

# Necheminių piktžolių kontrolės būdų ir biologinių preparatų poveikis žieminių rapsų pasiruošimui žiemoti ir derlingumui

**Aušra Marcinkevičienė,**

**Rimantas Velička,**

**Marina Keidan,**

**Lina Marija Butkevičienė,**

**Zita Kriaučiūnienė,**

**Robertas Kosteckas,**

**Sigitas Čekanauskas**

*Aleksandro Stulginskio universitetas,  
Studentų g. 11,  
53361 Akademija, Kauno r.  
El. paštas [ausra.marcinkeviciene@asu.lt](mailto:ausra.marcinkeviciene@asu.lt)*

Tyrimų tikslas – nustatyti necheminių piktžolių kontrolės būdų (terminio, mechaninio bei stelbimo) ir biologinių preparatų poveikį žieminių rapsų (*Brassica napus* L.) pasiruošimui žiemoti, taip pat derlingumui ekologinės žemdirbystės sąlygomis. Lauko eksperimentas atliktas 2014–2016 m. Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stotyje. Dirvožemis – karbonatingas giliau glėjiškas išplautžemis (*Calc(ar) i-Endohypogleyic Luvisol*) (LVg-n-w-cc). Eksperimento variantai: A veiksnys – necheminiai piktžolių kontrolės būdai: 1) terminis (drėgnuoju vandens garu); 2) mechaninis (tarpueilių purenimas); 3) stelbimas (savireguliacija sėjant siaurais tarpueiliais); B veiksnys – biologinių preparatų naudojimas: 1) nenaudoti, 2) naudoti.

Rudens vegetacijos laikotarpiu stelbimo būdo laukeliuose, kuriuose žieminių rapsų pasėlio tankumas buvo esmingai 1,5–2,4 karto mažesnis negu mechaninės ir terminės piktžolių kontrolės būdų laukeliuose, nustatyta esmingai didžiausia rapsų antžeminė masė, taip pat lapų skaičius, šaknies kaklelio storis, šaknų plotas, bendras šaknų ilgis, šaknų masė, augalo lapų plotas, o 2015 m. – ir chlorofilo indeksas lapuose. 2014 m. naudoti biologiniai preparatai stelbimo būdo laukeliuose esmingai 41,3 % didino rapsų antžeminę masę, 33,2 % bendrą šaknų ilgį ir 28,0 % šaknų masę. Žieminių rapsų šaknies kaklelio storis 2014 m. priklausė nuo augalų lapų ploto ( $r = 0,83, P < 0,05$ ) ir šaknų ploto ( $r = 0,86, P < 0,05$ ), o 2015 m. – nuo augalų lapų ploto ( $r = 0,89, P < 0,05$ ), šaknų ploto ( $r = 0,99, P < 0,01$ ), šaknų bendro ilgio ( $r = 0,98, P < 0,01$ ) ir jų masės ( $r = 0,99, P < 0,01$ ). Tarp rapsų lapų ploto ir šaknų ploto, šaknų bendro ilgio ir jų masės nustatyti tiesioginiai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai. Atsinaujinus rapsų vegetacijai 2015 m. pavasarį didžiausias pasėlio tankumas (98,0 vnt. m<sup>-2</sup>) ir peržiemojimas (96,0 %) nustatytas taikant mechaninį piktžolių kontrolės būdą su biologiniais preparatais. 2016 m. pavasarį skirtingi necheminiai piktžolių kontrolės būdai ir biologiniai preparatai neturėjo esminės įtakos rapsų peržiemojimui ir pasėlio tankumui. Skirtingi necheminiai piktžolių kontrolės būdai 2015 m. neturėjo esminės įtakos rapsų biometriniams rodikliams prieš derliaus nuėmimą. 2016 m. stelbimo būdo laukeliuose formavosi esmingai mažesnė rapsų masė ir šakų skaičius, palyginti su kitomis taikytomis priemonėmis. Vidutiniais duomenimis, didžiausias rapsų ankštarių skaičius nustatytas taikant stelbimo būdą su biologiniais preparatais. Biologiniai preparatai stelbimo būdo laukeliuose 2015 m. esmingai didino 1 000 sėklų masę, o 2016 m. – augalo ankštarių skaičių, atitinkamai 7,2 ir 35,6 %. Sausais 2015 m. esmingai didžiausias žieminių rapsų sėklų derlingumas nustatytas taikant mechaninį piktžolių kontrolės būdą, o drėgnais 2016 m. – taikant stelbimo būdą su biologiniais preparatais. Biologiniai preparatai 2015 m. esmingai didino rapsų sėklų derlingumą terminės ir mechaninės piktžolių kontrolės būdų laukeliuose, o 2016 m. – stelbimo būdo laukeliuose, atitinkamai 43,4;

25,1 ir 51,5 %. Žieminių rapsų sėklų derlingumas 2015 m. priklausė nuo pasėlio tankumo ( $r = 0,86, P < 0,05$ ) ir augalų aukščio ( $r = 0,94, P < 0,01$ ), o 2016 m. – nuo augalo ankštarių skaičiaus ( $r = 0,98, P < 0,01$ ) ir augalų aukščio ( $r = 0,85, P < 0,05$ ).

**Raktažodžiai:** *Brassica napus* L., piktžolių kontrolės būdai, biologiniai preparatai, žiemojimas, sėklų derlingumas, ekologinė žemdirbystė

## ĮVADAS

Lietuvoje, kaip ir visoje Europos Sąjungoje, bendroji žemės ūkio politika orientuojama į ekologinį ūkininkavimą, kuris turi svarbią aplinkosauginę reikšmę bei sudaro galimybę išauginti augalininkystės produkciją sveiko maisto gamybai. Rapsai – vieni iš svarbiausių pasaulyje auginamų aliejinių augalų (Crnobarac et al., 2015; Vincze, 2017). Ekologiškai auginamų rapsų ir rapsukų plotai pasaulyje užima apie 91 tūkst. ha. (*The World of Organic Farming*, 2016). VŠĮ „Eko-agros“ duomenimis, Lietuvoje 2016 m. ekologinės gamybos ūkiuose buvo auginama 1 012,3 ha rapsų, iš jų 293,2 ha žieminių ir 719,1 ha vasarinių. Viena iš priežasčių, kodėl ekologinės gamybos ūkiuose žieminių rapsų plotai nedidėja, yra augalų mitybos (Alaru, 2014; Engstörn et al., 2014), piktžolių, ligų ir kenkėjų kontrolės problema, nestabilus augalų žiemojimas ir dėl šių priežasčių gaunamas mažas sėklų derlingumas (Valantin-Morison, Meynard, 2008; Zihlmann et al., 2010).

Žieminiai rapsai gerai žiemoja, kai rudenį suformuoja 6–8 lapus, 8–10 mm storio šaknies kaklelį ir ne aukščiau kaip 3 cm iškilusį virš žemės paviršiaus viršūninį pumpurą (Velička, 2002; Crnobarac et al., 2015). Šių parametrų suformavimas priklauso nuo meteorologinių sąlygų rapsų rudens vegetacijos periodo metu (Bečka et al., 2004; Šidlauskas et al., 2015), rapsų sėjos laiko (Lääniste et al., 2007; Crnobarac et al., 2015), sėklos normos ir suformuoto pasėlio tankumo (Šidlauskas et al., 2015; Vincze, 2017), rapsų veislės (Novickienė et al., 2010) ir taikomos auginimo technologijos (Jarecki et al., 2013). Rapsų žiemojimui įtaką daro ir rudens vegetacijos periodo metu susiformavusi augalų antžeminė masė, šaknų ilgis bei masė (Bečka et al., 2004).

Nepiktžolėtuose pasėliuose rapsai žiemojimui pasiruošia geriau, augalai yra atsparesni nepalankioms žiemojimo sąlygoms, suformuoja didesnę sėklų derlingumą (Hamzei et al., 2007; Radjabian et al., 2009). Rapsus auginant platesniais tarpueiliais, pasėlių piktžolėtumas paprastai būna didesnis (Radjabian et al., 2009; Rozylo, Palys, 2011), nes mažėja augalų tankumas ir lapų ploto indeksas (Różyło, Pałys, 2014). A. Paradowskis (2004) teigia, kad piktžolės žieminių rapsų pasėlyje ne tik konkuruoja su rapsais, tačiau skatina augalų ištįsimą – viršūninio pumpuro ilgėjimą.

Ekologinės gamybos ūkiuose nesant galimybės piktžoles naikinti herbicidais, rapsų konkurencingumui pasėlyje didinti reikia taikyti alternatyvias priemones: sėti platesniais tarpueiliais sudarant galimybę juose piktžoles naikinti mechaniniu (Bond, Grundy, 2001; Kierzek et al., 2008) bei terminiu būdu (Kolberg, Wiles, 2002; Kerpauskas et al., 2006); rapsus auginti formuojant tankesnę pasėlį, parenkant atsparesnes žaladariams rapsų veisles, sėjant optimaliu laiku (Bullied et al., 2006).

Biologinių preparatų naudojimas rapsų pasėliuose mažina piktžolių plitimą (Kwiatkowski et al., 2012), didina chlorofilo indeksą augalų lapuose, gerina rapsų žiemojimą (Szczepanek et al., 2016), gerina jų derliaus struktūros rodiklius, sėklų derlingumą (Kwiatkowski et al., 2012; Nezamdost et al., 2013).

Lietuvos klimatinėmis sąlygomis žieminių rapsų auginimo ekologinės žemdirbystės aplinkybėmis tyrimų atlikta mažai, ypač taikant necheminius piktžolių kontrolės būdus.

Tyrimų tikslas – nustatyti necheminių piktžolių kontrolės būdų (terminio, mechaninio bei stelbimo) ir biologinių preparatų poveikį žieminių rapsų pasiruošimui žiemoti ir derlingumui ekologinės žemdirbystės sąlygomis.

## TYRIMŲ METODAI IR SĄLYGOS

Lauko eksperimentas vykdytas 2014–2016 m. Aleksandro Stulginskio universiteto (ASU) Bandytųjų stotyje (54°53'N, 23°50'E). Dirvožemis – karbonatingas giliau glėžiškas išplautžemis (IDg4–k) (*Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisol*) (*LVg-n-w-cc*). Eksperimento dirvožemio agrocheminės savybės (vidutiniai 2014 ir 2015 m. duomenys): dirvožemio pH – 7,14, humuso – 1,87 %, judriųjų maisto medžiagų dirvožemyje: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 280 mg kg<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O – 119 mg kg<sup>-1</sup>. Suminio azoto – 0,053 %. Eksperimento variantai: A veiksnys – necheminiai piktžolių kontrolės būdai: 1) terminis (drėgnuoju vandens garu); 2) mechaninis (tarpueilių purenimas); 3) stelbimas (savireguliacija, sėjant siaurais tarpueiliais); B veiksnys – biologinių preparatų naudojimas: 1) nenaudoti, 2) naudoti.

Auginta linijinė žieminių rapsų (*Brassica napus* L. spp. *oleifera biennis* Metzg.) veislė 'Cult'. Ši rapsų veislė sukurta Švedijoje, „SW Seed“ sėklininkystės firmoje. Lietuvoje tiriama nuo 2010 metų. 2014 m. žieminiai rapsai pasėti rugsėjo 1 d., 2015 m. – rugpjūčio 27 d. sėjama MULTIDRILL M 300 (Vokietija). Sėklos norma – 3 kg ha<sup>-1</sup> visuose eksperimento laukeliuose. Taikant terminį ir mechaninį piktžolių kontrolės būdus rapsai auginti 48 cm tarpueiliais (sėta kas ketvirta eilutė, tarpuose uždarančios 3 sėklavamzdžius). Taikant terminį kontrolės būdą piktžolės naikintos mobiliuojant piktžolių terminio naikinimo drėgnuoju vandens garu įrenginiu (šiluminis galingumas – 90 kW, našumas – 120 kg h<sup>-1</sup> garo, kūrenamas suskystintomis dujomis). Garo temperatūra – 99°C, terminio poveikio trukmė – 2 s (Sirvydas, Kerpauskas, 2012). Taikant mechaninį piktžolių kontrolės būdą tarpueiliai purenti purentuvu KOR-4.2-01 (Ukraina) su strėliniais noragėliais važiuojant du kartus. Taikant stelbimo būdą rapsai auginti 12 cm tarpueiliais.

Naudojant biologinius preparatus rapsų sėklos prieš sėją apveltos bioorganinėmis trąšomis Nagro (BioPlant) (0,5 l vienai tonai sėklų ir 10 l vandens) (9,09 g l<sup>-1</sup> huminės ir fulvo rūgštys, 0,35 g l<sup>-1</sup> N, 0,73 g l<sup>-1</sup> P, 2,49 g l<sup>-1</sup> K, 283,8 mg l<sup>-1</sup> Mg, 0,36 mg l<sup>-1</sup> B, 0,90 mg l<sup>-1</sup> Cu, 110,5 mg l<sup>-1</sup> Fe, 435,7 mg l<sup>-1</sup> Mn, 713,1 mg l<sup>-1</sup> Mo, 345,5 mg l<sup>-1</sup> Zn, 51,95 mg l<sup>-1</sup> Co, 0,138 mg l<sup>-1</sup> Se, 0,231 mg l<sup>-1</sup> Cd, 0,02 mg l<sup>-1</sup> Cr, 1,30 mg l<sup>-1</sup> Ni, 9,09 g l<sup>-1</sup> organinė medžiaga, 4,60 g l<sup>-1</sup> organinė anglis). Per ve-

getaciją rapsai du kartus purkšti biologiniais preparatais: rudenį (2014 m. – spalio 10 d., 2015 m. – spalio 7 d.) – Terra Sorb Foliar (BioIberica) (9,3 % laisvųjų aminorūgščių, 2,1 % N, 0,019 % B, 0,046 % Mn, 0,067 % Zn) (2 l ha<sup>-1</sup>), pavasarį (2015 m. – balandžio 28 d., 2016 m. – gegužės 3 d.) – Terra Sorb Foliar (1 l ha<sup>-1</sup>) ir 0,3 % Conflict (Atlantica Agricola) (50 % karčiojo musmedžio (*Quassia amara*) ekstraktas, 50 % natūralios kilmės oleino rūgšties kalio muilas ir 85 % organinė medžiaga). Žieminiai rapsai netręšti sintetinėmis trąšomis, cheminės augalų apsaugos priemonės nenaudotos. 2015 m. žieminių rapsų sėklų derlius nuimtas liepos 27 d., 2016 m. – liepos 20 d.

Pradinio laukelio plotas – 84 m<sup>2</sup>, apskaitinio – 20 m<sup>2</sup>. Tyrimai atlikti keturiais pakartojimais. Priešsėlis – juodasis pūdymas: rudenį suartas, prieš žieminių rapsų sėją kelis kartus kultivuotas ir akėtas. Eksperimento laukeliai išdėstyti laukelių skaidymo būdu.

Dirvožemio agrocheminės savybės nustatytos prieš žieminių rapsų sėją. Tyrimams atlikti kiekviename eksperimento laukelyje dirvožemio grąžtu paimami ėminiai iš 0–25 cm dirvožemio sluoksnio. Dirvožemio pH nustatytas potenciometriškai 1 n KCl ištraukoje, judrieji fosforas P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ir kalis K<sub>2</sub>O (mg kg<sup>-1</sup> dirvožemio) – Egnerio-Rimo-Domingo (A–L) metodu, organinė anglis – Heraeus aparatu deginant mėginius 900 °C temperatūroje. Humuso kiekis apskaičiuotas organinės anglies kiekį padauginus iš koeficiento 1,724. Tyrimai atlikti Lietuvos agrarinių ir miškų mokslo centro (LAMMC) Agrocheminių tyrimų laboratorijoje. Dirvožemio vietas eksperimente nustatytas pagal naująją Lietuvos dirvožemių klasifikaciją (LTDK-99), suderintą su FAO UNESCO Pasaulio dirvožemių žemėlapiu legenda (*Lietuvos dirvožemiai*, 2001).

Žieminių rapsų pasėlio tankumas (vnt. m<sup>-2</sup>) įvertintas rudenį (2014 ir 2015 m. lapkričio 3 d.) ir atsinaujinus vegetacijai pavasarį (2015 m. – balandžio 21 d., 2016 m. – balandžio 19 d.) skaičiuojant augalus kiekviename eksperimento laukelyje, keturiuose 0,25 m<sup>2</sup> apskaitos ploteliuose.

Rapsų peržiemojimo proc. apskaičiuotas pagal formulę:

$$E = (RPT_2/RPT_1) \times 100 \%;$$

RPT<sub>1</sub> – rapsų pasėlio tankumas (vnt. m<sup>-2</sup>) prieš žiemojimą;

$RPT_2$  – rapsų pasėlio tankumas (vnt.  $m^{-2}$ ) atsinaujinus vegetacijai pavasarį.

Pasiruošusių žiemoti rapsų biometriniams ir fotosintetiniams rodikliams įvertinti iš kiekvieno laukelio skirtingų vietų paimta po 10 augalų matavimams: vidutinei antžeminės dalies masei, šaknies kaklelio skersmeniui, viršūninio pumpuro aukščiui, lapų skaičiui, šaknų ilgiui, plotui bei masei, augalo asimiliaciniam lapų plotui ir chlorofilo indeksui nustatyti. Rapsų vidutinei antžeminės dalies ir šaknų masei nustatyti laboratorijoje atskirai pasverta augalų antžeminė dalis bei šaknys ir paimti apie 20 g ėminiai (po du antžeminės dalies ir šaknų) džiovinti 105°C temperatūroje džiovinimo spintoje. Vidutinė augalo antžeminės dalies ir šaknų masė perskaičiuota absoliučiai sausųjų medžiagų (SM) kiekiu g. Augalų šaknų bendras ilgis (cm) ir plotas ( $cm^2$ ) nustatyti šaknų skeneriu Delta-T Scan (Anglija). Rapsų lapų asimiliacinis plotas matuotas matuokliu WinDias 3 (Anglija). Vidutinis augalo lapų plotas perskaičiuotas  $m^2$ . Chlorofilo indeksas rapsų lapuose nustatytas mobiliuoju matuokliu „CCM – 200 plus“.

Žieminių rapsų biometriniai ir derliaus struktūros rodikliai nustatyti prieš jų derliaus nuėmimą (BBCH 85). Kiekviename eksperimento laukelyje išpjauta po 30 augalų. Augalų pėdai atnešti į laboratoriją. Laboratorijoje iš kiekvieno pėdo atsitiktinai atrinkta 10 augalų tyrimams ir nustatyti kiekvieno augalo biometriniai (augalo masė, aukštis, bendras šakų skaičius) ir derliaus struktūros rodikliai (ankštarų skaičius, sėklų skaičius ankštaroje). Po to apskaičiuoti vidutiniai rodikliai. Rapsų 1 000 sėklų masė (g) nustatyta su tiksliaja sėklų skaičiuokle „Elmor“ (Šveicarija).

Rapsų sėklų derlingumas apskaičiuotas pagal standartinį 8,5 % drėgnį ir absoliučiai švarų sėklų kiekį ( $t\ ha^{-1}$ ).

Tyrimų duomenys statistiškai įvertinti pagal Fišerio kriterijų ir LSD testą (Raudonius, 2017). Požymių tarpusavio priklausomumai nustatyti koreliacijos ir regresijos analizės metodais. Tyrimų duomenų statistinė analizė atlikta naudojantis kompiuterinėmis programomis SPLIT PLOT ir STAT iš programų paketo SELEKCIJA.

**Meteorologinės sąlygos.** 2014 m. rugsėjo mėn. vidutinė temperatūra buvo 1,3°C aukštesnė už daugiametę, o kritulių iškrito 32,8 mm mažiau negu įprasta. Rapsams augti trūko drėg-

mės. Spalio mėn. kritulių iškrito 70,7 mm daugiau, palyginti su daugiamete kritulių suma. Vidutinė mėnesio temperatūra buvo 0,8°C aukštesnė už daugiametę. Lapkričio mėn. vidutinė temperatūra 1,3°C viršijo daugiametę temperatūrą. 2015 m. sausio mėn. buvo palankus rapsų žiemojimui. Vidutinė mėnesio temperatūra buvo 4,4°C aukštesnė už daugiametę. Kritulių kiekis viršijo metinę kritulių sumą 44 mm. Sniego danga susidarė pakankamai stora. Kovo mėn. vidutinė temperatūra buvo 3,9°C aukštesnė už daugiametę, todėl augalų vegetacija atsinaujino pirmajame mėnesio dešimtadienyje. Kritulių, palyginti su daugiamete kritulių suma, iškrito 13,2 mm daugiau. Balandžio mėn. temperatūra buvo 1,0°C aukštesnė už daugiametę. Gegužės mėn. buvo 0,9°C šaltesnis negu įprasta. Mėnesio HTK – 1,50 (optimalus drėkinimas). Birželio mėn. temperatūra buvo artima daugiametei, o kritulių iškrito 46,2 mm mažiau negu įprasta. Mėnesio HTK – 0,35 (sausas). Rapsams trūko drėgmės. Liepos mėn. temperatūra ir kritulių suma buvo artimi daugiametei. Mėnesio HTK – 1,34 (optimalus drėkinimas). Rugsėjo mėn. iškrito tik 6,9 mm kritulių. Mėnesio temperatūra 3,7°C buvo aukštesnė už daugiametę, HTK – 0,11 (labai sausas). Rugsėjo mėn. temperatūra buvo 2,1°C aukštesnė negu įprasta, o kritulių suma – artima daugiametei. Spalio mėn. vidutinė temperatūra ir kritulių kiekis buvo artimi daugiametei. Lapkričio mėn. temperatūra buvo 3,3°C aukštesnė, palyginti su daugiamete, o kritulių iškrito 49,5 mm daugiau negu įprasta. Gruodžio mėn. vyravo taip pat teigiamos temperatūros. 2016 m. sausio mėn. pirmąją dekadą įsivyravo labai šalti orai, o sniego dangos nebuvo. Vasario, kovo ir balandžio mėn. oro temperatūros buvo aukštesnės už daugiametę. Vasario mėn. kritulių iškrito 40,8 mm daugiau negu įprasta. Gegužės mėn. buvo 3,4°C šiltesnis negu paprastai, o kritulių iškrito 17,4 mm mažiau negu įprasta. Mėnesio HTK – 1,09 (optimalus drėkinimas). Birželio mėn. temperatūra buvo 1,6°C aukštesnė negu daugiametę vidutinę, o kritulių iškrito 21,3 mm daugiau negu įprasta. Mėnesio HTK – 1,62 (perteklinis drėkinimas). Liepos mėn. temperatūra buvo artima daugiametei vidutinei, o kritulių iškrito 2 kartus daugiau negu įprasta. Mėnesio HTK – 2,93 (perteklinis drėkinimas).



## TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APTARIMAS

**Rapsų biometriniai ir fotosintetiniai rodikliai prieš žiemojimą.** 2014 ir 2015 m. rapsų dygimui ir augimo pradžia trūko drėgmės, todėl visuose eksperimento laukuose augalų šaknies kaklelio storis nustatytas mažesnis negu rekomenduojamas Lietuvos klimato sąlygomis (1, 2 lentelės). Rekomenduojamą lapų skaičių (6–8 lapai) 2014 m. rapsai suformavo stelbimo būdo laukuose nenaudojant ir naudojant biologinius preparatus, o 2015 m. terminės piktžolių kontrolės ir stelbimo būdų laukuose – be biologinių preparatų. Abejais tyrimų metais rapsų viršūninio pumpuro aukštis kito nuo 1,42 iki 2,14 cm.

Laukeluose, kuriuose nenaudoti biologiniai preparatai, 2014 m. skirtingi piktžolių kontrolės būdai neturėjo esminės įtakos vidutinei augalo

antžemeinei masei, lapų skaičiui, šaknies kaklelio storiui, augalo šaknų plotui, šaknų masei ir augalo lapų plotui (1 lentelė). Stelbimo būdo laukuose nenaudojant biologinių preparatų augalo bendras šaknų ilgis nustatytas esmingai 40,9 ir 49,6 % didesnis, palyginti su laukeliais, kuriuose taikyti mechaninis ir terminis piktžolių kontrolės būdai. Mažesnis pasėlio tankumas ir tolygus augalų pasiskirstymas lėmė intensyvesnį augalų šaknų skverbimąsi į gilesnius dirvožemio sluoksnius.

Laukeluose, kuriuose naudoti biologiniai preparatai, skirtingi necheminiai piktžolių kontrolės būdai darė didesnę įtaką rapsų biometriniais ir fotosintetiniams rodikliams prieš žiemojimą. Taikant piktžolių kontrolės būdą – stelbimą, palyginti su terminės ir mechaninės piktžolių kontrolės būdų taikymu, esmingai didėjo augalo

1 lentelė. Pasiruošusių žiemoti rapsų biometriniai ir fotosintetiniai rodikliai 2014 m.

Table 1. *Biometric and photosynthetic parameters of rape prepared for wintering, 2014*

Rodikliai / Parameters	Biologinių preparatų naudojimas (B veiksnys) Application of biopreparations (Factor B)	Piktžolių kontrolės būdai (A veiksnys) Weed control methods (Factor A)		
		Terminis Thermal	Mechaninis Mechanical	Stelbimas Smothering
Augalo antžeminės dalies masė SM g Aboveground mass of plant, DM g	nenaudoti / without application	2,55a	2,06a	2,37a*
	naudoti / with application	2,17b	1,88b	3,35a*
Augalo lapų skaičius vnt. Number of leaves per plant, units	nenaudoti / without application	5,80a	5,83a	6,00a
	naudoti / with application	5,58b	5,55b	6,70a
Viršūninio pumpuro aukštis cm Height of apical bud, cm	nenaudoti / without application	1,76ab	1,42b	1,77a
	naudoti / with application	1,52a	1,63a	1,75a
Šaknies kaklelio storis mm Diameter of root collar, mm	nenaudoti / without application	5,33a	5,38a*	5,73a
	naudoti / with application	3,90b	3,10b*	7,16a
Augalo šaknų plotas cm <sup>2</sup> Root area of plant, cm <sup>2</sup>	nenaudoti / without application	5,88a	4,62a	6,44a
	naudoti / with application	5,19b	4,27b	8,02a
Augalo bendras šaknų ilgis cm Total root length of plant, cm	nenaudoti / without application	44,7b	42,1b	63,0a*
	naudoti / with application	50,0b	45,3b	83,9a*
Augalo šaknų masė SM g Root biomass of plant, DM g	nenaudoti / without application	0,26a	0,20a	0,25a*
	naudoti / with application	0,23b	0,20b	0,32a*
Augalo lapų plotas m <sup>2</sup> Leaf area of plant, m <sup>2</sup>	nenaudoti / without application	0,036a	0,033a	0,039a
	naudoti / with application	0,037b	0,030b	0,049a
Chlorofilo indeksas Chlorophyll index	nenaudoti / without application	26,1a	25,3a	24,4a
	naudoti / with application	23,8a	24,7a	27,1a

Pastaba / Note: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute, skirtumai yra esminiai ( $P < 0,05$ ) / The differences between the averages of Factor A treatments, marked by not the same letter (a, b), and between the averages of Factor B treatments, marked by an asterisk, are significant ( $P < 0,05$ ).

antžeminė masė (54,4 ir 78,2 %), lapų skaičius (20,1 ir 20,7 %), augalo šaknies kaklelio storis (83,6 ir 131,0 %), augalo šaknų plotas (54,5 ir 88,0 %), bendras šaknų ilgis (68,0 ir 85,2 %), augalo šaknų masė (39,1 ir 60,0 %) ir augalo lapų plotas (32,4 ir 63,3 %), o viršūninio pumpuro aukštis iš esmės nekito. Tam įtakos turėjo susiformavęs žymiai mažesnis rapsų pasėlio tankumas stelbimo laukeliuose (1 pav.). Terminio ir mechaninio piktžolių kontrolės būdų laukeliuose paminėti rapsų biometriniai ir fotosintetiniai rodikliai esmingai nesiskyrė.

Naudoti biologiniai preparatai, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, stelbimo būdo laukeliuose esmingai 41,3 % didino augalo antžeminę masę, 33,2 % bendrą šaknų ilgį ir 28,0 % šaknų masę. Pastaruosiuose laukeliuose naudoti biologiniai preparatai turėjo tendenciją didinti augalo lapų skaičių, šaknies kaklelio storį ir augalo lapų plotą.

Mechaninės piktžolių kontrolės būdo laukeliuose naudoti biologiniai preparatai, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, esmingai 42,4 % mažino šaknies kaklelio storį. Tam įtakos galėjo turėti susiformavęs didesnis augalų skaičius ploto vienetu (1 pav.) ir dėl šios priežasties pasireiškianti vidurūšinė konkurencija.

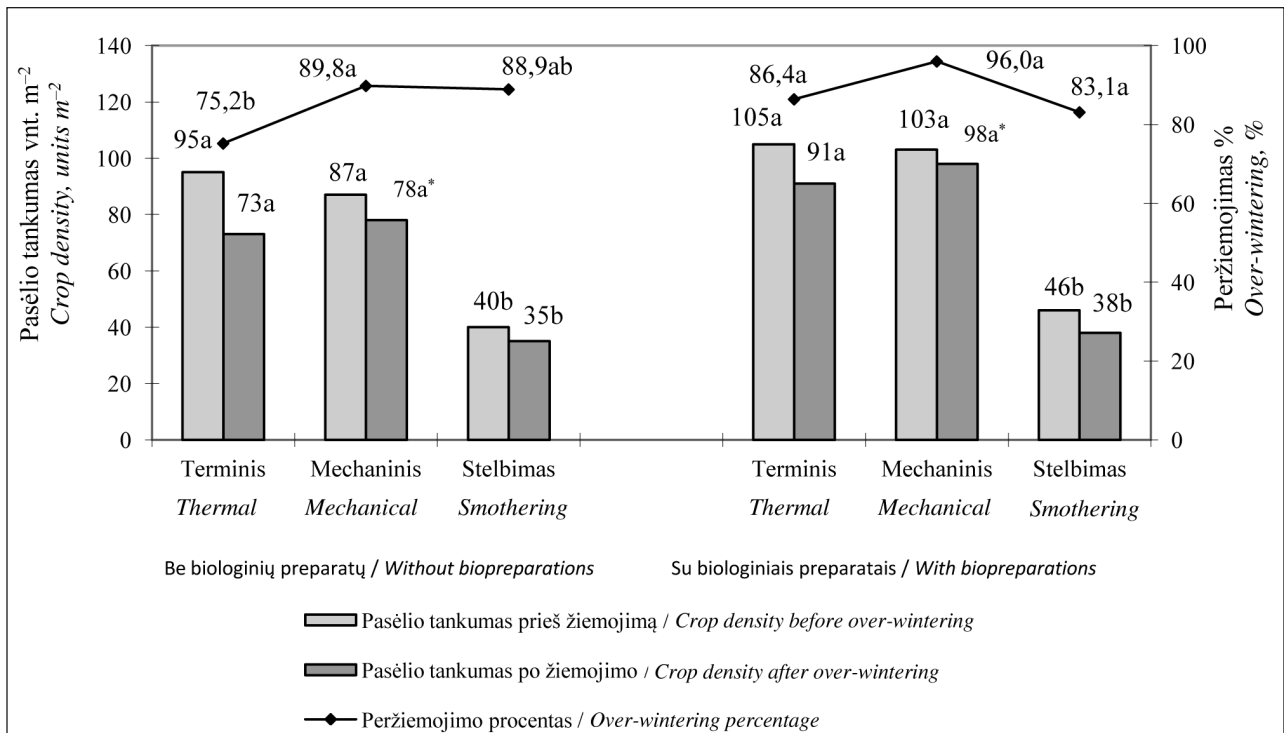
2015 m. tiek nenaudojant, tiek ir naudojant biologinius preparatus stelbimo būdo laukeliuose, palyginti su laukeliais, kuriuose piktžolės naikintos drėgnuju vandens garu ir tarpueilių purenimu, esmingai didėjo augalo antžeminė masė (91,4 ir 95,3 % bei 54,4 ir 126,0 %), šaknies kaklelio storis (35,0 ir 41,7 % bei 30,6 ir 38,3 %), šaknų plotas (63,6 ir 84,1 % bei 63,4 ir 91,9 %), bendras šaknų ilgis (76,0 ir 106,2 % bei 85,2 ir 87,0 %), šaknų masė (75,0 ir 100,0 % bei 65,4 ir 115,0 %) ir augalo lapų plotas (42,9 ir 57,9 % bei 36,4 ir 130,8 %). Stelbimo būdo laukeliuose nenaudojant ir naudojant biologinius preparatus,

2 lentelė. Pasiruošusių žiemoti rapsų biometriniai ir fotosintetiniai rodikliai 2015 m.

Table 2. Biometric and photosynthetic parameters of rape prepared for wintering, 2015

Rodikliai / Parameters	Biologinių preparatų naudojimas (B veiksnys) Application of biopreparations (Factor B)	Piktžolių kontrolės būdai (A veiksnys) Weed control methods (Factor A)		
		Terminis Thermal	Mechaninis Mechanical	Stelbimas Smothering
Augalo antžeminės dalies masė SM g Aboveground mass of plant, DM g	nenaudoti / without application	1,49b	1,52b	2,91a
	naudoti / with application	1,80b	1,23b	2,78a
Augalo lapų skaičius vnt. Number of leaves per plant, units	nenaudoti / without application	6,08a	4,80b	6,28a
	naudoti / with application	5,63a	4,50b	5,85a
Viršūninio pumpuro aukštis cm Height of apical bud, cm	nenaudoti / without application	1,61a	1,88a	1,70a
	naudoti / with application	1,82b	2,14a	1,90ab
Šaknies kaklelio storis mm Diameter of root collar, mm	nenaudoti / without application	4,08b	4,28b	5,78a
	naudoti / with application	4,48b	4,23b	5,85a
Augalo šaknų plotas cm <sup>2</sup> Root area of plant, cm <sup>2</sup>	nenaudoti / without application	5,42b	6,10b	9,98a
	naudoti / with application	6,07b	5,17b	9,92a
Augalo bendras šaknų ilgis cm Total root length of plant, cm	nenaudoti / without application	41,7b	35,6b	73,4a
	naudoti / with application	40,7b	41,1b	76,1a
Augalo šaknų masė SM g Root biomass of plant, DM g	nenaudoti / without application	0,21b	0,24b	0,42a
	naudoti / with application	0,26b	0,20b	0,43a
Augalo lapų plotas m <sup>2</sup> Leaf area of plant, m <sup>2</sup>	nenaudoti / without application	0,021b	0,019b	0,030a
	naudoti / with application	0,022ab	0,013b	0,030a
Chlorofilo indeksas Chlorophyll index	nenaudoti / without application	36,4ab	34,2b	40,6a
	naudoti / with application	36,6ab	30,0b	40,5a

Pastaba / Note: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), skirtumai yra esminiai ( $P < 0,05$ ) / The differences between the averages of Factor A treatments, marked by not the same letter (a, b), are significant ( $P < 0.05$ ).



**1 pav.** Žieminių rapsų pasėlio tankumas ir peržiemojimo procentas 2014 ir 2015 m. (tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute, skirtumai yra esminiai ( $P < 0,05$ ))

**Fig. 1.** Winter oilseed rape crop density and over-wintering percentage, 2014 and 2015 (The differences between the averages of Factor A treatments, marked by not the same letter (a, b), and between the averages of Factor B treatments, marked by an asterisk, are significant ( $P < 0.05$ ))

palyginti su mechaninės piktžolių kontrolės būdo taikymu, nustatytas esmingai didesnis augalo lapų skaičius (30,8 ir 30,0 %) ir chlorofilo indeksas (18,7 ir 35,0 %). Skirtingi piktžolių kontrolės būdai neturėjo ryškios įtakos rapsų viršūninio pumpuro aukščiui. Tarp rapsų pasėlio tankumo ir augalų masės ( $y = 4,16 - 0,03x$ ,  $r = -0,82$ ,  $P < 0,05$ ), šaknies kaklelio storio ( $y = 7,52 - 0,04x$ ,  $r = -0,90$ ,  $P < 0,05$ ), šaknų ploto ( $y = 14,6 - 0,11x$ ,  $r = -0,90$ ,  $P < 0,05$ ), bendro šaknų ilgio ( $y = 112,2 - 0,86x$ ,  $r = -0,89$ ,  $P < 0,05$ ) ir šaknų masės ( $y = 0,64 - 0,01x$ ,  $r = -0,87$ ,  $P < 0,05$ ) nustatyti atvirkštiniai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai.

Naudoti biologiniai preparatai, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, nedarė esminės įtakos rapsų biometriniams ir fotosintetiniams rodikliams prieš žiemojimą.

Žieminių rapsų šaknies kaklelio storis 2014 m. priklausė nuo augalų lapų ploto ( $y = -1,66 + 181,1x$ ,  $r = 0,83$ ,  $P < 0,05$ ) ir šaknų ploto ( $y = -0,05 +$

$0,90x$ ,  $r = 0,86$ ,  $P < 0,05$ ), o 2015 m. nuo augalų lapų ploto ( $y = 2,33 + 109,0x$ ,  $r = 0,89$ ,  $P < 0,05$ ), šaknų ploto ( $y = 2,23 + 0,36x$ ,  $r = 0,99$ ,  $P < 0,01$ ), šaknų bendro ilgio ( $y = 2,55 + 0,04x$ ,  $r = 0,98$ ,  $P < 0,01$ ) ir jų masės ( $y = 2,52 + 7,72x$ ,  $r = 0,99$ ,  $P < 0,01$ ). Tarp rapsų lapų ploto ir šaknų ploto (2014 m. –  $y = 0,01 + 0,01x$ ,  $r = 0,97$ ,  $P < 0,01$ ; 2015 m. –  $y = 0,002 + 0,003x$ ,  $r = 0,94$ ,  $P < 0,01$ ), šaknų bendro ilgio (2014 m. –  $y = 0,02 + 0,001x$ ,  $r = 0,94$ ,  $P < 0,01$ ; 2015 m. –  $y = 0,01 + 0,001x$ ,  $r = 0,90$ ,  $P < 0,05$ ) ir jų masės (2014 m. –  $y = 0,004 + 0,14x$ ,  $r = 0,95$ ,  $P < 0,01$ ; 2015 m. –  $y = 0,01 + 0,06x$ ,  $r = 0,94$ ,  $P < 0,01$ ) nustatyti tiesioginiai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai. Panašius priklausomumus nustatė ir W. Jareckis su kolegomis (2013).

**Rapsų pasėlio tankumas ir peržiemojimas.** Atliktais tyrimais nustatyta, kad 2014 ir 2015 m. rudens vegetacijos laikotarpiu mažiausias žieminių rapsų pasėlio tankumas (40–46 ir 47–49 vnt.  $m^{-2}$ ) susiformavo rapsus auginant siaurais

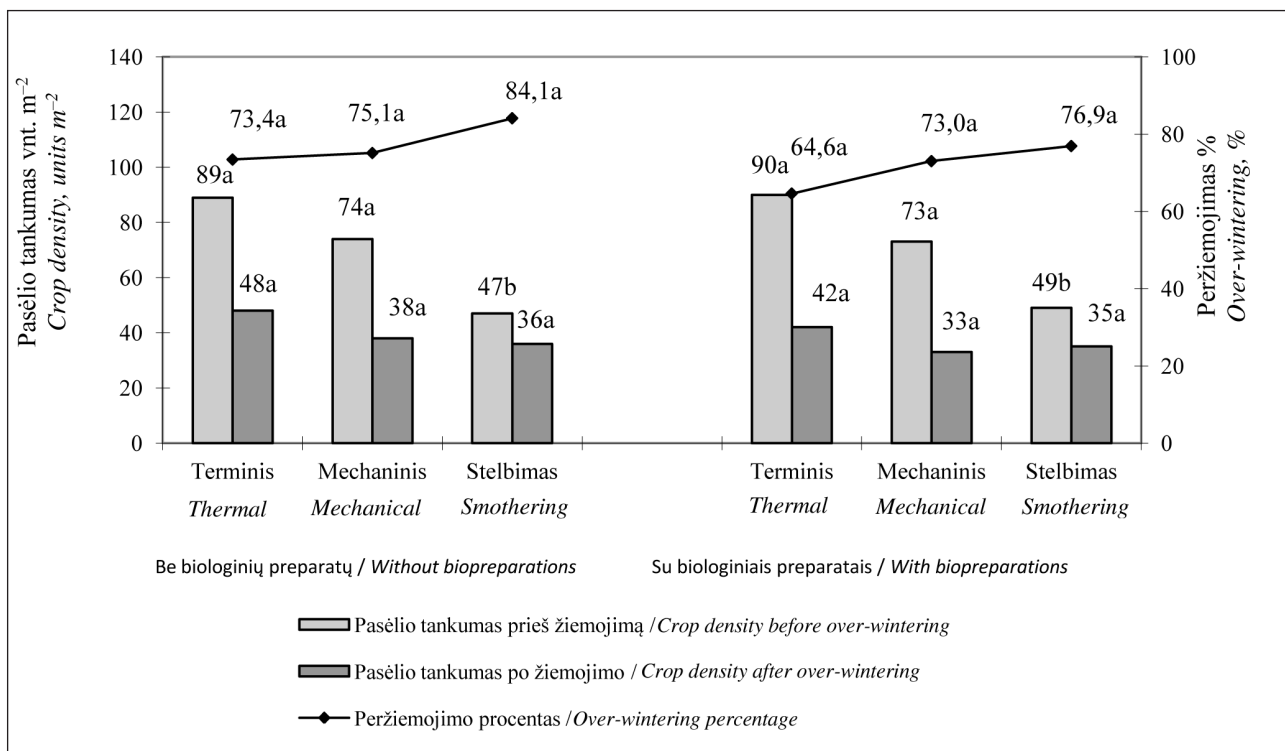
12 cm tarpueiliais (stelbimo būdo laukeliuose) (1, 2 pav.). Rapsų skrotelės tarpsnis trunka 30–40 dienų, augalų stelbiamoji galia tuo tarpsniu yra maža, todėl daugelio piktžolių rūšių, ypač žiemojančių, augimui susidaro palankios sąlygos (Kwiatkowski et al., 2012). S. Primotas ir kt. (2006) teigia, kad daugėjant piktžolių, rapsų tankumas rudens vegetacijos laikotarpiu mažėja. Be to, rugsėjo mėn. rapsams augti trūko drėgmės. Stelbimo būdo laukeliuose, nenaudojant biologinių preparatų, žieminių rapsų tankumas, palyginti su tankumu laukelių, kuriuose taikyti terminis ir mechaninis piktžolių kontrolės būdai, esmingai sumažėjo 2,4 ir 2,2 karto bei 1,9 ir 1,6 karto, o juos naudojant – 2,3 ir 2,2 karto bei 1,8 ir 1,5 karto.

2014 m. žieminių rapsų pasėlyje naudoti biologiniai preparatai turėjo tendenciją didinti augalų skaičių ploto vienetu, tačiau esminių skirtumų nenustatyta.

Atsinaujinus rapsų vegetacijai 2015 m. pavasarį didžiausias pasėlio tankumas (98 vnt. m<sup>-2</sup>) nustatytas taikant mechaninį piktžolių kontrolės būdą ir naudojant biologinius preparatus (1 pav.). Kai biologiniai preparatai nebuvo naudojami, augalų skaičius ploto vienetu buvo 20,4 % mažesnis. Terminės piktžolių kontrolės ir stelbimo

būdų laukeliuose biologinių preparatų naudojimas, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, neturėjo esminės įtakos rapsų pasėlio tankumui. Stelbimo būdo laukeliuose be biologinių preparatų rapsų tankumas, palyginti su tankumu laukelių, kuriuose taikyti terminis ir mechaninis piktžolių kontrolės būdai, buvo esmingai 2,1 iki 2,2 karto, o juos naudojant – 2,4 iki 2,6 karto mažesnis. Atsinaujinus rapsų vegetacijai 2016 m. pavasarį pasėlio tankumas skirtinguose eksperimento laukeliuose iš esmės nesiskyrė (2 pav.).

2015 m. geriausia rapsai peržiemojo (96,0 % visų augalų) laukeliuose, kuriuose taikytas mechaninis piktžolių kontrolės būdas ir naudoti biologiniai preparatai (1 pav.). Laukeliuose, kuriuose taikytas terminis piktžolių kontrolės būdas be biologinių preparatų, palyginti su mechaninio piktžolių kontrolės būdo taikymu, rapsų peržiemojo esmingai 16,3 % mažiau, o naudojant biologinius preparatus esminių skirtumų nenustatyta. Naudoti biologiniai preparatai, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, stelbimo būdo laukeliuose esminės įtakos rapsų peržiemojimui neturėjo. 2016 m. rapsų peržiemojimo procentas nustatytas mažesnis negu 2015 m. (2 pav.). Tam įtakos turėjo mažiau palankios žiemojimo sąlygos



2 pav. Žieminių rapsų pasėlio tankumas ir peržiemojimo procentas 2015 ir 2016 m. ( $P > 0,05$ )

Fig. 2. Winter oilseed rape crop density and over-wintering percentage, 2015 and 2016 ( $P > 0.05$ )



(2016 m. sausio mėn. pirmąją dekadą, esant labai žemoms temperatūroms ir nesant sniego dangos, dalis rapsų iššalo). Skirtingi piktžolių kontrolės būdai ir biologiniai preparatai neturėjo esminės įtakos rapsų peržiemojimui. O. Balodis ir Z. Gai-  
le (2015) nustatė, kad rapsų peržiemojimas pri-  
klauso nuo meteorologinių sąlygų, rapsų veislės,  
sėjos laiko, sėklos normos ir suformuoto pasėlio  
tankumo.

**Rapsų biometriniai ir derliaus struktūros rodikliai.** 2015 m. skirtingi piktžolių kontrolės būdai ir biologiniai preparatai neturėjo esminės įtakos rapsų biometriniam rodikliams prieš derliaus nuėmimą (3 lentelė). Naudoti biologiniai preparatai visuose piktžolių kontrolės būdų laukeliuose turėjo tendenciją didinti augalo aukštį, o terminės ir mechaninės piktžolių kontrolės būdų laukeliuose – ir šakų skaičių. Nenaudojant biologinių preparatų skirtingi piktžolių kontrolės būdai neturėjo esminės įtakos augalo ankštarių skaičiui, o juos naudojant mechaninės piktžolių kontrolės būdo laukeliuose, palyginti su terminės piktžolių kontrolės būdo laukeliais, augalo ankštarių skaičius esmingai 51,0 % padidėjo (3 lentelė).

Skirtinguose piktžolių kontrolės būdų laukeliuose augalo vidutinis sėklų skaičius ankštaroje esmingai nesiskyrė. Tiek nenaudojant, tiek ir naudojant biologinius preparatus stelbimo būdo laukeliuose, palyginti su laukeliais, kuriuose taikyti terminės ir mechaninės piktžolių kontrolės būdai, 1 000 sėklų masė buvo esmingai mažesnė, atitinkamai 11,9 ir 8,9 % bei 4,6 ir 3,6 %.

Naudoti biologiniai preparatai terminės piktžolių kontrolės ir stelbimo būdų laukeliuose, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, esmingai mažino vidutinį sėklų skaičių ankštaroje, atitinkamai 9,3 ir 11,4 %. Stelbimo būdo laukeliuose biologiniai preparatai esmingai 7,2 % didino 1 000 sėklų masę. A. Nezamosto ir kt. (2013) duomenimis, dėl biologinių preparatų poveikio didėjo rapsų augalų aukštis, vidutinis augalo ankštarių skaičius ir sėklų skaičius ankštaroje.

2016 m. rapsų pasėlyje taikant stelbimo būdą be biologinių preparatų, palyginti su terminės bei mechaninės piktžolių kontrolės būdų taikymu, buvo esmingai mažesnė augalo antžeminė masė (24,9 ir 34,8 %) ir šakų skaičius (59,9 ir 59,4 %) (4 lentelė). Stelbimo būdo laukeliuose naudojant

3 lentelė. Žieminių rapsų biometriniai ir derliaus struktūros rodikliai 2015 m.

Table 3. Biometric and yield structure parameters of winter oilseed rape, 2015

Rodikliai / Parameters	Biologinių preparatų naudojimas (B veiksnys) Application of biopreparations (Factor B)	Piktžolių kontrolės būdai (A veiksnys) Weed control methods (Factor A)		
		Terminis Thermal	Mechaninis Mechanical	Stelbimas Smothering
Augalo masė SM g Plant mass, DM g	nenaudoti / without application	24,7a	25,3a	21,5a
	naudoti / with application	19,2a	26,1a	25,0a
Augalo aukštis cm Plant height, cm	nenaudoti / without application	119,7a	122,0a	119,1a
	naudoti / with application	126,1a	127,6a	122,3a
Augalo šakų skaičius vnt. Number of branches per plant, units	nenaudoti / without application	21,9a	19,2a	24,1a
	naudoti / with application	23,3a	22,7a	22,8a
Augalo ankštarių skaičius vnt. Number of pods per plant, units	nenaudoti / without application	129,6a	120,5a	130,0a
	naudoti / with application	96,6b	145,9a	122,3ab
Sėklų skaičius ankštaroje vnt. Number of seeds per pod, units	nenaudoti / without application	28,1a*	27,4a	27,1a*
	naudoti / with application	25,5a*	26,2a	24,0a*
1 000 sėklų masė g 1 000 seed mass, g	nenaudoti / without application	5,96a	5,76ab	5,25b*
	naudoti / with application	5,90a	5,84a	5,63b*

Pastaba / Note: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute, skirtumai yra esminiai ( $P < 0,05$ ) / The differences between the averages of Factor A treatments, marked by not the same letter (a, b), and between the averages of Factor B treatments, marked by an asterisk, are significant ( $P < 0.05$ ).

4 lentelė. Žieminių rapsų biometriniai ir derliaus struktūros rodikliai 2016 m.

Table 4. Biometric and yield structure parameters of winter oilseed rape, 2016

Rodikliai / Parameters	Biologinių preparatų naudojimas (B veiksnys) Application of biopreparations (Factor B)	Piktžolių kontrolės būdai (A veiksnys) Weed control methods (Factor A)		
		Terminis Thermal	Mechaninis Mechanical	Stelbimas Smothering
Augalo masė SM g Plant mass, DM g	nenaudoti / without application	25,7a	29,6a	19,3b
	naudoti / with application	31,9a	24,6ab	17,7b
Augalo aukštis cm Plant height, cm	nenaudoti / without application	114,7a	114,8a	119,1a
	naudoti / with application	117,9a	112,1a	120,7a
Augalo šakų skaičius vnt. Number of branches per plant, units	nenaudoti / without application	15,6a	15,4a	6,25b
	naudoti / with application	22,2a	16,7ab	9,45b
Augalo ankštarių skaičius vnt. Number of pods per plant, units	nenaudoti / without application	85,8ab	69,7b	107,8a*
	naudoti / with application	100,7b	79,6b	146,2a*
Sėklų skaičius ankštaroje vnt. Number of seeds per pod, units	nenaudoti / without application	18,5a	18,8a	20,1a
	naudoti / with application	22,3a	19,5a	21,3a
1 000 sėklų masė g 1 000 seed mass, g	nenaudoti / without application	5,37a	5,31a	5,38a
	naudoti / with application	5,24a	5,44a	5,27a

Pastaba / Note: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute, skirtumai yra esminiai ( $P < 0,05$ ) / The differences between the averages of Factor A treatments, marked by not the same letter (a, b), and between the averages of Factor B treatments, marked by an asterisk, are significant ( $P < 0,05$ ).

biologinius preparatus, palyginti su terminės piktžolių kontrolės būdo laukeliais, nustatyta esmingai mažesnė augalo masė ir šakų skaičius, atitinkamai 44,5 ir 57,4 %. Skirtinguose piktžolių kontrolės būdų laukeliuose augalo aukštis esmingai nesiskyrė. Naudoti biologiniai preparatai, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, nedarė esminės įtakos rapsų biometriniais rodikliams prieš derliaus nuėmimą.

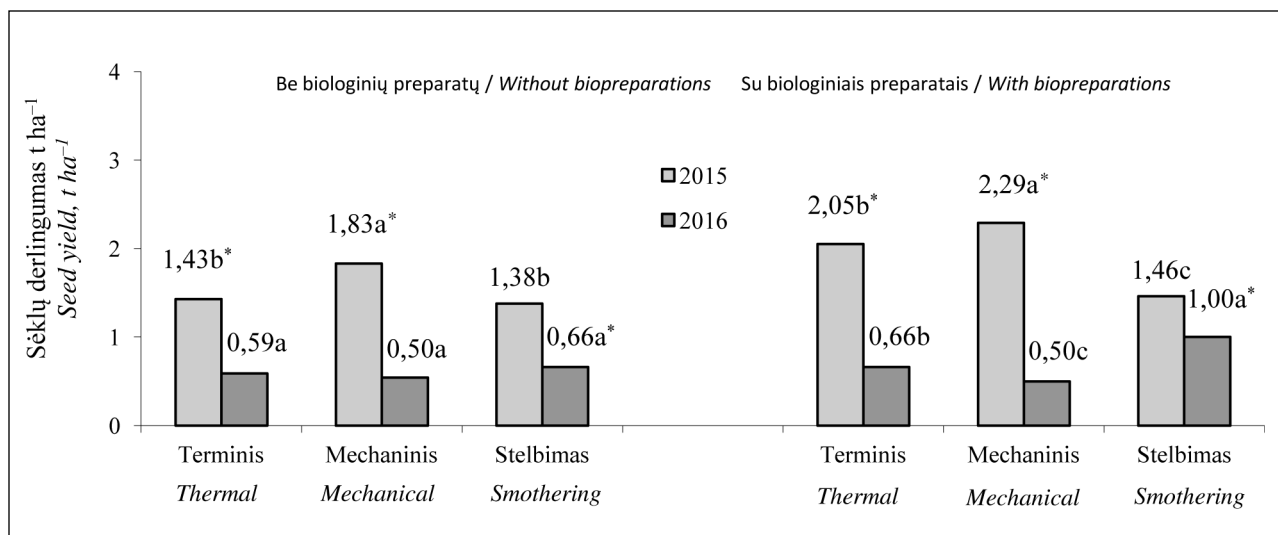
Rapsų pasėlyje, taikant stelbimo būdą ir nenaudojant bei naudojant biologinius preparatus, palyginti su terminės bei mechaninės piktžolių kontrolės būdų taikymu, esmingai didėjo augalo ankštarių skaičius, atitinkamai 25,6 ir 54,7 % bei 45,2 ir 83,7 %, o vidutinis sėklų skaičius ankštaroje ir 1 000 sėklų masė esmingai nesikeitė (4 lentelė). Stelbimo būdo laukeliuose biologiniai preparatai esmingai 35,6 % didino augalo ankštarių skaičių.

**Rapsų sėklų derlingumas.** Atliktų tyrimų duomenys parodė, kad 2015 m. esmingai didžiausias žieminių rapsų sėklų derlingumas, palyginti su terminės piktžolių kontrolės ir stelbimo būdais, buvo gautas taikant mechaninį piktžolių

kontrolės būdą: 28,0 ir 32,6 % nenaudojant biologinių preparatų bei 11,7 ir 56,8 % naudojant biologinius preparatus (3 pav.). Terminio piktžolių kontrolės būdo laukeliuose be biologinių preparatų rapsų sėklų derlingumas esmingai nesiskyrė nuo sėklų derlingumo, gauto stelbimo būdo laukeliuose. Taikant terminį piktžolių kontrolės būdą ir naudojant biologinius preparatus rapsų sėklų derlingumas buvo esmingai 40,4 % didesnis, palyginti su stelbimo būdo taikymu.

Naudoti biologiniai preparatai, palyginti su jų nenaudojimu, terminės ir mechaninės piktžolių kontrolės būdų laukeliuose esmingai didino rapsų sėklų derlingumą, atitinkamai 43,4 ir 25,1 %. Taikant stelbimo būdą biologiniai preparatai esminės įtakos rapsų sėklų derlingumui neturėjo. Kitų autorių atliktais tyrimais nustatyta, kad didėjant terminio bei mechaninio piktžolių kontrolės priemonių efektyvumui, didėjo ir žemės ūkio augalų derlingumas (Kolberg, Wiles, 2002; Kierzek et al., 2008).

2016 m. rapsų sėklų derlingumas buvo gautas nuo 1,5 iki 4,6 karto mažesnis negu 2015 metais. Tam įtakos turėjo mažesnis peržiemojusių rapsų



**3 pav.** Žieminių rapsų sėklų derlingumas 2015 ir 2016 m.

**Fig. 3.** The seed yield of winter oilseed rape, 2015 and 2016

Pastaba / Note: tarp A veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų ne ta pačia raide (a, b, c), ir tarp B veiksnio variantų vidurkių, pažymėtų žvaigždute, skirtumai yra esminiai ( $P < 0,05$ ) / The differences between the averages of Factor A treatments, marked by not the same letter (a, b, c), and between the averages of Factor B treatments, marked by an asterisk, are significant ( $P < 0,05$ ).

augalų kiekis ir lietingas liepos mėnuo (iškrito 162,9 mm kritulių). Nenaudojant biologinių preparatų skirtinguose piktžolių kontrolės būdų laukeliuose rapsų sėklų derlingumas esmingai nesiskyrė. Naudojant biologinius preparatus stelbimo būdo laukeliuose rapsų sėklų derlingumas nustatytas esmingai 51,5 ir 100 % didesnis, palyginti su terminės ir mechaninės piktžolių kontrolės būdų laukeliais. Piktžolių kontrolei naudojant drėgnąjį vandens garą rapsų sėklų derlingumas susiformavo esmingai 32,0 % didesnis, negu pu-renant tarpueilius. M. Radjabianas ir kt. (2009) teigia, kad rapsus auginant plačiais (35 cm) tarpueiliais sėklų derlingumas mažėjo. Naudoti biologiniai preparatai, palyginti su atvejais, kai jie buvo nenaudojami, esmingai 51,5 % didino rapsų sėklų derlingumą tik stelbimo būdo laukeliuose. E. Jakienė (2013) taip pat nustatė, kad rapsus apipurškus preparato Terra Sorb Foliar tirpalu rapsų sėklų derlingumas didėjo.

2015 m. rasų sėklų derlingumas priklausė nuo pasėlio tankumo ( $y = 0,90 + 0,01x$ ,  $r = 0,86$ ,  $P < 0,05$ ) ir augalų aukščio ( $y = -11,0 + 0,10x$ ,  $r = 0,94$ ,  $P < 0,01$ ), o 2016 m. – nuo augalo ankštarių skaičiaus ( $y = -0,003 + 0,01x$ ,  $r = 0,98$ ,  $P < 0,01$ ) ir augalų aukščio ( $y = -5,04 + 0,05x$ ,  $r = 0,85$ ,  $P < 0,05$ ).

## IŠVADOS

1. Rudens vegetacijos laikotarpiu stelbimo būdo laukeliuose, kuriuose žieminių rapsų pasėlio tankumas buvo esmingai 1,5–2,4 karto mažesnis negu mechaninės ir terminės piktžolių kontrolės būdų laukeliuose, nustatyti esmingai didžiausi: rapsų antžeminė masė, lapų skaičius, šaknies kaklelio storis, šaknų plotas, bendras šaknų ilgis, šaknų masė, augalo lapų plotas, o 2015 m. ir chlorofilo indeksas lapuose. 2014 m. naudoti biologiniai preparatai stelbimo būdo laukeliuose esmingai 41,3 % didino rapsų antžeminę masę, 33,2 % bendrą šaknų ilgį ir 28,0 % šaknų masę.

2. Žieminių rapsų šaknies kaklelio storis 2014 m. priklausė nuo augalų lapų ploto ( $r = 0,83$ ,  $P < 0,05$ ) ir šaknų ploto ( $r = 0,86$ ,  $P < 0,05$ ), o 2015 m. – nuo augalų lapų ploto ( $r = 0,89$ ,  $P < 0,05$ ), šaknų ploto ( $r = 0,99$ ,  $P < 0,01$ ), šaknų bendro ilgio ( $r = 0,98$ ,  $P < 0,01$ ) ir jų masės ( $r = 0,99$ ,  $P < 0,01$ ). Tarp rapsų lapų ploto ir šaknų ploto, šaknų bendro ilgio ir jų masės nustatyti tiesioginiai, stiprūs ir labai stiprūs bei statistiškai patikimi koreliaciniai priklausomumai.

3. Atsinaujinus rapsų vegetacijai 2015 m. pavasarį didžiausias pasėlio tankumas (98,0 vnt.  $m^{-2}$ ) ir peržiemojimas (96,0 %) nustatytas taikant

mechaninį piktžolių kontrolės būdą su biologiniais preparatais. 2016 m. pavasarį skirtingi necheminiai piktžolių kontrolės būdai ir biologiniai preparatai nedarė esminės įtakos rapsų peržiemojimui ir pasėlio tankumui.

4. Skirtingi necheminiai piktžolių kontrolės būdai 2015 m. neturėjo esminės įtakos rapsų biometriniam rodikliams prieš derliaus nuėmimą. 2016 m. stelbimo būdo laukeliuose formavosi esmingai mažesnė rapsų masė ir šakų skaičius, palyginti su kitomis taikytomis priemonėmis. Vidutiniais duomenimis, didžiausias rapsų ankštųjų skaičius nustatytas taikant stelbimo būdą su biologiniais preparatais. Biologiniai preparatai stelbimo būdo laukeliuose 2015 m. esmingai didino 1 000 sėklų masę, o 2016 m. – augalo ankštųjų skaičių, atitinkamai 7,2 ir 35,6 %.

5. Sausais 2015 m. esmingai didžiausias žieminių rapsų sėklų derlingumas nustatytas taikant mechaninį piktžolių kontrolės būdą, o drėgnais 2016 m. – taikant stelbimo būdą su biologiniais preparatais. Biologiniai preparatai 2015 m. esmingai didino rapsų sėklų derlingumą terminės ir mechaninės piktžolių kontrolės būdų laukeliuose, o 2016 m. – stelbimo būdo laukeliuose, atitinkamai 43,4; 25,1 ir 51,5 %. Žieminių rapsų sėklų derlingumas 2015 m. priklausė nuo pasėlio tankumo ( $r = 0,86$ ,  $P < 0,05$ ) ir augalų aukščio ( $r = 0,94$ ,  $P < 0,01$ ), o 2016 m. – nuo augalo ankštųjų skaičiaus ( $r = 0,98$ ,  $P < 0,01$ ) ir augalų aukščio ( $r = 0,85$ ,  $P < 0,05$ ).

## PADĖKA

Tyrimą finansuoja Lietuvos mokslo taryba (sutar ties Nr. SIT-8/2015).

Gauta 2017 12 05

Priimta 2017 12 21

## LITERATŪRA

1. Alaru M., Talgre L., Eremeev V., Tein B., Luik A., Nemvalts A., Loit E. 2014. Crop yields and supply of nitrogen compared in conventional and organic farming systems. *Agricultural and Food Science*. No. 23. P. 317–326.
2. Balodis O., Gaile Z. 2015. Changes of winter oilseed rape plant survival during vegetation. *Proceedings of the Latvia University of Agriculture*. Vol. 33. No. 328. P. 35–45.
3. Bečka D., Vašák J., Kroutil P., Štranc P. 2004. Autumn growth and development of different win-

- ter oilseed rape variety types at three input levels. *Plant, Soil and Environment*. Vol. 4. P. 168–174.
4. Bond W., Grundy A. C. 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. *Weed Research*. Vol. 41. Issue 5. P. 94–101.
5. Bullied W. J., Van Acker R. C., Marginet A. M., Kenkel N. C. 2006. Agronomic and environmental factors influence weed composition and canola competitiveness in southern Manitoba. *Canadian Journal of Plant Science*. Vol. 86. No. 2. P. 591–599.
6. Crnobarac J., Marinković B., Jeromela-Marjanović A., Balalić I., Jaćimović G., Latković D. 2015. The effect of variety and sowing date on oilseed rape yield and quality. *Agriculture and Food*. Vol. 3. P. 241–245.
7. Engstöröm L., Stenberg M., Wallenhammar A. Ch., Ståhl P., Gruvaeus I. 2014. Organic winter oilseed rape response to N fertilisation and preceding agroecosystem. *Field Crops Research*. Vol. 167. P. 94–101.
8. Hamzei J., Nasab A. D. M., Khoie F. R., Javanshir A., Moghaddam M. 2007. Critical period of weed control in three winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 31. No. 2. P. 83–90.
9. Jakienė E. 2013. The effect of the microelement fertilizers and biological preparation Terra Sorb Foliar on spring rape crop. *Žemės ūkio mokslai*. Vol. 20. No. 2. P. 75–83.
10. Jarecki W., Bobrecka-Jamro D., Noworól M. 2013. Yield of winter oilseed rape cultivars depending on intensity of cultivation practices. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*. Vol. 12. No. 1. P. 25–34.
11. Kerpauskas P., Sirvydas A. P., Lazauskas P., Vasinauskienė R., Tamošiūnas A. 2006. Possibilities of weed control by water steam. *Agronomy Research*. Vol. 4. P. 221–225.
12. Kierzek R., Glowacki G., Kaczmarek S. 2008. Mechanical methods of weed control in winter oilseed rape. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 53. No. 3. P. 138–140.
13. Kolberg R. L., Wiles L. J. 2002. Effect of steam application on cropland weeds. *Weed Technology*. Vol. 16. No. 1. P. 43–49.
14. Kwiatkowski C. A., Gawęda D., Drabowicz M., Haliniarz M. 2012. Effect of diverse fertilization, row spacing and sowing rate on weed infestation and yield of winter oilseed rape. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*. Vol. 11. No. 4. P. 53–63.
15. Lääniste P., Jõudu J., Eremeev V., Mäeorg E. 2007. Sowing date influence on winter oilseed rape overwintering in Estonia. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil and Plant Science*. Vol. 57. P. 342–348.
16. *Lietuvos dirvožemiai*: monografija. 2001. Vilnius: LMA. 1244 p.
17. Nezamdst A., Dahmardeh M., Khammari I. 2013. Evaluation use of growth-promoting bacteria and



- manure on some properties of canola (*Brassica napus*). *International Journal of Agriculture and Forestry*. Vol. 3. No. 7. P. 327–332.
18. Novickienė L., Gavelienė V., Miliuvienė L., Kazlauskienė D., Pakalniškytė L. 2010. Comparison of winter oilseed rape varieties: cold acclimation, seed yield and quality. *Žemdirbystė–Agriculture*. Vol. 97. No. 3. P. 77–86.
  19. Paradowski A. 2004. Rape deweeding in autumn. *Agrotechnika*. Vol. 8. P. 10–13.
  20. Primot S., Valantin-Morison M., Makowski D. 2006. *Weed Research*. Vol. 46. Issue 1. P. 22–23.
  21. Radjabian M., Asghari J., Ehteshami S. M. R., Rabiee M. 2009. Effects of row spacing and weed control duration on yield, yield components and oil content of canola. *Iranian Journal of Weed Science*. Vol. 5. P. 79–90.
  22. Raudonius S. 2017. Application of statistics in plant and crop research: important issues. *Žemdirbystė–Agriculture*. Vol. 104. No. 4. P. 377–382.
  23. Różyło K., Pałys E. 2011. Influence of crop rotation and row spacing on weed infestation of winter rape grown on rendzina soil. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*. Vol. 10. No. 1. P. 57–64.
  24. Różyło K., Pałys E. 2014. Impact of plant density on the canopy area index and weed infestation depending on different cultivars of winter oilseed rape (*Brassica napus* L., ssp. *oleifera* Metzg.). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin–Polonia*. Vol. LXIX. No. 2. P. 44–55.
  25. Sirvydas P. A., Kerpauskas P. 2012. *Terminis piktžolių naikinimas*: monografija. Akademija, Kauno r. 327 p.
  26. Szczepanek M., Wilczewski E., Grzybowski K. 2016. Response of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) on soil applied humus preparation and foliar potassium fertilizer. *Acta Scientiarum Polonorum Agricultura*. Vol. 15. No. 4. P. 85–94.
  27. Šidlauskas G., Pranckietienė I., Dromantienė R., Pranckietis V. 2015. The effect of agronomic and climatic factors on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) root neck growth in autumn. *Rural Development 2015: Scientific Conference Proceedings*. Akademija: Aleksandras Stulginskis University. P. 1–6 [žiūrėta 2017-11-29]. Prieiga per internetą: <http://conf.rd.asu.lt/index.php/rd/article/view/77/8/>
  28. *The World of Organic Agriculture: Statistics and Emerging Trends*. 2016. Germany: Medienhaus Plump. 333 p.
  29. Valantin-Morison M., Meynard J. M. 2008. Diagnosis of limiting factors of organic oilseed rape yield. A survey of farmers' fields. *Agronomy for Sustainable Development*. Vol. 28. No. 4. P. 527–539.
  30. Velička R. 2002. *Rapsai*: monografija. Kaunas: Lututė. 320 p.
  31. Vincze E. 2017. The effect of sowing date and plant density on yield elements of different winter oilseed rape (*Brassica napus* var. *napus* F. *biennis* L.) genotypes. *Columella*. Vol. 4. No. 1. P. 21–25.
  32. Zihlmann U., Scherrer C., Krebs H., Oberholzer H.-R., Vögeli G. A., Nemecek T., Richner W., Brack E., Gunst L., Hiltbrunner J., Van der Heijden M., Weisskopf P., Dubois D., Oehl F. 2010. Integrierter und biologischer Anbau im Vergleich. *ART-Bericht 722*. S. 1–16.
- Aušra Marcinkevičienė, Rimantas Velička, Marina Keidan, Lina Marija Butkevičienė, Zita Kriaučiūnienė, Robertas Kosteckas, Sigitas Čekanauskas**
- THE IMPACT OF NON-CHEMICAL WEED CONTROL METHODS AND BIOPREPARATIONS ON WINTER OILSEED RAPE PREPARATION FOR OVER-WINTERING AND PRODUCTIVITY**
- S u m m a r y*
- The current study was aimed to establish the impact of non-chemical weed control methods (thermal, mechanical and smothering) and biopreparations on winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) preparation for over-wintering and productivity under the conditions of the organic farming system. During the 2014–2016 period, a field experiment was conducted at the Experimental Station of Aleksandras Stulginskis University on *Calc(ar)i-Endohypogleyic Luvisol (LVg-n-w-cc)*. The field experiment treatments were the following: Factor A – non-chemical weed control methods: 1) thermal (water steam), 2) mechanical (inter-row loosening), 3) smothering (self-regulation, sowing with narrow inter-rows); Factor B – application of biopreparations: 1) without application, 2) with application.
- During the period of autumn vegetation, in the smothering method plots, where the winter oilseed rape crop density was 1.5–2.4 times lower than that in the plots of thermal and mechanical weed control methods, the significantly highest aboveground mass of plant, number of leaves per plant, diameter of root collar, root area, total root length, root biomass of plant and leaf area of plant were determined, and in 2015 the highest chlorophyll index was measured in the leaves. In 2014 the application of biopreparations in the smothering method plots significantly increased the aboveground mass of plant (41.3%), the total root length (33.2%) and the root biomass of plant (28.0%). In 2014 the diameter of winter oilseed rape root collar depended on the leaf area of plant ( $r = 0.83, P < 0.05$ ) and the root area of plant ( $r = 0.86, P < 0.05$ ), and in 2015 it depended on the leaf area of plant ( $r = 0.89, P < 0.05$ ), the root area ( $r = 0.99, P < 0.01$ ), the total root length ( $r = 0.98, P < 0.01$ ) and the root biomass of plant ( $r = 0.99, P < 0.01$ ). Positive, strong and very strong, and statistically significant relationships were established between the leaf

area of oilseed rape and the root area, the total root length and the root biomass of plant. In the spring of 2015, during the renewed oilseed rape vegetation stage, the highest crop density (98.0 units  $m^{-2}$ ) and over-wintering (96.0%) were obtained in the plots of the mechanical weed control method in combination with biopreparations. In the spring of 2016, different non-chemical weed control methods and biopreparations did not have any significant effect on the oilseed rape over-wintering and the crop density. In 2015, different non-chemical weed control methods did not have any significant influence on oilseed rape biometric parameters before harvesting. In 2016, in the smothering method plots a significantly lower mass of oilseed rape and the number of branches per plant were formed compared to those of other used treatments. The highest number of pods per plant was determined in the smothering method plots in combination with biopreparations. In 2015 biopreparations in the smothering method plots significantly

increased the 1 000 seed mass, and in 2016 they increased the number of pods per plant, respectively 7.2 and 35.6%. In the droughty year of 2015, the significantly highest winter oilseed rape seed yield was recorded in the plots of the mechanical weed control method, and in the moist year of 2016, the highest yield was in the smothering method plots with biopreparations. In 2015 biopreparations significantly increased the oilseed rape seed yield in the plots of thermal and mechanical weed control methods, and in 2016 they increased the yield in the smothering method plots, respectively 43.4, 25.1 and 51.5%. In 2015 the winter oilseed rape seed yield depended on the crop density ( $r = 0.86, P < 0.05$ ) and the plant height ( $r = 0.94, P < 0.01$ ), and in 2016 it depended on the number of pods per plant ( $r = 0.98, P < 0.01$ ) and the plant height ( $r = 0.85, P < 0.05$ ).

**Keywords:** *Brassica napus* L., weed control methods, biopreparations, over-wintering, seed yield, organic farming