

Rapsų ankštarėlių sandariklių panaudojimo technologinis-ekonominis vertinimas

Simona Gentvainytė, Laimis Bauša, Rasa Čingienė, Rolandas Domeika, Ernestas Zaleckas, Dainius Steponavičius

Aleksandro Stulginskio universitetas

Rapsų sėklų derliaus nuostoliai pirmiausiai atsiranda dėl natūralių fiziologinių procesų, vykstančių augaluose. Augalui bręstant natūralų ankštarėlių atsidadymą sąlygoja biocheminių procesų metu susidaranti medžiaga metilenas ir auksinas, kurios, savo ruožtu, sąlygoja fermentų aktyvumą. Antra ankštarėlių atsidadymo priežastis siejama su dažna meteorologinių sąlygų kaita prieš pat derliaus nuėmimą. Drėgno ir temperatūros pokyčiai priverčia ankštarėles atsidadyti anksčiau laiko. Trečia priežastis – rapsų brendimo netolygumas. Vienas iš būdų rapsų sėklų byrėjimui iš ankštarėlių sumažinti yra specialių preparatų – ankštarėlių sandariklių išpurškimas 2–3 savaites prieš derliaus nuėmimą. Dabartiniu metu plačiausiai naudojami du preparatai: pinoleno grupės produktai, kurių pagrindas – di-1-p-mentenas ir latekso polimerų produktai. Ankštarėlių sandarikliai toliau kuriami ir tobulinami. Viena iš tobulinimo krypčių yra sandariklio tirpalo paviršiaus įtempio mažinimas ir plonos tamprios plėvelės susidarymo ant ankštarėlių užtikrinimas. Šiomis savybėmis pasižymi naujos kartos sandariklis *Contact*.

Šiame darbe atliktas kompleksinis technologinis-ekonominis sandariklių *Spodnam*, *Elastiq*, *Gripil* ir *Contact* tyrimas įvertinant natūralius (savaiminius) rapsų sėklų nuostolius bei nuostolius patiriamus dėl kombaino lenktuvų poveikio derliaus nuėmimo metu. Tyrimais nustatyta, kad pirmųjų trijų rapsų ankštarėlių sandariklių panaudojimu galima sumažinti rapsų sėklų nuostolius apie 35%. Įvertinus bendras išlaidas sandariklių panaudojimui nustatyta, kad rapsus nupurškus *Elastiq* preparatu galima gauti 9,02 € ha⁻¹ papildomų pajamų, o *Contact* – apie 3,5 karto didesnę sumą.

Rapsai, sėklų nuostoliai, ankštarėlių sandarikliai

Įvadas

Viena iš pagrindinių rapsų sėklų derliaus nuostolių priežasčių yra ankštarėlių savaiminis prasivėrimas dar prieš derliaus nuėmimą (Špokas and Steponavičius, 2014). Ankštarėlių atsidadymas yra natūralus procesas, kurio dėka augalai pasėja savo sėklas tam, kad išgyventų ir pasidaugintų laukinėje gamtoje. Nors šis mechanizmas gamtoje turi privalumų, natūralus rapsų ankštarėlių atsidadymas žemdirbystėje lemia didelius derliaus nuostolius (Hossain et al., 2012). Rapsų ankštarėlių atsparumas sėklų išbyrėjimui priklauso nuo morfologinių, anatominių ir biocheminių veiksnių. Augalams bręstant natūralų ankštarėlių atsidadymą sąlygoja biocheminių procesų metu susidaranti medžiaga metilenas ir auksinas, kurios, savo ruožtu, sąlygoja fermentų, atsakingų už ankštarėlių skiltis jungiančio audinio (angl. *dehiscence zone*) stiprumą, aktyvumą (Chauvaux et al., 1997; Summers et al., 2003).

Rapsų nuėmimo metu netenkama iki 15% išauginto derliaus (Ma et al., 2012). Užtesus pjūtį, nuostoliai padidėja iki 20% (Špokas et al., 2004). Daugiausiai sėklų iš ankštarėlių išbyra rapsams pasiekus visišką brandą (Zhu et al., 2012). Rapsų derliaus nuėmimo metu ankštarėles nulaužo, jas kulia per žemai nuleisti ir per dideliu dažniu sukami javų kombainų lenktuvai arba pjaunamosios šonuose esantys pasyvieji skyrikliai. Dvidalgiai aktyvieji skyrikliai rapsų sėklų nuostolius sumažina kelis kartus (Domeika et al., 2008). Lauke išbyrėjusios rapsų sėklos sudygsta ir kitais metais pasėjus kitus augalus tampa piktžolėmis, su kuriomis kovoti reikalingos papildomos laiko ir finansinės sąnaudos. Iš ankštarų išbyrėjusios sėklos dirvoje gali prabūti iki 10 metų (Gulden et al., 2003).

Siekiant sumažinti natūralų sėklų išbyrėjimą iš ankštarų ir užtikrinti tolygesnį derliaus subrendimą, šiuolaikinėje žemdirbystės praktikoje taikomas derliaus nuėmimas pjaunant į pradalgės ir purškimas desikantais. Tačiau abu šie būdai didina savikainą, o antrasis ir neigiamą poveikį aplinkai bei mažina ūkininkavimo darbų

lankstumą (Kadkol, 2009). Be to, Lietuvoje rapsus guldyti į pradalgės, dėl kritulių gausos, yra rizikinga.

Rapsų sėklų byrėjimui iš ankštarėlių sumažinti mokslininkai kuria specialius preparatus – ankštarėlių sandariklius (angl. *anti-shatter agents* arba *pod sealants*). Dabartiniu metu rinkoje ankštarėlių sandariklių naudojama keletas preparatų: pinoleno grupės produktai *Aventrol*, *Pe-dagral*, *Agrovital*, *Spondam* ir *Pod-Ceal*, kurių pagrindas – di-1-p-mentenas (di-1p-menthene/ β -pinene dimmer + oligomers); latekso polimerų produktai *Iskay*, *Pod-Stik* ir *Elastiq*, kurių aktyvioji medžiaga – karboksilintas stireno-butadieno kopolimeras bei patentuotas produktas – depolimerizuota žemo tankio karboksilo metilo celiuliozė (Bohus et al., 2011). Pirmos grupės ankštarėlių sandarikliai *Aventrol*, *Pod-Ceal* ir kt. yra organinės kilmės terpenai, kurie reguliuoja drėgmės apytakos ciklą tarp ankštarėlių ir aplinkos. Antros grupės ankštarėlių sandarikliai *Iskay*, *Pod-Stik* ar *Elastiq* yra latekso polimerai, neįtakojantys drėgmės apytakai, keičia ankštarėlių fizikines savybes (Holzapfel, 2010).

Mokslo leidiniuose pateikiama tik keletas rapsų ankštarėlių sandariklių panaudojimo tyrimų rezultatų, tačiau jų įtaka derliaus išsaugojimo efektyvumui gana prieštaringa (Darginavičienė et al., 2011; Holzapfel, 2010; Kosteckas et al. 2009; Špokas and Steponavičius, 2014; Haile et al., 2014). Nustatyta, kad esant nepalankioms meteorologinėms sąlygoms, žieminių rapsų sėklų drėgnumui sumažėjus iki 25%, iš *Aventrol* tirpalo nupurkštų rapsų ankštarų išbyra mažiau sėklų negu iš nenupurkštų. Tačiau įvertinus išlaidas degalams, ankštarėlių sandarikliui, darbo užmokesčiui ir kt., pasėlių nupurškimas sandarikliu rekomenduotinas tik išimtiniais atvejais (Špokas and Steponavičius, 2014; Haile et al., 2014). Tyrimų rezultatų prieštaringumas sustiprina poreikį kūrimo ir ištyrimo produktų, kurie ankštarėles pilnai padengtų plona tampria apsaugine plėvele, ribojančia drėgmės patekimą į vidų, bet leidžiančia jai išgaruoti, o taip pat apsaugotų nuo ankštarėlių atsivėrimo ir derliaus praradimo.

Tyrimų tikslas – ištirti skirtingų rapsų ankštarėlių sandariklių įtaką sėklų nuostoliams ir atlikti ekonominę-technologinę sandariklių panaudojimo vertinimą.

Tyrimų metodika

Tyrimai buvo vykdyti 2014 metų vasarą Aleksandro Stulginskio universiteto Bandymų stotyje ir Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto Žemės ūkio mašinų technologinių procesų laboratorijoje. Bandymų stotyje tyrimams atlikti buvo pasirinktas žieminių rapsų linijinės veislės *Sunday 5* ha plotas.

Tyrimų laukas buvo suskirstytas į penkis atskirus laukelius, iš kurių keturi iki pjūties likus 16 dienų (2014.07.07) buvo nupurkšti skirtingais rapsų ankštarėlių sandarikliais: *Spodnam*, *Elastiq*, *Gripil* ir *Contact*. Vienas laukelis buvo paliktas kontrolei.

Kiekviename tyrimų laukelyje savaiminiams sėklų nuostoliams įvertinti buvo naudojami dešimt ($1,5 \times 0,10$ m) lovelių, išdėstytų rapsų pasėlyje ant dirvos paviršiaus. Kiekvieną dieną tuo pačiu metu iš lovelių buvo surenkamos sėklos, ir apskaičiuojami sėklų nuostoliai skirtinguose laukeliuose. Natūralūs rapsų sėklų nuostoliai (N , kg ha^{-1}) apskaičiuojami lygtimi 1:

$$N = \frac{TSM \cdot n}{100 \cdot A}, \quad (1)$$

TSM – tūkstančio rapsų sėklų masė, g,
 n – rapsų sėklų skaičius viename lovelyje, vnt.,
 A – lovelio plotas, m^2 , ($A=0,15 \text{ m}^2$).

Arba lygtimi 2:

$$N = \frac{10 \cdot m}{A}, \quad (2)$$

m – rapsų sėklų masė viename lovelyje, g.

Ėminiai rapsų biometriniai rodikliai nustatyti buvo imami įstrižai lauko penkiuose $0,25 \text{ m}^2$ apskaitiniuose ploteliuose. Juose esantys stiebai nupjaunami, rankomis išlukštenamos ankštaros. Sėklos pasveriamos, nustatomas jų drėgnis ir apskaičiuojamas vidutinis biologinis sėklų derlius bei 1000 sėklų masė (TSM).

Rapsų sėklų nuostoliai patiriami dėl kombaino lenktuvų poveikio derliaus nuėmimo metu buvo nustatomi pagamintu specialiu įrenginiu (1 pav.). Jis buvo pakabinamas traktoriaus gale. Lenktuvų lystės su prie jų pritvirtintais pirštais buvo sukamos hidrauliniu varikliu. Traktorius tyrimų metu važiuo atbuline eiga 4 km h^{-1} greičiu. Lenktuvų pirštų linijinio ir traktoriaus važiavimo greičių santykis (λ) buvo lygus 1,1. Lenktuvų stendas imitavo javų kombaino lenktuvų darbą. Rapsų sėklų nuostoliams įvertinti, kiekviename tyrimų laukelyje, ant dirvos paviršiaus buvo išdėstyta po aštuonis ($1,5 \times 0,10$ m) lovelius. Tyrimai atlikti pilnai subrendus rapsų sėkloms (2014.07.23). Tyrimai kartoti po 3 kartus. Apskaičiuoti aritmetiniai vidurkiai ir jų pasikliauties intervalai bei mažiausio patikimo skirtumo riba $R_{0,05}$, esant 95% tikimybei.



1 pav. Kombaino lenktuvų įrenginys rapsų sėklų nuostolių nustatymui
 Fig. 1. The device for investigation of rape seed loss due to reel of combine harvester

Ekonominiai rodikliai apskaičiuoti įvertinant išlaidas skirtas cheminiams preparatams įsigyti, technikos nuomai, degalams, darbo užmokesčiui. Šios išlaidos priskiriamos kintamųjų išlaidų kategorijai ir apskaičiuojamos taip:

$$I_k = I_m + I_t + I_d + I_u, \text{ € ha}^{-1} \quad (3)$$

I_m – išlaidos cheminiams preparatams, € ha^{-1} ,

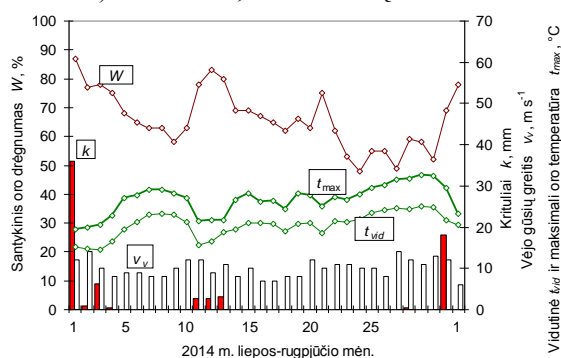
I_t – išlaidos technikos nuomai, € ha^{-1} ,

I_d – išlaidos degalams, € ha^{-1} ,

I_u – išlaidos darbo užmokesčiui be socialinio draudimo įmokų, € ha^{-1} .

Rezultatai ir aptarimas

2014 m. liepos mėnesį vidutinė aplinkos oro temperatūra siekė $20,6^\circ\text{C}$, santykinis oro drėgnis – 65,6%, vėjo gūsių greitis – $10,2 \text{ m s}^{-1}$, iškrito 70,7 mm kritulių (iš jų: 36,1 mm liepos 1 d., 18,2 mm – liepos 31 d.) (2 pav.). Meteorologinės sąlygos rapsų brendimui ir derliaus nuėmimui buvo ypač palankios, nes nuo ankštarėlių sandariklių išpurškimo (2014.07.07) iki derliaus nuėmimo (2014.07.23) iškrito tik 8,3 mm kritulių.

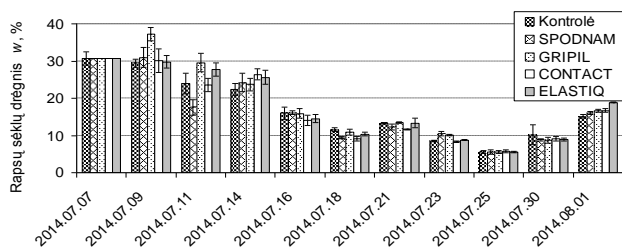


2 pav. Santykinio oro drėgnumo W , kritulių k , vėjo greičio v , ir oro temperatūros t dinamika

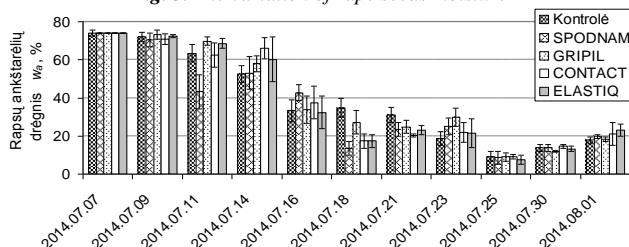
Fig. 2. The variation of air humidity W , precipitation k , wind speed v , and air temperature t

Žieminių rapsų *Sunday 1000* sėklų masė buvo $5,15 \pm 0,10$ g, biologinis derlius – $3,10 \text{ t ha}^{-1}$.

Rapsų sėklų (3 pav.) ir ankštarėlių (4 pav.) drėgnis ypač intensyviai pradėjo mažėti nuo liepos 16 d. Derliaus nuėmimo metu (2014.07.23) jų drėgnis pasiekė, atitinkamai, sėklų apie 6%, o ankštarėlių – apie 9%. Po liepos 31 d. kritulių rapsų drėgnis vėl šiek tiek padidėjo.

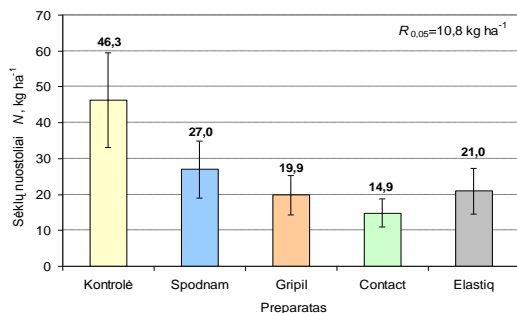


3 pav. Rapsų sėklų drėgnio dinamika
Fig. 3. The variation of rape seeds moisture



4 pav. Rapsų ankštarelių drėgnio dinamika
Fig. 4. The variation of rape pods moisture

Išanalizavus tyrimų laukuose patirtus natūralius rapsų sėklų byrėjimo nuostolius (5 pav.), galima daryti išvadą, kad cheminių preparatų panaudojimas turėjo teigiamos įtakos.



5 pav. Natūralūs rapsų sėklų išbyrėjimo nuostoliai 2014 m. liepos mėn. apdorojus skirtingais ankštarelių sandarikliais

Fig. 5. The influence of pod sealant type on shatter loss of rape seeds during July 2014

2 lentelė. Ekonominiai rodikliai
Table 2. Economical indicators

Purškimų sandarikliais variantai	Sėklų nuostoliai		Tame tarpe				Sėklų derlius, kg ha ⁻¹	Pajamos, € ha ⁻¹	Nuostolių sumažinimas lyginant su kontrole, € ha ⁻¹	Bendros išlaidos sandariklio panaudojimui, € ha ⁻¹	Pelningumas, € ha ⁻¹
	kg ha ⁻¹	%	Iki pjūties		Pjūties (lenktuvų)						
			kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	%					
Kontrolė	224,1	7,23	46,3	1,49	177,8	5,74	2875,9	916,21	0,00	-	-
Contact 0,2 l ha ⁻¹	55,7	1,80	14,9	0,48	40,8	1,32	3044,3	969,87	53,66	19,09	34,57
Gripil 0,65 l ha ⁻¹	160,0	5,16	19,9	0,64	140,2	4,52	2940,0	936,62	20,41	16,90	3,50
Spodnam 0,625 l ha ⁻¹	141,3	4,56	27,0	0,87	114,4	3,69	2958,7	942,59	26,37	18,39	7,98
Elastiq 0,5 l ha ⁻¹	123,8	3,99	21,0	0,68	102,8	3,32	2976,2	948,17	31,96	22,94	9,02

Išvados

1. Didžiausi rapsų sėklų nuostoliai, tiek natūralūs, tiek ir dėl kombaino lenktuvų poveikio, buvo kontroliniuose laukuose, mažiausi – Contact preparatu apdorotuose (beveik 4 kartus mažesni nei kontroliniuose).

2. Preparatais Spodnam, Gripil ir Elastiq apdorotų rapsų sėklų nuostoliai buvo panašūs (svyravo 4–5%

Didžiausi sėklų nuostoliai (46,3 kg ha⁻¹) stebėti kontroliniame laukelyje, mažiausi – Contact preparatu apdorotuose rapsuose. Esminio skirtumo tarp preparatų Spodnam, Gripil ir Elastiq nenustatyta. Panaši tyrimų rezultatų tendencija gauta ir tiriant sėklų nuostolius patiriamus dėl kombaino lenktuvų poveikio.

Bendros išlaidos atskirų rapsų sandariklių panaudojimui skyrėsi nedaug (1 lentelė), įtakos turėjo tik sandariklio įsigijimo kaina.

1 lentelė. Išlaidų rodikliai
Table 1. Costs indicators

Rodikliai	Matavimo vnt.	Sandariklių rūšys			
		Contact	Gripil	Spodnam	Elastiq
Sandariklio kaina	€ ha ⁻¹	14,72	13,23	15,42	19,27
Technikos nuomos kaina	€ h ⁻¹ € ha ⁻¹	17,38 1,74	17,38 1,74	17,38 1,74	17,38 1,74
Degalų išlaidos	€ ha ⁻¹	1,50	1,50	1,50	1,50
Darbo užmokestis	€ h ⁻¹ € ha ⁻¹	4,34 0,43	4,34 0,43	4,34 0,43	4,34 0,43
Bendros išlaidos	€ ha ⁻¹	19,09	16,90	18,39	22,94

Atliekant ekonominių rodiklių skaičiavimus buvo įvertintas biologinis sėklų derlius (Q=3100 kg ha⁻¹) prie 9 % rapsų sėklų drėgnumo; rapsų sėklų 1000 kg supirkimo kaina 2014 m (1100 Lt/318,58 €) ir pajamos (987,60 € ha⁻¹). Įvertinus rapsų sėklų nuostolius (natūralius ir pjūties) bei patirtas išlaidas sandariklių panaudojimui apskaičiuotas sandariklių panaudojimo efektyvumas išreikštas papildomomis pajamomis. Nupurškus rapsus preparatu Elastiq gaunamos papildomos (9,02 € ha⁻¹) pajamos dėl patiriamų mažesnių nuostolių, o preparatu Contact – beveik 3,5 karto didesnės (34,57 € ha⁻¹).

ribose), tačiau, lyginant su kontrole, jie buvo apie 35% mažesni.

3. Rapsus nupurškus preparatu Elastiq gaunamos papildomos (9,02 € ha⁻¹) pajamos, o preparatu Contact – apie 3,5 karto didesnės.

Literatūra

- BOHUS P., DI MODUGNO R., CHIAVACCI D., FLORIDI G., LI BASSI G. *Pod sealing method*. International patent publication number WO 2011/147721 A1. World Intellectual Property Organization. 2011. 11 p.
- CHAUVAUX N., CHILD R., JOHN K., ULVSKOV P., BORKHARDT B., PRINSEN E., Van ONCKELEN H.A. The role of auxin in cell separation in the dehiscence zone of oilseed rape pods. *Journal of Experimental Botany*. 1997. Vol. 48, p. 1423–1429.
- DARGINAVIČIENĖ J., NOVICKIENĖ L., GAVELIENĖ V., JURKONIENĖ S., KAZLAUSKIENĖ D. Ethephon and Avenol as tools to enhance spring rape productivity. *Central European Journal of Biology*. 2011. Vol. 6 (4), p. 606–615.
- DOMEIKA R., JASINSKAS A., STEPONAVIČIUS D., VAICIUKEVIČIUS E., BUTKUS V. The estimation methods of oil seed rape harvesting losses. *Agronomy Research*. 2008. Vol. 6, p. 191–198.
- GULDEN R. H., SHIRTLIFFE S. J., THOMAS A. G. Harvest losses of canola (*Brassica napus*) cause large seedbank inputs. *Weed Science*. 2003. Vol. 51, p. 83–86.
- HAILE T. A., HOLZAPFEL C. B., SHIRTLIFFE S. J. Canola Genotypes and Harvest Methods Affect Seedbank Addition. *Agronomy Journal*. 2014. Vol. 106, Iss. 1, p. 236–242.
- HOLZAPFEL C., VERA C., PHELPS S., NYBO B. *Evaluating the effectiveness of pod-sealants for reducing shattering losses in several cultivars of direct-combined canola: final project report for the Saskatchewan canola development commission*. 2010, 30 p.
- HOSSAIN S., KADKOL G. P., RAMAN R., SALISBURY P. A., RAMAN H. Breeding *Brassica napus* for shatter resistance. In: Abdurakhmonov I. (ed.) *Plant breeding*. 2012, pp. 313–332.
- KADKOL G. P. Brassica shatter-resistance research update. In: *Proceedings of the 16th Australian Research Assembly on Brassicas Conference*. Ballarat Victoria. 14–16 September 2009, pp. 104–109.
- KOSTECKAS R., LIAKAS V., ŠIULIAUSKAS A., RAUCKIS V., LIAKIENĖ E., JAKIENĖ E. Effect of Pinolen on winter rape seed losses in relation to maturity. *Agronomy Research*. 2009. Vol. 7 (1), p. 347–354.
- MA N., ZHANG C.-L., LI J., ZHANG M.-H., CHENG Y.-G., LI G.-M., ZHANG S. Mechanical harvesting effects on seed yield loss, quality traits and profitability of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Integrative Agriculture*. 2012. Vol. 11(8), p. 1297–1304.
- SUMMERS J. E., BRUCE D. M., VANCANNEYT G., REDIG P., WERNER C. P., MORGAN C., CHILDRICH R. D. Pod shatter resistance in the resynthesized *Brassica napus* line DK142. *The Journal of Agricultural Science, Cambridge*. 2003. Vol. 140, Issue 1, p. 43–52.
- ŠPOKAS L., STEPONAVIČIUS D. Evaluating the effectiveness of pinolene based pod sealant for reducing shattering losses in several cultivars of rape (*Brassica napus* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2014. Vol. 20, Nr. 2, p. 310–320.
- ŠPOKAS L., VELIČKA R., MARCINKEVICIENĖ A., DOMEIKA R. Optimierung des Erntezeitpunktes von Sommererbsen durch die Sortenwahl. *Die Bodenkultur*. 2004. Vol. 55, No. 3, p. 113–120.
- ZHU Y. M., LI Y. D., COLBACH N., MA K. P., WEI W., MI X. C. Seed losses at harvest and seed persistence of oilseed rape (*Brassica napus*) in different cultural conditions in Chinese farming systems. *Weed research*. 2012. Vol. 52, p. 317–327.

Simona Gentvainytė, Laimis Bauša, Rasa Čingienė, Rolandas Domeika, Ernestas Zaleckas, Dainius Steponavičius

The economical-technological evaluation of rape pod sealants

Summary

Oilseed rape yield losses primarily due to natural physiological processes occurring in plants. Once the plant matures natural oilseed rape pods opening causes by ethylene and auxin, which occurring by biochemical processes and causes the activity of enzymes. The second reason of oilseed rape pods opening is related to the common variation of meteorological conditions before harvest. Changes of humidity and temperature cause to open oilseed rape pods prematurely. The third reason - uneven rape maturation. One of the way to reduce rape seeds falling from pods is to use the special preparations – the spray of oilseed rape pods sealants 2-3 weeks before harvest. At present, the most widely used two products: pinolene group of products based on di-1-p-menthene and latex polymer preparations. Oilseed rape pods sealants are under development and improvement still. One of the directions for improvement is the reduction surface tension of sealant solutions and assurance of elastic thin film formation on pods. New generation sealant Contact shows these characteristics. In this work was carried out complex technological-economic study of oilseed rape pods sealants *Spodnam*, *Elastiq*, *Gripil* and *Contact* by assessing the natural (spontaneous) canola seeds losses and losses incurred due to the combine effects by harvesting. It was found out that by using the first three rape pods sealants rape seed losses can be reduce about 35%. After the evaluation of the total cost of the sealants usage found out that it is possible to save 9.02 € ha⁻¹ by spraying *Elastiq* preparation, and about 3.5 times bigger amount by using *Contact*.

Rape, seed loss, pod sealants

Gauta 2015 m. kovo mėn., atiduota spaudai 2015 m. balandžio mėn.

Simona GENTVAINYTĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto magistrantė. Adresas: Studentų g. 15B, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 681) 91 734, el. paštas: s.gentvainyte@gmail.com

Simona GENTVAINYTĖ. Master student (Eng.), Aleksandras Stulginskis University, Institute of Agricultural Engineering and Safety. Address: Studentų 15B, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370 681) 91 734, e-mail: s.gentvainyte@gmail.com

Laimis BAUŠA. Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto technologijos mokslų doktorantas. Adresas: Studentų g. 15A, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 670) 25 414, el. paštas: laimisbausa@gmail.com

Laimis BAUŠA. PhD student, Aleksandras Stulginskis University, Institute of Agricultural Engineering and Safety. Address: Studentų 15A, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370 670) 25 414, e-mail: laimisbausa@gmail.com

Rasa ČINGIENĖ. Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto technologijos mokslų daktarė, docentė. Adresas: Studentų g. 15B, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 23 76, el. paštas: Rasa.Cingiene@asu.lt

Rasa ČINGIENĖ. Assoc. prof., Dr. Eng. Aleksandras Stulginskis University, Institute of Agricultural Engineering and Safety. Address: Studentų 15B, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370 37) 75 23 76, e-mail: Rasa.Cingiene@asu.lt

Rolandas DOMEIKA. Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto technologijos mokslų daktaras, docentas. Adresas: Studentų g. 15A, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 687) 83 458, el. paštas: Rolandas.Domeika@asu.lt

Rolandas DOMEIKA. Assoc. prof., Dr. Eng. Aleksandras Stulginskis University, Institute of Agricultural Engineering and Safety. Address: Studentų 15A, LT-53361 Akademija, Kaunas distr. Tel (+370 687) 83 458, e-mail: Rolandas.Domeika@asu.lt

Ernestas ZALECKAS. Aleksandro Stulginskio universitetas, Aplinkos institutas, Aplinkotyros laboratorija, mokslo darbuotojas. Adresas: Universiteto g. 11, LT-53361 Akademija, Kauno raj. Tel. (8 37) 75 22 15, el. paštas: ernestas.zaleckas@gmail.com

Ernestas ZALECKAS. Researcher of the Laboratory of Environmental Research, Institute of Environment, Aleksandras Stulginskis University. Address: Studentų 11, Akademija, Kaunas district LT-53361. Tel. (8-37) 75 22 15. E-mail: ernestas.zaleckas@gmail.com

Dainius STEPONAVIČIUS. Aleksandro Stulginskio universiteto Žemės ūkio inžinerijos ir saugos instituto technologijos mokslų daktaras, profesorius. Adresas: Studentų 15A, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 674) 27 721, el. paštas: Dainius.Steponavicius@asu.lt

Dainius STEPONAVIČIUS. Prof., Dr. Eng., Aleksandras Stulginskis University, Institute of Agricultural Engineering and Safety. Address: Studentų 15A, LT-53361 Akademija, Kauno r. Tel. (8 674) 27 721, e-mail: Dainius.Steponavicius@asu.lt