
Rapsų (*Brassica napus*) sėklų ir išspaudų pašarinę vertę veikiančios medžiagos

Jolanta Šeškevičienė

Lietuvos veterinarijos akademija,
Tilžės g. 18,
LT-3022 Kaunas

Sabina Mikulionienė

Lietuvos žemės ūkio universitetas,
Studentų g. 11,
LT-4324 Kaunas-Akademija

Ilona Jonuškienė

Kauno technologijos universitetas,
Radvilėnų pl. 19,
LT-3028 Kaunas

Heinz Jeroch

Halès-Vitenbergo Martino Liuterio
universiteto Mitybos mokslų institutas,
D-06099 Halle/Saale

Tirti pašarinę vertę veikiančių medžiagų kiekiai rapsų sėklose ir jų išspaudose. Analizuota 11 vasarinių veislių ir 7 žieminių veislių rapsai, išauginti Lietuvos bandymų stotyse. Vasariniuose rapsuose nustatytas didesnis baltymų kiekis nei žieminiuose rapsuose, bet mažesnis ląstelienos NDF frakcijos bei riebalų kiekis. Maisto medžiagų kiekiai tirtose rapsų išspaudose kito dėl skirtingo aliejaus išspaudimo iš rapsų sėklų laipsnio. Rapsų aliejaus sudėtyje daug nepakeičiamųjų riebalų rūgščių (linolio rūgšties – 21,5%; linoleno rūgšties – 10,6%). Fiziologiniu požiūriu omega-6 ir omega-3 riebalų rūgščių santykis rapsuose optimalus nei sojos ir saulėgrąžų aliejuje. Rapsų baltymuose, palyginti su soja, yra mažiau lizino (5,8%), bet daugiau metionino (2,0%), metionino + cistino (4,7%) bei treonino (4,7%), o, palyginti su saulėgrąžomis, daugiau lizino bei treonino yra rapsuose. Gliukozinolatų (GZL) kiekis abiejų tipų rapsų atskiruose bandiniuose labai įvairavo: vasarinių – 5–22 μmol/g (91% SM) ir žieminių – 6–17 μmol/g (91% SM); o rapsų išspaudose skyrėsi 4,3–15,7 μmol/g (91% SM). Šiuos duomenis reikia toliau tirti, nes dideli GZL kiekio rapsų išspaudose svyravimai riboja jų naudojimą kiaulių ir paukščių racionuose dėl galimo produktyvumo sumažėjimo. Dėl šios priežasties būtina ir selekcijos būdu gerokai sumažinti GZL koncentraciją rapsų sėklose.

Raktažodžiai: rapsų sėklos, rapsų išspaudos, maisto medžiagos, gliukozinolatai

IVADAS

Rapsai yra pagrindinis aliejinis augalas Lietuvoje. 2000 m. rapsų auginta 55500 ha, vyravo vasariniai rapsai (50100 ha) [11]. Pirmiausia rapsai auginami dėl iš jų išspaudžiamo aliejaus, kuris yra visavertis žmonių maisto produktas. Be plataus rapsų aliejaus panaudojimo techniniams reikalams (biodyzelinui, tepalų ir hidraulinių aliejų gamybai, pagalbinei medžiagai aliejų chemijos pramonėje), rapsai yra vertingas gyvulių pašaras. Lietuvoje perdirbant rapsus aliejaus gavybos procese lieka šalutinis produktas –

rapsų išspaudos, kurios yra svarbiausias vietinis baltyminis pašaras, galintis pakeisti importuojamus sojos bei saulėgrąžų rupinius.

Devintojo dešimtmečio pradžioje Lietuvoje pradėtos auginti 00 rapsų veislės. Šių veislių rapsų sėklos, palyginti su tradicinėmis rapsų veislėmis, turi mažai eruko rūgšties ir nedaug gliukozinolatų. Išspaudus iš rapsų sėklų aliejų, rapsų išspaudose padidėja gliukozinolatų koncentracija. Dėl neigiamo gliukozinolatų poveikio skydliaukės veiklai [6] rapsų išspaudos paukščiams lesinti ir kiaulėms šerti panaudojamos ribotai [9, 17]. Rapsų sėklos turi santykinai

daug ląstelienos dėl reliatyviai didelės lukšto dalies. Ši maisto medžiagų frakcija neigiamai veikia rapsų išspaudų maisto medžiagų virškinamumą, energinę pašarų vertę kiaulėms ir paukščiams [7, 10].

Rapsų sudėtinių medžiagų kiekiai priklauso nuo rapsų veislės ir įvairuoja dėl oro sąlygų augimo metu, tręšimo, perdirbimo technologijos (rapsų išspaudos) [2, 10, 15]. Duomenys apie vietinių rapsų sėklų bei rapsų išspaudų cheminę sudėtį yra svarbūs sudarant gyvulių šėrimo racionus. Šiame straipsnyje pateikiami pirminių tyrimų šia tema rezultatai.

TYRIMŲ SĄLYGOS IR METODAI

Tirta Lietuvos bandymų stotyse išaugintų vasarinių (11 veislių: *Ainica, Auksiai, Bolero, Kauniai, Lisora, Marinka, Maskot, Sauliai, Sponsor, Star, Vasariai*) ir žieminių (7 veislių: *Accord, Apex, Atila, Casino, Kasimir, Libea, Valesca*) rapsų sėklų bei Lietuvoje pagamintų rapsų išspaudų cheminę sudėtį. Pagrindinių maisto medžiagų kiekiai nustatyti Wender'io analize [14], ląstelienos sudėtinių dalių kiekiai – detergentiniu metodu [4], aminorūgščių kiekiai – jonų mainų chromatografijos [14], gliukozinolatų kiekiai – aukšto slėgio skysčių chromatografijos [3], riebalų rūgščių kiekiai – dujinės chromatografijos metodais [14]. Šie tyrimai atlikti Lietuvos žemės ūkio universiteto Agronominių ir zootechninių analizių TEM-PUS laboratorijoje, Halės-Vitenbergo universiteto Mitybos mokslų institute, Poznanės žemės ūkio institute ir Meklemburgo-Forpomerno žemės ūkio tyrimų institute.

Laboratorinių tyrimų duomenys statistiškai įvertinti t-testu programa Statistica for Windows™ (STATSOFT INC., 1995). Šiame straipsnyje pateikiami atliktų tyrimų rezultatų vidurkiai (\bar{x}) bei vidurkio standartinis kvadratinis nuokrypis (s). Tirtų bandi-

nių skaičius (n) nurodytas pateikiant tyrimų rezultatus atitinkamose lentelėse.

TYRIMŲ REZULTATAI IR JŲ APITARIMAS

Vasarinių ir žieminių rapsų sėklų cheminė sudėtis pateikta 1 lentelėje. Palyginimui ši bei kitos lentelės taip pat informuoja apie literatūroje nurodytų Vokietijoje išaugintų žieminių rapsų sėklų cheminę sudėtį.

Kaip matyti 1 lentelėje, vasariniuose rapsuose, palyginti su žieminiams rapsams, yra daugiau baltymų ($p < 0,05$) ir mažiau ląstelienos NDF frakcijos ($p > 0,05$) bei riebalų ($p > 0,05$). Literatūroje pateikti duomenys apie Vokietijoje išaugintų žieminių rapsų sėklų maisto medžiagų kiekius yra artimi (ypač ląstelienos NDF frakcijos kiekiai) arba didesni (riebalų kiekiai) už Lietuvoje išaugintų žieminių rapsų sėklų tyrimų rezultatus.

Spaudžiant aliejų iš rapsų sėklų, priklausomai nuo aliejaus gavybos technologijos išspaudose lieka 10–20% riebalų. Didelis riebalų kiekio sumažėjimas, palyginti su rapsų sėklomis, yra baltymų ir ląstelienos kiekio padidėjimo rapsų išspaudose priežastis. Tirtuose rapsų išspaudų bandiniuose ($n = 6$) maisto medžiagų kiekiai yra labai skirtingi: baltymų 23,8–41,9% SM; riebalų 11,8–25,0% SM; NDF 25,2–36,5% SM. Rapsų išspaudose yra santykinai daug ląstelienos, kuri mažina pašarų virškinamumą ir energinę pašarų vertę monogastriniams gyvūnams. Rapsų veislės su mažesne lukšto dalimi [13] bei mechaniškas sėklų nulukštenimas prieš spaudžiant aliejų [10] – tai du pagrindiniai būdai ląstelienos kiekiui rapsų išspaudose sumažinti. Dėl to padidėja baltymų, riebalų ir energijos kiekis, palyginti su nelukštentų rapsų sėklų išspaudomis [7].

1 lentelė. Vasarinių (VR) ir žieminių (ŽR) rapsų sėklų cheminė sudėtis					
Šaltinis	Cheminė sudėtis % SM				
	rapsų tipas	pelenai	baltymai	riebalai	NDF
\bar{x}	VR	4,4 ^a	26,5 ^a	38,7 ^a	14,4 ^a ($n = 4$)
s	($n = 3$)	0,1	0,4	1,5	1,4
Lietuvoje išaugintų rapsų tyrimų rezultatai ¹	ŽR	4,3 ^a	20,9 ^b	41,1 ^a	16,5 ^a ($n = 8$)
\bar{x}	($n = 5$)	0,2	1,0	3,0	1,7
s	ŽR	3,9	19,8	49,5	16,4
Kracht su bendr. [10]	ŽR	4,5	22,7	44,4	– ²
Aiple [1]					

¹ Toliau lentelėse „tyrimų rezultatai“.
² Nenurodyta.
 VR – vasariniai rapsai (ir 2–4 lentelėse).
 ŽR – žieminiai rapsai (ir 2–4 lentelėse).
 NDF – neutraliais tirpalais išplauta ląsteliena.
^{a, b} Duomenų su skirtingomis raidėmis skirtumai tarp eilučių yra statistiškai patikimi ($p < 0,05$).

00 rapsų riebalus apibūdina didelis oleino rūgšties kiekis ir po to sekančios mažėjančių kiekių nesočiosios riebalų rūgštys – linolio ir linoleno (2 lentelė); eruko rūgšties kiekis yra mažiausias, palyginti su aliejumi iš senųjų veislių rapsų. Fiziologiniu požiūriu omega-6 ir omega-3 riebalų rūgščių rapsų aliejuje santykis yra artimas optimaliam [5], todėl rapsų aliejus yra ne tik vertingas žmonių maisto produktas, bet ir vartotinas kaip pašarų papildas, praturtinant gyvulinius produktus nepakeičiamosiomis riebalų rūgštimis (pvz., kiaušinius [8]). Šių rūgščių santykis sojos (20:1) bei saulėgrąžų (143:1) aliejuje [5] yra kur kas didesnis.

Svarbus parametras, apibūdinantis pašarų baltymų vertę monogastriniams gyvūnams, yra aminorūgščių sudėtis. Rapsų baltymų aminorūgščių sudėtis yra santykinai palanki (3 lentelė). Rapsų sėklų baltymuose, palyginti su sojos baltymais [6], lizino yra mažiau, bet gerokai daugiau sierą turinčių aminorūgščių, o, priešingai saulėgrąžoms [6], rapsų baltymuose yra kur kas didesnis lizino bei treonino kiekis. Aminorūgščių sudėtis rapsų sėklų baltymuose atitinka ir aliejaus pramonės šalutinių produktų (tarp jų ir rapsų išspaudų) baltymų aminorūgščių sudėtį.

Pagrindinės pašarinę vertę mažinančios medžiagos rapsų sėklose ir jų perdirbimo produktuose yra gliukozinolatai (GZL). Rapsų selekcijos metu itin sumažintas GZL kiekis, tačiau fiziologiniu požiūriu pagal tinkamumą monogastriniams gyvūnams 00 rapsų sėklose esanti GZL koncentracija yra per didelė. Gliukozinolatų kiekis Lietuvoje ir Vokietijoje išaugintų rapsų sėklose pateikiamas 4 lentelėje.

Šaltinis	Rapsų tipas	Bendras GZL kiekis (min.–maks.) $\mu\text{mol/g}$ (91% SM)
Tyrimų rezultatai	VR ($n = 15$)	12,8 ^a (5,4–22,4)
	ŽR ($n = 8$)	10,5 ^a (6,0–17,4)
Schumann ir Schulz [16]	ŽR ($n = 232$)	12,8 (8–33)

^a Duomenų skirtumai tarp eilučių statistiškai nepatikimi ($p > 0,05$).

Vidutinės GZL kiekio vertės tirtuose rapsų sėklų bandiniuose nėra didesnis už ES leistinas vertes (18 $\mu\text{mol/g}$), tačiau reikia atkreipti dėmesį į didelius GZL kiekio skirtumus ir tarp žieminių, ir tarp vasarinių rapsų veislių (genetinė variacija). Ištyrus daug Vokietijoje išaugintų žieminių veislių rapsų bandinių [16], nukrypimai nuo vidurkio yra dar didesni.

Išspaudus aliejų iš rapsų sėklų, rapsų išspaudose GZL koncentracija padidėja. Šis dydis priklauso nuo riebalų likučio išspaudose. Keliuose tirtuose rapsų išspaudų bandiniuose ($n = 3$) GZL kiekis labai skiriasi (nuo 4,3 iki 15,7 $\mu\text{mol/g}$, 91% SM). 1995–2000 m. Vokietijoje Schumann ir Schulz [16] atlikti 30 rapsų išspaudų bandinių, kurių GZL kiekis skyrėsi nuo 5 iki 30 $\mu\text{mol/g}$ (vidurkis 21,1 $\mu\text{mol/g}$), 91% SM, tyrimai. GZL kiekio rapsų išspaudose svyravimai dideli, todėl ribojamas jų panaudojimas kiaulių ir paukščių racionuose dėl galimo produktyvumo su-

2 lentelė. Rapsų aliejaus, gauto iš senųjų ir 0 bei 00 veislių rapsų sėklų, riebalų rūgščių sudėtis

Šaltinis	Riebalų rūgštis % riebaluose							
	palmitino C 16:0	stearino C 18:0	oleino C 18:1	linolio C 18:2	linoleno C 18:3	eikozeno C 20:1	eruko C 22:1	
<i>Senųjų veislių rapsai:</i>								
Lühs [12]	ŽR	3	1	11	12	9	8	52
<i>0 ir 00 veislių rapsai:</i>								
VR tyrimų rezultatai \bar{x} ($n = 11$)		4,6	0,0	60,9	21,5	10,6	1,9	0,5
	<i>s</i>	0,2		2,0	1,4	0,6	0,9	0,7
Lühs [12]	ŽR	4	2	60	21	10	1	1

3 lentelė. Rapsų baltymų aminorūgščių sudėtis

Produktas	Aminorūgščių sudėtis % baltymuose					
	lizinas	metioninas	Met + Cis	treoninas	triptofanas	
<i>Rapsų sėklos</i>						
VR tyrimų rezultatai ($n = 2$)		5,8	2,0	4,7	4,6	1,4
Degussa lentelės [6]		5,8	2,1	4,8	4,5	1,3
<i>Rapsų išspaudos</i>						
Tyrimų rezultatai ($n = 2$)		5,8	2,1	4,5	4,4	1,2

mažėjimo, esant didelei GZL koncentracijai rapsų išspaudose. Dėl šios priežasties reikia tolimesnių tyrimų bei būtina selekcijos būdu gerokai sumažinti GZL koncentraciją rapsų sėklose. Tokie genotipai jau auginami Kanadoje [2].

IŠVADOS

Gauti rapsų sėklų ir rapsų išspaudų cheminės sudėties tyrimų rezultatai sąlygoja tolimesnius vietinių rapsų produktų tyrimus, kurių pagrindinis tikslas – nustatyti gliukozinolatų ir ląstelių sudedamųjų dalių kiekius. Nuo šių medžiagų kiekių priklauso rapsų išspaudų panaudojimo kombinuotųjų mišinių monogastriniams gyvūnams gamyboje galimybės.

Gauta
2002 02 24

Literatūra

1. Aiple K.-P. Futterwerttabelle für die Geflügelfütterung // Jahrbuch für die Geflügelwirtschaft. 2001. S. 128–135.
2. Campbell L. D., Smolinski B. A., Falk K. C., Wang Y. Low-glucosinolate canola in laying hen diets // Proceedings 10th International Rapeseed Congress. Canberra, Australia, 1999. CD.
3. EU-Methodenvorschrift: Bestimmung des Ölsaaten-glucosinolatgehaltes durch HPLC / Anhang VIII der Verordnung (EWG). Nr. 1864/90 vom 29.6.90. Amtsblatt Nr. 2170 vom 3.7.90. S. 28–34.
4. Goering H. K. and Van Soest P. J. Forage fibre analyse. USA Agriculture Handbook, 1970. P. 379–385.
5. Jahreis G. Rapsöl: Nicht allein hoher Ölsäuregehalt, sondern auch reich an Omega-3-Fettsäuren // Tagungsband zur Vortragsveranstaltung anlässlich des 10-jährigen Jubiläums der UFOP. Berlin, 2000. S. 35–39.
6. Jeroch H., Drochner W., Simon O. Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag, 1999. 554 S.
7. Jeroch H., Kracht W., Dänicke S. Feeding value of rape products and its improvement for broiler and laying hens // European Journal Lipid Science Technologie. 2001. Vol. 103. P. 7–11.
8. Jeroch H., Brettschneider J. G., Peter W., Šeškevičienė J., Prinz M. Verbesserung des Nährwertes von Hühnereiern durch Verfütterung von Futtermischungen mit Rapsöl an Legehennen // Veterinarija ir zootechnika. Kaunas, 2001. T. 16(38). P. 122–124.
9. Kracht W. Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Fütterung von Mastschweinen und Broilern // Schweine- und Geflügelernährung / 4. Tagung. Halle, 1996. S. 17–32.
10. Kracht W., Jeroch H., Keller Th. et al. Futterwert von Extraktionsschrot aus geschälter Rapssaat für Mastschweine, Ferkel, Broiler und Legehennen und von Rapsschalen für Schafe // UFOP-Schriften. Heft 10: Gesteigerter Futterwert durch Schälung von Rapssaat, 1998. S. 8–74.
11. Lietuvos statistikos metraštis / Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės. Vilnius, 2000. 612 p.
12. Lühs W. Entwicklung von Rapssorten mit verändertem Fettsäuremuster // Sonderdruck 25 Jahre Qualitätssaps, UFOP. Bonn, 2000. S. 22–26.
13. Lühs W., Baetzel R., Friedt W. Züchtung gelbsamiger Rapsformen // Raps. 2001. Bd. 19. S. 210–212.
14. Naumann C. und Basler R. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch. VDLUFA-Verlag, Darmstadt, 1993. Bd. III.
15. Schumann W. Wertbestimmende Inhaltsstoffe im Raps // Schweine- und Geflügelernährung / 4. Tagung. Halle, 1996. S. 1–18.
16. Schumann W. und Schulz R.-R. Entwicklung des Glucosinolatgehaltes in Raps-Handelspartien // Raps. 2000. Bd. 18. S. 202–205.
17. Weiß J. Einsatz von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen in der Schweinefütterung aus deutscher Sicht // Pirmoji Lietuvos-Vokietijos rapsų diena / Tarptautinė mokslinė-gamybinė konferencija. Kaunas-Akademija, 2001. P. 51–55.

Jolanta Šeškevičienė, Sabina Mikulionienė,
Ilona Jonuškienė, Heinz Jeroch

SUBSTANCES INFLUENCING THE NUTRITIVE VALUE OF RAPE (*BRASSICA NAPUS*) AND RAPESEED CAKE

S u m m a r y

Eleven 11 cultivars of summer rape and 7 cultivars of winter rape cultivated at experimental stations of Lithuania were analysed. Summer rape cultivars contain more protein, but lower amounts of neutral detergent fiber and fat than winter rape. Nutrient contents in rapeseed cake varied because of different oil-pressing methods used. Rapeseed oil contains many essential fatty acids (linol acid 21.5%, linolen acid 10.6%). The ratio of omega-6 and omega-3 fatty acids in rape oil are physiologically much more optimal than in soybean and sunflower oil. Rapeseed protein contains less lysine (5.8%) but more methionine (2.0%), methionine + cystine (4.7%) and threonine (4.7%) than soybean protein, and more lysine and threonine than sunflower protein. The content of glucosinolates (GCL) in individual samples of both rape types differed significantly greaching in summer rapeseed 5–22 μmol/g (91% DM) and in winter rapeseed 6–17 μmol/g (91% DM); in several rapeseed cake samples GCL quantity differed much (4.3–15.7 μmol/g, 91% DM). Such a wide fluctuation of GCL content in rapeseed cake so large limits its utilization in pig and poultry rations. The rapeseed breeders must decrease GCL concentration in rapeseed.

Key words: rape (*Brassica napus*), rapeseed cake, nutrient, glucosinolates

Йоланта Шешкявичене, Сабина Микуленене,
Илона Йонушкене, Гейнз Иерох

**ВЕЩЕСТВА, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОРМОВУЮ
ЦЕННОСТЬ СЕМЯН И ЖМЫХА РАПСА
(BRASSICA NAPUS)**

Резюме

Были исследованы выращенные на опытных станциях Литвы 11 сортов ярового и 7 сортов озимого рапса. Изучено содержание в них веществ, влияющих на кормовую ценность семян рапса и рапсового жмыха. По сравнению с озимым в яровом рапсе установлено большее количество белковых веществ, однако в нем меньше фракций NDF-клетчатки и жиров. Содержание питательных веществ в рапсовом жмыхе варьировало в зависимости от степени выжима семян. В составе рапсового масла много незаменимых жирных кислот (линолевая кислота – 21,5%; линоленовая кислота – 10,6%). В физиологическом отношении соотношение между омега-6 и

омега-3 жирными кислотами рапса оптимальнее по сравнению с жирными кислотами сои и подсолнуха. По количеству лизина (5,8%) белковые вещества рапса уступают сое, но превосходят ее по количеству метионина (2,0%), метионина + цистина (4,7%) и треонина (4,7%), а по количеству лизина и треонина – подсолнечник. Количество глюкозинолатов (GZL) в отдельных образцах рапса сильно варьировало: в озимом – 5–22 $\mu\text{mol/g}$, (91% СВ), и в яровом – 6–17 $\mu\text{mol/g}$, (91% СВ); а в рапсовом жмыхе различалось в пределах 4,3–15,7 $\mu\text{mol/g}$, (91% СВ). Эти данные требуют дальнейших исследований: сильное варьирование количества GZL ограничивает возможность применения рапса в рационах свиней и птицы из-за возможного снижения их продуктивности. Поэтому необходима и селекционная работа, направленная на понижение концентрации GZL в семенах рапса.

Ключевые слова: семена рапса (*Brassica napus*), рапсовый жмых, питательные вещества, глюкозинолаты