 6 250	1 : 1 250	1 : 250	1 : 50	1 : 10
	Sudygimas % / Germination, %					
Žieminių rapsų kūlenos / Threshing remains of winter oilseed rape	82,0a	67,3a	70,7a	64,7ab*	57,3b*	56,7a*
Žieminių rapsų ražienojai / Stubble of winter oilseed rape	82,0a	74,7a	76,7a	69,3a	61,3a*	55,3a*
Žieminių rapsų šaknys / Roots of winter oilseed rape	82,0a	51,3b*	74,0a	73,3a	60,7ab*	57,3a*
Vasarinių rapsų kūlenos / Threshing remains of spring oilseed rape	82,0a	60,7ab*	69,3a	54,0b*	70,0a	62,0a*
Vasarinių rapsų ražienojai / Stubble of spring oilseed rape	82,0a	60,7ab*	68,0a	68,0ab	52,7b*	54,6a*
Vasarinių rapsų šaknys / Roots of spring oilseed rape	82,0a	68,7a	66,7a*	68,0ab	64,0ab*	65,3a*

Pastaba: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute (lyginant su distiliuotu vandeniu), skirtumai yra esminiai 95 % tikimybės lygiu.

Note: means not sharing a common letter (a, b) (for factor A) and asterisks (for factor B and compared with distilled water) are significantly different ($P < 0.05$).



1 pav. Rapsų liekanų (a) ir vandeninių ištraukų (b) įtaka vasarinių miežių sudygimui 2011 m.

Pastaba: A veiksnys – rapsų liekanos: ŽRK – žieminių rapsų kūlenos, ŽRR – žieminių rapsų ražienojai, ŽRŠ – žieminių rapsų šaknys, VRK – vasarinių rapsų kūlenos, VRR – vasarinių rapsų ražienojai, VRŠ – vasarinių rapsų šaknys; B veiksnys – vandeninių ištraukų koncentracijos: 1) distiliuotas vanduo; 2) 1 : 6 250 (rapsų liekanų ir distiliuoto vandens santykis); 3) 1 : 1 250; 4) 1 : 250; 5) 1 : 50; 6) 1 : 10. Tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), skirtumai yra esminiai 95 % tikimybės lygiu.

Fig. 1. The influence of oilseed rape residues (a) and aqueous extracts (b) on spring barley germination, 2011

Note: factor A – oilseed rape residues: ŽRK – threshing remains of winter oilseed rape, ŽRR – stubble of winter oilseed rape, ŽRŠ – roots of winter oilseed rape, VRK – threshing remains of spring oilseed rape, VRR – stubble of spring oilseed rape, VRŠ – roots of spring oilseed rape; factor B – concentrations of aqueous extracts: 1) distilled water; 2) 1 : 6 250 (ratio of oilseed rape residues and water); 3) 1 : 1 250; 4) 1 : 250; 5) 1 : 50; 6) 1 : 10. Means not sharing a common letter (a, b, c, d) are significantly different ($P < 0.05$).

2 lentelė. Atskirų rapsų liekanų skirtingų koncentracijų vandeninių ištraukų įtaka vasarinių miežių augimui 2011 m.

Table 2. The influence of different concentration of aqueous extracts of oilseed rape residues on spring barley growth, 2011

Rapsų liekanos (A veiksnys) Oilseed rape residues (factor A)	Rapsų liekanų ir distiliuoto vandens santykis (B veiksnys) Ratio of oilseed rape residues and distilled water (factor B)					
	Distiliuotas vanduo Distilled water	1 : 6 250	1 : 1 250	1 : 250	1 : 50	1 : 10
Daigelių aukštis cm / Height of shoots, cm						
Žieminių rapsų kūlenos / Threshing remains of winter oilseed rape	2,01a	2,06bc	2,21ab	2,36a*	2,33bc*	1,36d*
Žieminių rapsų ražienojai / Stubble of winter oilseed rape	2,01a	2,05bc	2,17ab	2,31a	1,93d	2,03bc
Žieminių rapsų šaknys / Roots of winter oilseed rape	2,01a	1,83c	2,11b	2,11b	2,60ab*	2,34ab*
Vasarinių rapsų kūlenos / Threshing remains of spring oilseed rape	2,01a	2,57a*	2,25ab	2,61a*	2,22cd	2,32b
Vasarinių rapsų ražienojai / Stubble of spring oilseed rape	2,01a	2,64a*	2,05b	2,07b	2,68a*	2,67a*
Vasarinių rapsų šaknys / Roots of spring oilseed rape	2,01a	2,17b	2,45a*	2,32a	2,27bc	1,83c

2 lentelė (tęsinys)
Table 2 (continued)

	Šaknelių ilgis cm / Length of roots, cm					
Žieminių rapsų kūlenos / Threshing remains of winter oilseed rape	5,52a	5,92b	6,15ab*	6,41ab*	6,75ab*	4,99d*
Žieminių rapsų ražienojai / Stubble of winter oilseed rape	5,52a	5,70b	6,07ab*	6,26b*	5,91c*	4,94d*
Žieminių rapsų šaknys / Roots of winter oilseed rape	5,52a	5,69b	6,09ab*	5,96b*	7,05a*	6,06c*
Vasarinių rapsų kūlenos / Threshing remains of spring oilseed rape	5,52a	6,41a*	6,07ab*	6,87a*	6,32bc*	6,71b*
Vasarinių rapsų ražienojai / Stubble of spring oilseed rape	5,52a	6,55a*	5,69b	6,20b*	7,19a*	7,59a*
Vasarinių rapsų šaknys / Roots of spring oilseed rape	5,52a	5,87b	6,28a*	6,08b*	6,25c*	6,59b*

Pastaba: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute (lyginant su distiliuotu vandeniu), skirtumai yra esminiai 95 % tikimybės lygiu.

Note: means not sharing a common letter (a, b, c, d) (for factor A) and asterisks (for factor B and compared with distilled water) are significantly different ($P < 0.05$).

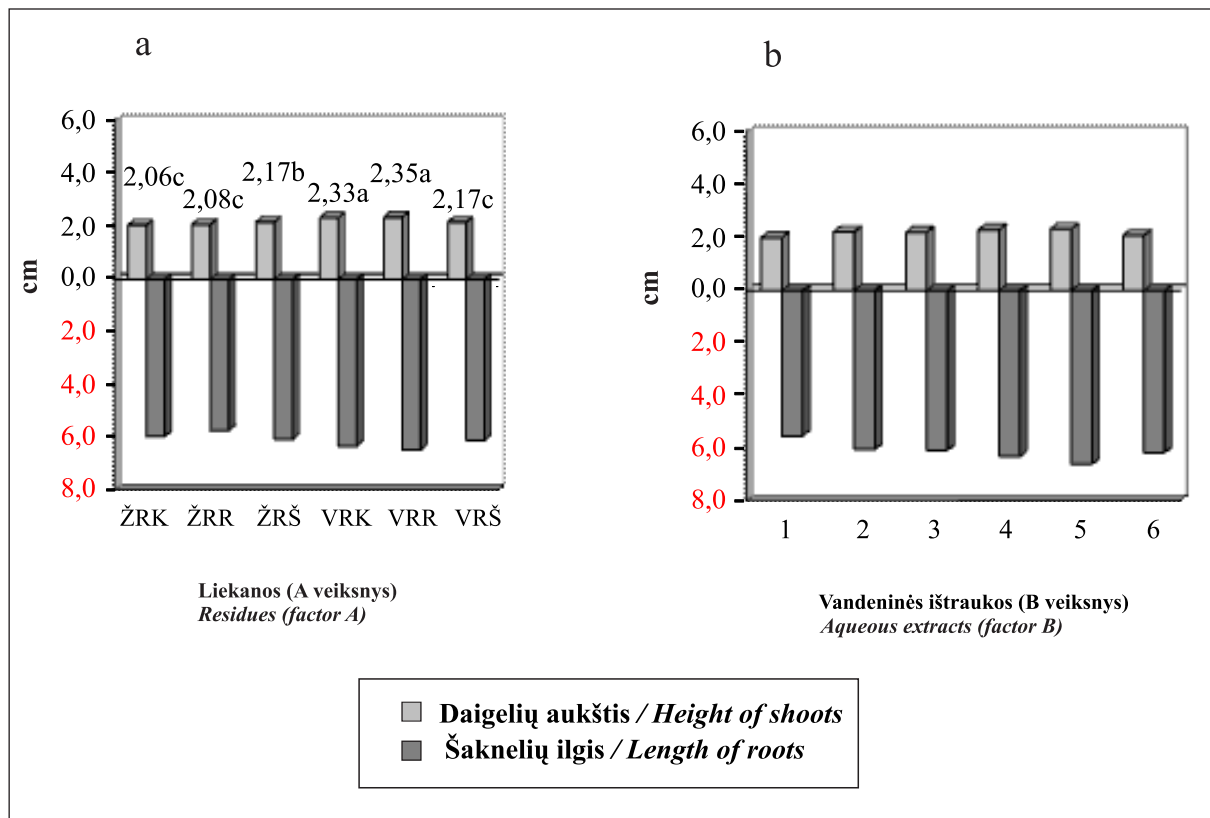
ištraukos, o vasarinių rapsų ražienojų tiek silpnesnės, tiek ir stipresnės koncentracijos vandeninės ištraukos (2 lentelė). Miežių daigelių augimas labiausiai buvo slopinamas (32,3 %) žieminių rapsų kūlenų 1 : 10 koncentracijos vandeninėje ištraukoje. Vasarinių miežių šaknelių augimą, palyginti su distiliuotu vandeniu, iš esmės stimuliuo visų tirtų rapsų liekanų 1 : 1 250, 1 : 250 ir 1 : 50 koncentracijų vandeninės ištraukos, atitinkamai nuo 3,1 iki 30,3 %. Vasarinių rapsų kūlenų bei ražienojų tiek silpniausios (1 : 6 250), tiek ir stipriausios (1 : 10) koncentracijos vandeninės ištraukos, palyginti su distiliuotu vandeniu, taip pat iš esmės stimuliuo miežių šaknelių augimą, atitinkamai nuo 16,1 iki 21,6 % bei nuo 18,7 iki 37,5 %. Miežių šaknelių augimas labiausiai buvo slopinamas (nuo 9,6 iki 10,5 %) žieminių rapsų kūlenų bei ražienojų 1 : 10 koncentracijos vandeninėse ištraukose.

Išnagrinėjus atskirai rapsų liekanų ir skirtingos koncentracijos vandeninių ištraukų įtaką vasarinių miežių augimui nustatyta, kad miežių daigelių ir šaknelių augimą labiausiai stimuliuo vasarinių rapsų kūlenų bei ražienojų vandeninės ištraukos (2 pav.). Mažiausias vasarinių miežių daigelių aukštis ir šaknelių ilgis nustatytas daiginant juos žieminių rapsų kūlenų bei ražienojų vandeninėse ištraukose.

Rapsų liekanų 1 : 250 ir 1 : 50 koncentracijų vandeninės ištraukos, palyginti su distiliuotu vandeniu, stimuliuo vasarinių miežių daigelių ir šaknelių au-

gimą: daigelių aukštis padidėjo nuo 14,4 iki 16,4 %, o šaknelių ilgis – nuo 14,2 iki 19,2 %. Rapsų liekanų 1 : 6 250, 1 : 1 250 ir 1 : 10 koncentracijų vandeninėse ištraukose vasarinių miežių daigelių ir šaknelių augimas buvo stimuliuojamas silpniau. A. Marcinkevičienė (2003) nustatė, kad žieminio rapso sausosios masės vandeninė ištrauka 1 : 1 250 iš esmės skatino vasarinių miežių augimą: padidėjo ne tik daigų aukštis, atitinkamai 16,0 %, bet ir šaknų ilgis, atitinkamai 18,0 %, palyginti su distiliuotu vandeniu.

Rapsų liekanų vandeninių ištraukų alelopatiniam aktyvumui nustatyti matuotas jų optinis tankis. Optinis tankis leidžia nustatyti, koku greičiu į tirpalą išskiriamos įvairios medžiagos iš įstančių augalinių liekanų (Торобец, Назаренко, 1992). Žieminių rapsų kūlenų 1 : 10 koncentracijos vandeninės ištraukos koncentracijos optinis tankis nustatytas didžiausias (3 lentelė). Tai leidžia teigti, kad į šios liekanos stipriausios koncentracijos vandeninę ištrauką per 24 valandas išsiskyrė didžiausias kiekis įvairių medžiagų. Vasarinių rapsų šaknų 1 : 50 ir 1 : 10 koncentracijų vandeninių ištraukų optinis tankis nustatytas atitinkamai nuo 1,8 iki 2,4 ir nuo 2,5 iki 3,9 karto mažesnis, palyginti su kitų rapsų liekanų tų pačių koncentracijų vandeninių ištraukų optiniu tankiu. Vasarinių rapsų šaknys, dėl jose esančio didesnio nei kitose augalo dalyse lignino kiekio, skaidosi lėčiau, ir įvairios medžiagos atpalaiduojamos tik vėlesniuose skaidymosi



2 pav. Rapsų liekanų (a) ir vandeninių ištraukų (b) įtaka vasarinių miežių augimui 2011 m.

Pastaba: A veiksnys – rapsų liekanos: ŽRK – žieminių rapsų kūlenos; ŽRR – žieminių rapsų ražienojai; ŽRŠ – žieminių rapsų šaknys; VRK – vasarinių rapsų kūlenos; VRR – vasarinių rapsų ražienojai; VRŠ – vasarinių rapsų šaknys; B veiksnys – vandeninių ištraukų koncentracijos: 1) distiliuotas vanduo; 2) 1 : 6 250 (rapsų liekanų ir distiliuoto vandens santykis); 3) 1 : 1 250; 4) 1 : 250; 5) 1 : 50; 6) 1 : 10. Tarp variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), skirtumai yra esminiai 95 % tikimybės lygiu.

Fig. 2. The influence of oilseed rape residues (a) and aqueous extracts (b) on spring barley growth, 2011

Note: factor A – oilseed rape residues: ŽRK – threshing remains of winter oilseed rape, ŽRR – stubble of winter oilseed rape, ŽRŠ – roots of winter oilseed rape, VRK – threshing remains of spring oilseed rape, VRR – stubble of spring oilseed rape, VRŠ – roots of spring oilseed rape; factor B – aqueous extracts: 1) distilled water; 2) 1 : 6 250 (ratio of oilseed rape residues and water); 3) 1 : 1 250; 4) 1 : 250; 5) 1 : 50; 6) 1 : 10. Means not sharing a common letter (a, b, c, d) are significantly different ($P < 0.05$).

laikotarpiuose (Kriaučiūnienė, 2008). Atskirų rapsų morfologinių dalių liekanų silpnesnių koncentracijų (1 : 6 250, 1 : 1 250 ir 1 : 250) vandeninių ištraukų optinis tankis iš esmės nesiskyrė. Silpnėjant visų tirtų rapsų liekanų vandeninių ištraukų koncentracijai, palyginti su stipriausia (1 : 10), optinis tankis taip pat tolygiai mažėjo.

Apibendrinus tyrimų rezultatus galima teigti, kad žieminių rapsų kūlenų vandeninių ištraukų optinis tankis nustatytas didžiausias (3 lentelė). Vasarinių rapsų šaknų vandeninių ištraukų optinis tankis nustatytas nuo 1,8 iki 2,7 karto mažesnis, palyginti su kitų rapsų liekanų vandeni-

nių ištraukų optiniu tankiu. Rapsų liekanų 1 : 10 koncentracijos vandeninės ištraukos optinis tankis nustatytas nuo 4,0 iki 12,4 karto didesnis, palyginti su kitų koncentracijų vandeninėmis ištraukomis.

Rapsų liekanų vandeninių ištraukų optinis tankis darė įtaką vasarinių miežių dygimui ir augimui. Tarp vandeninių ištraukų optinio tankio ir sudygusių vasarinių miežių kiekio nustatytas laipsninis ir statistiškai patikimas koreliacinis priklausomumas (4 lentelė). Nustatyti paraboliniai ir statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai tarp vandeninių ištraukų optinio tankio ir vasarinių miežių daigelių aukščio bei šaknelių ilgio.

3 lentelė. Rapsų liekanų vandeninių ištraukų optinis tankis 2011 m.

Table 3. The optical density of aqueous extracts of oilseed rape residues, 2011

Rapsų liekanos (A veiksnys) Oilseed rape residues (factor A)	Rapsų liekanų ir distiliuoto vandens santykis (B veiksnys) Ratio of oilseed rape residues and distilled water (factor B)					Vidurkis Average
	1 : 6 250	1 : 1 250	1 : 250	1 : 50	1 : 10	
	Optinis tankis (A), $\lambda = 465 \text{ nm}$ Optical density (A), $\lambda = 465 \text{ nm}$					
Žieminių rapsų kūlenos / Threshing remains of winter oilseed rape	0,09a*	0,09a*	0,12a*	0,31a*	1,37a	0,40a
Žieminių rapsų ražienojai / Stubble of winter oilseed rape	0,09a*	0,09a*	0,12a*	0,25ab*	1,07b	0,32b
Žieminių rapsų šaknys / Roots of winter oilseed rape	0,09a*	0,09a*	0,12a*	0,30a*	1,12b	0,34b
Vasarinių rapsų kūlenos / Threshing remains of spring oilseed rape	0,08a*	0,09a*	0,15a*	0,28ab*	1,16b	0,35b
Vasarinių rapsų ražienojai / Stubble of spring oilseed rape	0,08a*	0,09a*	0,11a*	0,23ab*	0,86c	0,27c
Vasarinių rapsų šaknys / Roots of spring oilseed rape	0,08a*	0,09a*	0,09a*	0,13b*	0,35d	0,15d
Vidurkis / Average	0,08d	0,09d	0,12c	0,25b	0,99a	

Pastaba: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c, d), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute (lyginant su 1 : 10 koncentracijos vandenine ištrauka), skirtumai yra esminiai 95 % tikimybės lygiu.

Note: means not sharing a common letter (a, b, c, d) (for factor A) and asterisks (for factor B and compared with 1 : 10 concentration of aqueous extract) are significantly different ($P < 0.05$).

4 lentelė. Vasarinių miežių sudygimo, daigelių aukščio ir šaknelių ilgio priklausomumas nuo rapsų liekanų vandeninių ištraukų optinio tankio 2011 m.

Table 4. Correlation between optical density of aqueous extracts of oilseed rape residues and spring barley germination, height of shoots and length of roots, 2011

Rodikliai y / Indices (y)	Optinis tankis x / Optical density (x)		
	Regresijos lygtis Regression equation	Koreliacijos koeficientas r Correlation coefficient, r	Tikimybės lygmuo P Level of confidence, P
Sudygimas % / Germination, %	$y = 61,07x^{-0,022}$	0,81	$P < 0,01$
Daigelių aukštis cm / Height of shoots, cm	$y = 2,06 + 1,63x - 1,45x^2$	0,56	$P < 0,01$
Šaknelių ilgis cm / Length of roots, cm	$y = 5,63 + 5,04x - 4,23x^2$	0,76	$P < 0,01$

IŠVADOS

1. Visų koncentracijų rapsų liekanų vandeninės ištraukos (1 : ≥ 10), palyginti su distiliuotu vandeniu, slopino vasarinių miežių (nuo 13,6 iki 28,6 % vnt.) dygimą. Miežių daigelių (nuo 14,4 iki 16,4 %) ir šaknelių augimas (nuo 14,2 iki 19,2 %), palyginti su distiliuotu vandeniu, buvo stimuliuojamas veikiant visų rapsų liekanų stipresnių koncentracijų (1 : 250 ir 1 : 50) vandeninėmis ištraukomis.

2. Vertinant rapsų liekanų įtaką miežių dygimui nustatyta, kad vasarinių miežių dygimą stimuliuo žieminių rapsų ražienojai bei vasarinių rapsų šaknys, o daigelių ir šaknelių augimą – vasarinių rapsų kūlenos bei ražienojai.

3. Žieminių rapsų kūlenų vandeninių ištraukų optinis tankis nustatytas didžiausias, vasarinių rapsų šaknų vandeninių ištraukų – mažiausias. Visų rapsų liekanų 1 : 10 koncentracijos vandeninės

ištraukos optinis tankis nustatytas nuo 4,0 iki 12,4 karto didesnis, palyginti su kitų koncentracijų vandeninėmis ištraukomis.

4. Rapsų liekanų vandeninių ištraukų optinis tankis darė įtaką sudygusių vasarinių miežių ($r = 0,81$, $P < 0,01$) kiekiui, vasarinių miežių daigelių aukščiui ($r = 0,56$, $P < 0,01$) bei šaknelių ilgiui ($r = 0,76$, $P < 0,01$).

Gauta 2012 02 10
Priimta 2012 03 27

LITERATŪRA

- Al-Khatib K., Libbey C., Boydston R. A. 1997. Weed suppression with *Brassica* green manure crops in green pea. *Weed Science*. Vol. 45. No. 3. P. 439–445.
- Baležentienė L. 2009. Bioassay of phenolics accumulation and activity in fodder galega at different growth stages. *Žemdirbystė-Agriculture* Vol. 96. No. 1. P. 170–181.
- Bangarwa S. K., Norsworthy J. K., Mattice J. D. et al. 2011. Glucosinolate and isothiocyanate production from *Brassicaceae* cover crops in a plasticulture production system. *Weed Science*. Vol. 59. No. 2. P. 247–254.
- Björkam M., Klingen I., Birch A. N. E. et al. 2011. Phytochemicals of *Brassicaceae* in plant protection and human health – influences of climate, environment and agronomic practice. *Phytochemistry*. Vol. 72. P. 538–556.
- Butkutė B., Dabkevičius Z. 2008. Individualių gliukozinolatų kaupimosi dėsningumai ir jų tarpusavio santykis rapsų sėklose. *Žemės ūkio mokslai*. T. 15. Nr. 2. P. 24–31.
- Friedman J., Waller G. R. 1985. Allelopathy and autotoxicity. *Trends in Biochemical Sciences*. Vol. 10. Iss. 2. P. 47–50.
- Haramoto E. R., Gallandt E. R. 2005. *Brassica* cover cropping: 1. Effects on weed and crop establishment. *Weed Science*. Vol. 53. No. 5. P. 695–701.
- Inderjit, Keating K. I. 1999. Allelopathy: principles, procedures, processes, and promises for biological control. *Advances in Agronomy*. Vol. 67. P. 141–231.
- Kriaučiūnienė Z. 2008. *Rapsų liekanų skaidymosi ypatumai priemolio glėžiškajame rudžemyje*: daktaro disertacija. Akademija, Kauno r. 121 p.
- Kryževičienė A., Paplauskienė V. 2002. Daugiamečių varpinių žolių alelopatinis aktyvumas skirtingais vystymosi tarpsniais. *Zemdirbystė-Agriculture*. Vol. 4. P. 170–181.
- Lazauskas P. 1990. *Agrotechnika prieš piktžoles*. Vilnius: Mokslas. 214 p.
- Marcinkevičienė A. 2003. *Tarpinių pasėlių žaliosios trąšos įtaka miežių agrocenozėms tausojančiojoje ir ekologinėje žemdirbystėse*: daktaro disertacijos santrauka. Akademija, Kauno r. 39 p.
- Raudonius S. ir kt. 2009. *Mokslinių tyrimų metodika*. Akademija, Kauno r. 119 p.
- Samadany B., Karaminezhad M., Maknali M. et al. 2011. Effect of planting date on potential of winter oilseed rape (*Brassica napus*) in weed control field. *The 6th World Congress on Allelopathy: Allelopathy Research for Sustainable Development – from Theory to Practice*. Guangzhou, China. P. 146.
- Uremis I., Arslan M., Uludag A. et al. 2009. Allelopathic potentials of residues of 6 *Brassica* species on johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). *African Journal of Biotechnology*. Vol. 8. No. 15. P. 3497–3501.
- Vaughn S. F., Boydston R. A. 1997. Volatile allelochemicals released by crucifer green manures. *Journal of Chemical Ecology*. Vol. 23. No. 9. P. 2107–2116.
- Varnaitė R. 1994. *Atskirų genčių pašarinių augalų fenoliniai junginiai ir jų mikrobiologinė degradacija*: habilitacinė disertacija. Vilnius. 72 p.
- Velička R. 2002. *Rapsai*: monografija. Kaunas: Lututė. 320 p.
- Горобец С. А., Назаренко Е. Н. 1992. Роль разлагающихся растительных остатков в аллелопатии. *Круговорот аллелопатически активных веществ*. Киев. С. 21–28.
- Гродзинский А. М. 1965. *Аллелопатия в жизни растений и их сообществ*. Киев. С. 3–198.
- Гродзинский А. М. 1990. Санитарная роль крестоцветных культур в севообороте. *Аллелопатия и продуктивность растений*. Харьков. СХИ. С. 3–14.
- Захарович В. В. 2005. *Технология возделывания озимой пшеницы на базе использования аллелопатических свойств крестоцветных культур и системы химической защиты от вредных организмов*: диссертация канд. биол. наук. 120 с.
- Усеня А. А. 2001. Влияние различных факторов земледелия на продуктивность ячменя в севообороте. *Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь*. № 3. С. 43–45.

Rimantas Velička, Rita Čepulienė,
Aušra Marcinkevičienė, Rita Pupalienė,
Zita Kriaučiūnienė, Robertas Kosteckas,
Sigitas Čekanauskas, Rūta Bieliauskaitė

ALLELOPATHIC EFFECTS OF AQUEOUS EXTRACTS OF OILSEED RAPE RESIDUES ON SPRING BARLEY GERMINATION AND GROWTH

S u m m a r y

Experiments were conducted in the laboratory of the Aleksandras Stulginskis University Experimental Station in 2011. The aim of our investigations was to evaluate the allelopathic effect of aqueous extracts of winter and spring oilseed rape residues (threshing remains, stubble and roots) on spring barley germination and growth.

Treatments of the investigations: Factor A – oilseed rape residues: 1) threshing remains of winter oilseed rape, 2) stubble of winter oilseed rape, 3) roots of winter oilseed rape, 4) threshing remains of spring oilseed rape, 5) stubble of spring oilseed rape, 6) roots of spring oilseed rape; Factor B – concentrations of aqueous extracts: 1) distilled water, 2) 1 : 6 250 (ratio of oilseed rape residues and water), 3) 1 : 1 250, 4) 1 : 250, 5) 1 : 50, 6) 1 : 10. Spring barley was grown on filter paper moistened with the prepared aqueous extracts in Petri dishes, in a climate chamber.

All concentrations of aqueous extracts of oilseed rape residues ($1 \geq 10$), as compared with distilled water, inhibited germination of spring barley (from 13.6 to 28.6 percentage units). The growth of shoots and roots of spring barley was stimulated accordingly from 14.4 to 16.4% and from 14.2 to 19.2% under the effect of higher concentrations (1 : 250 and 1 : 50) of all oilseed rape residues aqueous extracts. Evaluation of the influence of oilseed rape residues on spring barley germination showed that the germination of spring barley was stimulated by the stubble of winter oilseed rape and roots of spring oilseed rape. The threshing remains and stubble of spring oilseed rape stimulated growth of spring barley shoots and roots. The highest optical density was obtained for aqueous extracts of winter oilseed rape threshing remains, the lowest – for those of spring oilseed rape roots. The optical density of the 1 : 10 concentration aqueous extract of all oilseed rape residues was by 4.0–12.4 times higher compared to the optical density of that at other concentrations. The optical density of the aqueous extract of oilseed rape residues correlated with the amount of germinated spring barley ($r = 0.81$, $P < 0.01$), height of shoots ($r = 0.56$, $P < 0.01$) and length of roots ($r = 0.76$, $P < 0.01$) of spring barley.

Key words: allelopathy, oilseed rape, spring barley, residues, aqueous extracts, optical density