

Kinga Myszka¹, Danuta Boros¹, Aleksandra Piotrowska², Iwona Bartkowiak-Broda²

¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Radzików

² Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział w Poznaniu

Porównanie składu chemicznego śrut rzepakowych uzyskanych z rzepaku ozimego (*Brassica napus* L.) o zróżnicowanej barwie nasion

Comparison of chemical composition of rapeseed meals derived from winter rapeseed (*Brassica napus* L.) differing in colour of seeds

Słowa kluczowe: włókno pokarmowe, składniki włókna pokarmowego, linie rzepaku żółtonasienne i czarnonasienne, śruta rzepakowa

W pracy przedstawiono trzyletnie wyniki badań składu chemicznego śrut otrzymanych z 64 linii rzepaku ozimego o zróżnicowanej barwie nasion: 58 żółtonasiennych, 4 linii czarnonasienych oraz dwóch odmian Californium i Bojan. Linie żółtonasienne użyte do badań otrzymano w wyniku skrzyżowania spontanicznego mutanta o jasnej barwie okrywy nasiennej, znalezionej w materiałach hodowlanych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego, z linią rzepaku jarego segregującą pod względem zabarwienia nasion. Linia rzepaku jarego pochodziła z kolei ze skrzyżowania rzepaku z rzepikiem. Nasiona użyte w badaniach były wyprodukowane w latach 2006–2008 na tym samym polu i reprezentowały całą zmienność zabarwienia określonego w pięciostopniowej skali barwy w zakresie od 0 do 5 (0 – czarne, 5 – jasnożółte). Wyniki pokazały zależność składu chemicznego śruty od barwy nasion, z których została uzyskana w warunkach laboratoryjnych. Im bardziej żółta była śruta, tym mniej zawierała włókna pokarmowe, ligniny Klasona, a więcej białka, składników mineralnych i sacharozy.

Key words: dietary fibre, components of dietary fibre, yellow-seeded and black-seeded rapeseed lines, rapeseed meal

Chemical composition of rapeseed meals obtained from rapeseed lines of various colour of seeds (58 yellow-seeded, 4 black-seeded and cultivars Californium and Bojan) has been evaluated. Yellow-seeded lines derive from crosses of the spontaneous mutant of lighter seeds, found in breeding material of double low winter rapeseed, with segregating, spotted-seed-coat spring line, from previous cross of *B.napus* with *B.rapa*. Rapeseed seeds used in experiments were produced in the years 2006–2008 at the same field. Seeds varied in the degree of colour, which were rated on a five-point scale from 0 to 5 (0 – black, 5 – light yellow). The results showed that the chemical composition of meal is related to the colour of seeds. The more yellow colour of meal the lower was the content of dietary fibre, Klason lignin in it and increased content of protein, minerals and sucrose.

Wstęp

Rzepak jest najważniejszą rośliną oleistą uprawianą w Polsce. Produkcja krajowa rzepaku wykazuje stałą tendencję wzrostową i w ostatnim sześcioleciu była najszybciej rozwijającym się działem produkcji rolnej w Polsce (Bartkowiak-Broda 2002, Bartkowiak-Broda i in. 2011, Rosiak 2006). Trend wzrostowy produkcji nasion rzepaku ma bezpośredni związek z Dyrektywami Unii Europejskiej (2003/30/EC, 2009/30/WE), które nakładają na kraje członkowskie obowiązek zwiększania użycia energii odnawialnej w gospodarce narodowej. Aby sprostać wymogom tych dyrektyw udział biokomponentów w paliwach musi systematycznie wzrastać, z 5,75% w 2010 roku do 10% w 2020 roku. Dla osiągnięcia zakładanego wzrostu produkcji biopaliw areal uprawy rzepaku w naszym kraju powinien corocznie powiększać się o 80 tys. ha, przy jednoczesnym wzroście średniego poziomu plonowania z 2,8 t/ha w 2010 roku do 3,2 t/ha w 2020 roku (Kuś 2004). Usunięcie na drodze hodowlanej związków antyżywnościowych, takich jak kwas erukowy i glukozynolany (odmiany „00”), przyczyniło się do zwiększenia wykorzystania nasion rzepaku na cele żywnościowe, a mianowicie zwiększyła się produkcja i spożycie jadalnego oleju rzepakowego oraz równocześnie śruty i makucho jako źródła białka paszowego. W 2010 roku produkcja nasion rzepaku wyniosła ponad 2 mln ton (www.agroplony.pl). Uwzględniając prognozę rosnącego udziału biokomponentów w oleju napędowym i towarzyszący temu wzrost produkcji nasion rzepaku, można zakładać z dużym prawdopodobieństwem, iż w kolejnych latach będzie znacznie wzrastała ilość śruty rzepakowej do zagospodarowania na cele paszowe (Kuś 2004).

Nasiona rzepaku, składające się głównie z tłuszczu (średnio około 44%) oraz białka (średnio około 23%), są źródłem oleju o wysokiej jakości i wysokobiałkowej śruty poekstrakcyjnej. Białko rzepakowe charakteryzuje się bardzo dobrze zbilansowanym składem aminokwasowym o wysokiej wartości odżywczej, komplementarnym do składu aminokwasowego białka ziarna zbóż (Myszka i in. 2011a, Słominski i in. 1999). Według wielu autorów jego pełne wykorzystanie w żywieniu zwierząt jest ograniczone wysoką zawartością włókna pokarmowego i związków polifenolowych (Bell 1993, Buraczewska i in. 1998, Ochodzki i in. 1995a, b, Słominski i in. 1999, Smulikowska i in. 2008). Wysoka zawartość włókna pokarmowego obniża również energię metaboliczną poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (Bell 1993). Głównymi składnikami włókna są polisacharydy, takie jak celuloza i hemicelulozy (heterogenne polisacharydy zawierające cukry neutralne), lignina kwaśno-detergentowa, a także pektyny, w których skład wchodzi kwas uronowy (Bell 1993, Ochodzki i in. 1995a, Ochodzki i Piotrowska 1997, Słominski 1990). Ilość włókna pokarmowego w śrucie łączy się ściśle z grubością okrywy nasiennej i barwą nasion rzepaku (Bell i Shires 1982). Czarny kolor nasion pochodzi od polifenoli, głównie od polimerów leukocyjanidyn, które należą do grupy flawonoidów.

Natomiast żółta barwa nasion jest wynikiem znacznie cieńszej okrywy nasiennej i obniżenia w niej zawartości włókna pokarmowego, co w efekcie czyni ją transparentną, a żółte liścienie i zarodek widocznymi. Nasiona o jasnej barwie, w porównaniu z tradycyjnymi odmianami czarnonasiennymi, zawierają przede wszystkim mniejszą ilość frakcji ligninowej kwaśnego włókna detergentowego, a większą tłuszczu i białka (Hernacki 2007, Ochodzki i Piotrowska 1997). Jednocześnie wraz ze zmniejszeniem grubości okrywy nasiennej żółte nasiona rzepaku są mniej odporne na uszkodzenia mechaniczne, w porównaniu z nasionami czarnymi, co może być przyczyną strat w trakcie zbioru, przechowywania i procesu technologicznego (Ochodzki i Piotrowska 2002).

Celem pracy było poznanie zmienności zawartości składników odżywczych oraz włókna pokarmowego i jego głównych składników w śrucie otrzymanej z linii rzepaku o zróżnicowanej barwie nasion.

Material i metody

Materiał badawczy stanowiły nasiona i śruta 64 linii wsobnych rzepaku ozimego, w tym 58 linii żółtonasiennych i 4 linii czarnonasiennych oraz 2 odmian Californium i Bojan. Linie żółtonasienne otrzymano w Pracowni Genetyki i Hodowli Jakościowej IHAR – PIB Oddział w Poznaniu w wyniku skrzyżowania spontanicznego mutantu o jasnej barwie okrywy nasiennej, znalezionej w materiałach hodowlanych rzepaku ozimego podwójnie ulepszanego, z linią rzepaku jarego segregującą pod względem zabarwienia nasion (Piotrowska i in. 2000), a następnie chowu wsobnego, hodowli rekombinacyjnej i selekcji. Linia rzepaku jarego pochodziła ze skrzyżowania rzepaku z rzepikiem (Olsson 1960). Nasiona rzepaku użyte w badaniach były wyprodukowane w latach 2006–2008 na tym samym polu w Gospodarstwie Łagiewniki Spółki Hodowla Roślin Smolice – Grupa IHAR. Nasiona różniły się zabarwieniem oznaczonym w 5-stopniowej skali barwy w zakresie od 0 do 5 (0 – czarne, 5 – jasnożółte) przy użyciu spektrokolorymetru Colorflex. Oprócz barwy nasion oznaczono także masę tysiąca nasion (MTN) i zawartość tłuszczu surowego (IHAR-PIB, Oddział w Poznaniu). Śruta rzepakowa została uzyskana w warunkach laboratoryjnych po 2-godzinnej ekstrakcji nasion na gorąco n-heksanem w aparacie Soxhleta. W śrucie wykonano analizy suchej masy, białka, składników mineralnych, związków lipidowych oraz sacharozy, a także włókna pokarmowego ogółem wraz z jego poszczególnymi komponentami. Wszystkie analizy chemiczne wykonano metodami standardowymi wg AACC (2000). Zawartość azotu oznaczono metodą Kjeldahla na aparacie Kjeltex Auto Analyser, stosując współczynnik przeliczeniowy azotu na białko 6,25. Sumę składników mineralnych oznaczono grawimetrycznie na podstawie zawartości popiołu, po 5-godzinym spalaniu próby w piecu muflowym w temperaturze 550°C. Grawimetrycznie

oznaczono także lipidy ogółem po wyekstrahowaniu roztworem chloroformu, metanolu i kwasu solnego zmieszanych w proporcji 60 : 40 : 1 (v/v/v) (Marchello i in. 1971).

Włókno pokarmowe (DF) oznaczono metodą enzymatyczno-chemiczną, tzw. metodą uppsalską, według której włókno stanowi sumę nieskrobiowych polisacharydów, kwasów uronowych oraz ligniny Klasona (AACC 2000 — metoda nr 32-25, Theander i in. 1995). Zgodnie z aktualną unijną definicją DF do jego składników włączono także oligosacharydy (Boros i Åman 2010). Zawartość nieskrobiowych polisacharydów (NSP) oznaczono metodą chromatografii gazowej według Englysta i Cummingsa (1984) jako sumę cukrów: ramnozy, fruktozy, arabinozy, ksylozy, mannozy, galaktozy i glukozy. Uzyskane po hydrolizie polisacharydów kwasem siarkowym monomery ww. cukrów przekształcono w lotne pochodne octanu alditolu i oznaczono na chromatografie gazowej Autosystem XL, firmy Perkin Elmer, wyposażonym w autosampler, injektor ze splitem, detektor płomieniowo-jonizacyjny (FID) oraz kapilarną kolumnę kwarcową Rtx-225 o wymiarach 0,53 mm × 30 m. Kwasy uronowe analizowano metodą kolorymetryczną (Englyst i Cummings 1984), podczas gdy zawartość ligniny Klasona oznaczono grawimetrycznie według Theandera i in. (1995). Zawartość oligosacharydów i sacharozy oznaczono metodą chromatografii gazowej według Bach Knudsen i Li (1991) jako pochodne trimetylosylilowe rafinozy, stachiozy i sacharozy. Uzyskane wyniki przeliczono na suchą masę beztłuszczową (smbtł.).

Wyniki i dyskusja

Badane linie rzepaku ozimego pochodzące ze zbiorów w latach 2006–2008 odznaczały się żółtą barwą nasion, którą określono średnio na 3,9, przy czym najbardziej żółtą barwą nasion odznaczał się zestaw linii pochodzący ze zbioru w roku 2006 (tab. 1). Wykazano, iż nasiona linii o bardziej żółtej barwie są mniejsze od nasion linii rzepaków czarnonasiennych. Średnia masa tysiąca nasion (MTN) rzepaków żółtonasiennych i czarnonasiennych wynosiła odpowiednio 4,1 oraz 4,5 g. Zawartość lipidów ogółem dla nasion linii żółtonasiennych wyniosła 45,2%, a dla nasion linii i odmian o czarnej barwie 46,9%, przy czym połowa linii żółtonasiennych miała poziom lipidów przewyższający jego ilość w odmianach czarnonasiennych Californium (48,1%) oraz Bojan (45,9%), stanowiących odmiany wzorcowe odpowiednio w latach zbioru 2006–2007 oraz 2008. Średnia zawartość ligniny Klasona w nasionach linii żółtonasiennych wynosiła 1,6%, podczas gdy w liniach o nasionach czarnych stwierdzono 5,7%. Szukając zależności między cechami fizyko-chemicznymi nasion rzepaku stwierdzono wysoką ujemną korelację ($P \leq 0,01$) między kolorem nasion a zawartością ligniny Klasona ($r = -0,86$); im bardziej żółte były nasiona, tym niższa zawartość tego składnika (tab. 2 i rys. 1).

Tabela 1

Charakterystyka fizyko-chemiczna nasion rzepaku
Physico-chemical characteristics of rapeseed seeds

Rodzaj nasion <i>Type of seeds</i>	Rok zbioru <i>Harvest year</i>	Liczba linii <i>No of lines</i>	Kolor nasion <i>Colour of seeds</i>	Masa tysiąca nasion <i>Weight of thousand seeds</i> [g]	Lipidy ogółem <i>Total lipids</i> [%]	Lignina Klasona <i>Klason lignin</i> [%]
Nasiona żółte <i>Yellow seeds</i>	2006	19	4,4	3,9	45,6	0,7
	2007	20	3,5	3,5	43,5	1,6
	2008	19	3,7	4,8	46,5	2,3
Wartość średnia dla lat <i>Average for years</i>			3,9 ± 1,0	4,1 ± 0,7	45,2 ± 2,5	1,6 ± 1,1
Nasiona czarne <i>Black seeds</i>	2006	1	0,0	4,5	48,1	6,2
	2007	1	0,0	4,5	48,1	6,2
	2008	5	0,1	4,5	46,4	5,5
Wartość średnia dla lat <i>Average for years</i>			0,1 ± 0,2	4,5 ± 0,6	46,9 ± 1,1	5,7 ± 1,0
Wartość średnia dla składnika nasion <i>Average for seed component</i>			3,5	4,1	45,4	2,0

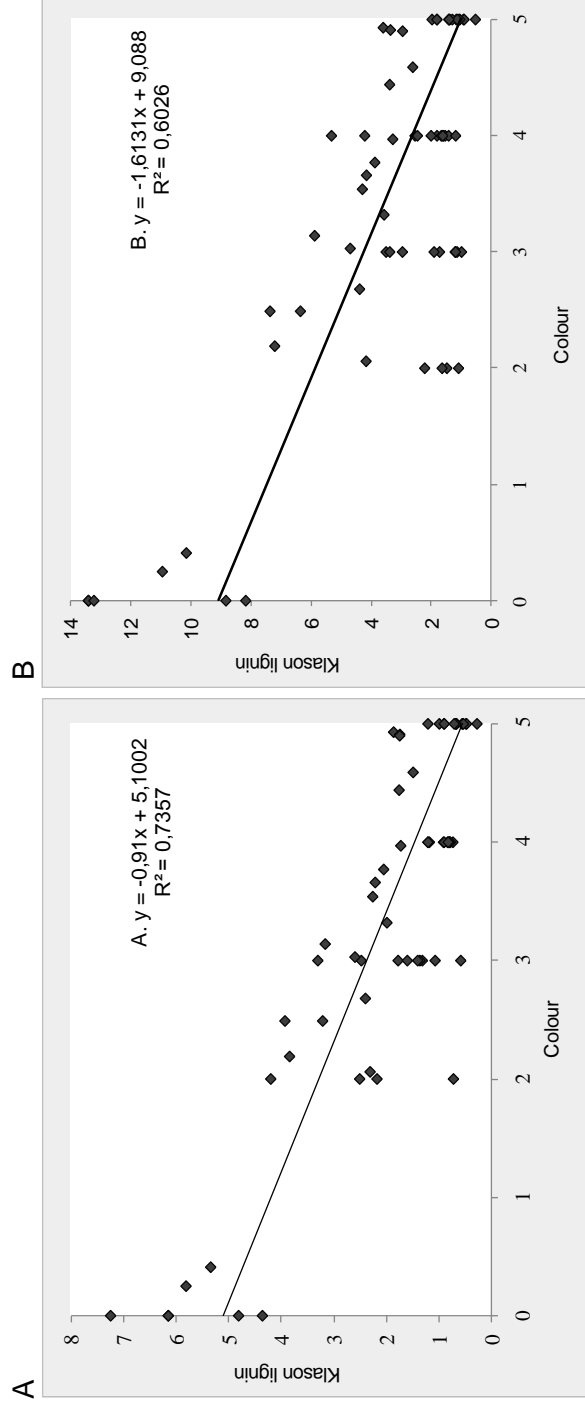
Tabela 2

Współczynniki korelacji liniowej Pearsona między badanymi cechami nasion rzepaku ozimego
Pearson linear correlation coefficients between analysed traits in seeds of winter rapeseed

	Kolor nasion <i>Colour of seeds</i>	Masa tysiąca nasion <i>Weight of thousand seeds</i>	Lignina Klasona <i>Klason lignin</i>	Lipidy ogółem <i>Total lipids</i>
Masa tysiąca nasion [g] <i>Weight of thousand seeds</i>	-0,280*			
Lignina Klasona <i>Klason Lignin</i>	-0,858**	0,367**		
Lipidy ogółem <i>Total lipids</i>	-0,174	0,407**	0,329**	
Białko — <i>Protein</i>	0,185	-0,363**	-0,327**	-0,747**

* — korelacja istotna przy $P \leq 0,05$ — *correlation significant at $P \leq 0,05$*

** — korelacja istotna przy $P \leq 0,01$ — *correlation significant at $P \leq 0,01$*



Rys. 1. Zależność między kolorem nasion rzepaku a zawartością ligniny Klasona w nasionach (A) i w śrucie uzyskanej z tych nasion (B)
Relationship between colour of rapeseeds and the content of Klason lignin in seeds (A) and meals (B) derived from these seeds.

Obliczone równanie regresji $y = -0,91x + 5,1002$ (gdzie x — wartość koloru oznaczona w skali 5-stopniowej) może być stosowane do szybkiego określenia przybliżonej zawartości ligniny w nasionach rzepaku, gdy oznaczanie barwy nasion jest rutynowo stosowane w pracach nad wyselekcjonowaniem najbardziej wartościowych linii żółtonasiennych. Z kolorem nasion powiązana była także MTN ($r = -0,28$), choć przy niższym ($P \leq 0,05$) prawdopodobieństwie. Masa nasion była ponadto istotnie ($P \leq 0,01$) powiązana z poziomem lipidów ($r = 0,40$) oraz ligniny Klasona ($r = 0,37$).

Porównując skład chemiczny śrut uzyskanych z nasion o różnej barwie stwierdzono, iż śruty uzyskane z rzepaku żółtonasiennego zawierały w beztłuszczowej suchej masie (smbtł.) średnio prawie 5 jednostek procentowych białka więcej (47,2 vs. 42,3%) — wartość wyższa o 11,6% w stosunku do wartości uzyskanej dla śrut czarnonasiennych (tab. 3). Śruty żółtonasienne charakteryzowały się ponadto wyższym poziomem składników mineralnych i sacharozy średnio o 11,6 i 9% w stosunku do wartości tych składników oznaczonych w śrutach o czarnej barwie nasion. Największe różnice w składzie chemicznym pomiędzy śrutami żółto- i czarnonasiennymi stwierdzono dla poziomu włókna pokarmowego (tab. 4). Śruta żółtonasienna zawierała blisko 27% mniej włókna pokarmowego niż śruta czarnonasienna (27,5 vs. 37,6%). Analizując zawartości poszczególnych komponentów włókna pokarmowego nie stwierdzono różnic w ilości NSP między śrutami z nasion o różnej barwie, średnia zawartość była na poziomie 18,3 i 18,2% odpowiednio w śrutach z nasion żółtych i czarnych. Zawartość oligosacharydów (1,3 vs. 1,9%) i kwasów uronowych (5,3 vs. 6,3%) była podobna, choć wyższe

Tabela 3

Zawartość składników odżywczych w badanych śrutach rzepakowych
Content of nutrients in rapeseed meals

Rodzaj śruty <i>Type of meal</i>	Rok zbioru <i>Harvest year</i>	Liczba linii <i>No of lines</i>	Białko <i>Protein</i>	Popiół <i>Ash</i>	Sacharoza <i>Sucrose</i>
			[% suchej masy beztłuszczowej — %fat free DM]		
Żółtonasienna <i>Yellow-seeded</i>	2006	19	46,7	8,2	10,5
	2007	20	49,3	8,9	8,7
	2008	19	45,5	8,4	9,7
Średnia dla lat — <i>Average for years</i>			47,2 ± 3,2	8,5 ± 0,5	9,6 ± 1,0
Czarnonasienna <i>Black-seeded</i>	2006	1	38,6	6,9	8,6
	2007	1	38,6	6,9	8,6
	2008	5	43,8	8,1	8,7
Średnia dla lat — <i>Average for years</i>			42,3 ± 3,8	7,8 ± 0,6	8,6 ± 0,8
Średnia dla składnika śruty <i>Average for meal component</i>			46,7	8,4	9,5

Tabela 4

Zawartość i skład włókna pokarmowego w badanych śrutach rzepakowych (% smbtł.)
Content and composition of dietary fibre in rapeseed meals (% fat free DM)

Rodzaj śruty <i>Type of meal</i>	Rok zbioru <i>Harvest year</i>	Liczba linii <i>No of lines</i>	NSP+oligocukry <i>NSP+oligo-saccharides</i>	Kwasy uronowe <i>Uronic acids</i>	Lignina Klasona <i>Klason lignin</i>	Włókno pokarmowe <i>Dietary fibre</i>
Żółtonasienna <i>Yellow-seeded</i>	2006	19	21,5	4,4	1,4	28,7
	2007	20	16,9	5,8	2,2	24,9
	2008	19	19,3	5,6	4,2	29,1
Średnia dla lat — <i>Average for years</i>			19,6 ± 2,8	5,3 ± 0,9	2,6 ± 1,6	27,5 ± 3,2
Czarnonasienna <i>Black-seeded</i>	2006	1	22,2	4,6	13,4	41,7
	2007	1	22,2	4,6	13,4	41,7
	2008	5	18,7	7,0	10,3	35,9
Średnia dla lat — <i>Average for years</i>			20,1 ± 3,1	6,3 ± 1,6	11,2 ± 2,2	37,6 ± 4,6
Średnia dla składnika włókna <i>Average for fibre component</i>			19,3	5,4	3,5	28,6

średnio wartości dla tych składników odnosiły się do śrut z nasion czarnych. Składnikiem w największym stopniu różnicującym oba rodzaje śruty pod względem zawartości włókna pokarmowego jest lignina Klasona. Śruty z żółtych nasion zawierały ponad 4-krotnie mniej ligniny Klasona niż śruty z czarnych nasion (2,6 vs. 11,2%). Potwierdzono wysoce istotną korelację ($P \leq 0,01$) pomiędzy zawartością ligniny w śrucie a barwą nasion rzepaku ($r = -0,78$) oraz zawartością białka ($r = -0,63$) (tab. 5). Zawartość białka w odtłuszczonych nasionach rzepaku była ponadto ujemnie skorelowana ($P \leq 0,01$) z zawartością włókna pokarmowego ($r = -0,86$), jak i z poszczególnymi jego składnikami, tj. z sumą NSP i oligosacharydów ($r = -0,56$), ligniną Klasona ($r = -0,63$) i kwasami uronowymi ($P \leq 0,05$) ($r = -0,30$).

Na zmiany w składzie chemicznym nasion żółtonasiennych linii rzepaku i uzyskanej z nich śruty poekstrakcyjnej zwrócili uwagę wcześniej Ochodzki i Piotrowska (1997, 2002) oraz Slominski i in. (1994), a także Simbaya i in. (1995). Autorzy ci wykazali, iż nasionom i śrucie z żółtonasiennych linii rzepaku towarzyszyły wyższa zawartość tłuszczu a niższa włókna, w tym głównie kwaśnej ligniny detergentowej (ADL), w porównaniu z zawartością tych składników w rzepaku o czarnej barwie. Wartości uzyskane w niniejszej pracy dla białka, składników mineralnych, sacharozy i włókna w nasionach oraz śrucie rzepakowej były zbliżone z wartościami uzyskanymi przez zespół kanadyjski (Slominski i in. 1994, 1999, Simbaya i in. 1995). Nie odnotowaliśmy jednakże kompensowania niższej zawartości ligniny w śrucie otrzymanej z nasion o żółtej barwie wzrostem zawartości

Tabela 5
Współczynniki korelacji liniowej Pearsona między zawartościami badanych składników w śrutach otrzymanych z rzepaku ozimego
Pearson linear correlation coefficients between analysed components in meals derived from winter rapeseed

Składnik <i>Component</i>	Kolor <i>Colour</i>	Białko <i>Protein</i>	Popiół <i>Ash</i>	Sacharoza <i>Sucrose</i>	NSP+oligocukry <i>NSP+oligosaccharides</i>	Kwasy uronowe <i>Uronic acids</i>	Lignina Klasona <i>Klason Lignin</i>
Białko — <i>Protein</i>	0,285*						
Popiół — <i>Ash</i>	0,255*	0,424**					
Sacharoza — <i>Sucrose</i>	0,465**	-0,272*	-0,213				
NSP+oligocukry <i>NSP+oligosaccharides</i>	0,192	-0,557**	-0,487**	0,593**			
Kwasy uronowe <i>Uronic acids</i>	-0,424**	-0,296*	0,144	-0,453**	-0,356**		
Lignina Klasona <i>Klason lignin</i>	-0,776**	-0,631**	-0,440**	-0,301*	-0,036	0,441**	
TDF — <i>TDF</i>	-0,506**	-0,857**	-0,584**	0,072	0,587**	0,295*	0,810**

NSP — nieskrobiowe polisacharydy — *non-starch polysaccharides*

TDF — włókno pokarmowe ogółem — *total dietary fibre*

nieskrobiowych polisacharydów czy kwasów uronowych, na co wskazywał w swojej pracy Słominski i in. (1994).

Wyniki niniejszych badań wykazały, iż śruta uzyskana z rzepaku ozimego żółtonasiennego (tzw. „000”) charakteryzuje się relatywnie podobnym do śruty otrzymanej z rzepaku czarnonasiennego poziomem głównych składników włókna pokarmowego takich jak nieskrobiowe polisacharydy i kwasy uronowe, przy znacznie obniżonej ilości ligniny Klasona. Fakt ten tłumaczy niejednoznaczne wyniki badań na zwierzętach, którym podawano mieszanki paszowe z udziałem śruty uzyskanej z żółtonasiennego rzepaku i śruty sojowej (Myszka i in. 2011a, b, Smulikowska i in. 2011, Słominski i in. 1999, 2011). W większości przypadków nie uzyskano spodziewanej poprawy wskaźników produkcyjnych zwierząt karmionych tymi mieszankami w porównaniu z grupą otrzymującą śrutę z czarnych nasion lub sojową, mimo znacznie obniżonej zawartości włókna w mieszance paszowej. Są jednakże doniesienia wskazujące na wyższą wartość żywieniową śrut rzepakowych uzyskanych z żółtonasiennego rzepaku dla drobiu (Słominski i in. 2011).

Wnioski

1. Śruty otrzymane z nasion linii żółtonasiennego rzepaku ozimego charakteryzują się znacznie obniżoną (o 27%) zawartością włókna pokarmowego w porównaniu ze śrutami otrzymanymi z rzepaku czarnonasiennego, przy czym różnica ta jest niemal wyłącznie wynikiem niższej zawartości (ponad 4-krotnie) ligniny Klasona.
2. Śruty pochodzące z nasion rzepaku o żółtej barwie są bogatym źródłem białka, składników mineralnych i sacharozy, których zawartość zwiększa się wraz z obniżeniem zawartości ligniny Klasona.

Literatura

- AACC. 2000. Approved Methods of the AACC. American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
- Bartkowiak-Broda I. 2002. Wzajemny związek postępu w agrotechnice i hodowli rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (1): 61-71.
- Bartkowiak-Broda I., Liersch A., Popławska W. 2011. Ulepszony rzepak ozimy. *Agrotechnika*, 7: 32- 36.
- Bach Knudsen K.E., Li B.W. 1991. Determination of oligosaccharides in protein-rich feedstuffs by gas-liquid chromatography and high-performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 39: 689-694.
- Bell J.M., Shires A. 1982. Composition and digestibility by pigs of hull fractions from rapeseed cultivars with yellow or brown seed coats. *Can. J. Anim. Sci.*, 62: 557-565.

- Bell J.M. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Can. J. Anim. Sci.*, 73: 679-697.
- Boros D., Aman P. 2010. Total dietary fibre. Chapter 13. In: *Healthgrain Methods. Analysis of Bioactive Components in Small Grain Cereals*. Ward J., Shewry P.R. (eds.). AACC, St Paul, MN, 167-176.
- Buraczewska L., Gdala J., Wasilewko J., Buraczewski S. 1998. Zawartość białka związanego z frakcją włókna (NDF) a strawność jelitowa u świń białka i aminokwasów pasz rzepakowych traktowanych termicznie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XIX (1): 175-186.
- Englyst H.N., Cummings J.H. 1984. Simplified method for measurement of total non-starch polysaccharides by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. *Analyst*, 109: 937-942.
- Hernacki B. 2007. Rzepak żółtonasienny – aktualny stan badań w skali światowej, problemy i zagadnienia. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVIII (1): 125-150.
- Kuś J. 2004. Prognozowane zmiany w zasiewach w świetle planowanego wzrostu powierzchni uprawy roślin na cele energetyczne. *Więś Jutra*, 3: 50-52.
- Marchello J.A., Dryden F.D., Hale, W.H. 1971. Bovine serum lipids. I. The influence of added animal fat on the ration. *Journal of Animal Science*, 32: 1008-1015.
- Myszka K., Boros D., Bartkowiak-Broda I. 2011a. Protein and amino acid digestibility of meals derived from two types of winter rapeseed differ in colour of seeds. *Proceedings 13th International Rapeseed Congress*, June 5-9, Prague, Czech Rep., 473-476. CD-ROM.
- Myszka K., Boros D., Bartkowiak-Broda I. 2011b. Skuteczność enzymów paszowych w żywieniu kurcząt brojlerów karmionych dietami z udziałem śrut rzepakowych uzyskanych z nasion o różnej barwie. *Abstrakty XXIII Międzynarodowego Sympozjum Drobiarskiego WPSA*, 13-15 września, Poznań.
- Ochodzki P., Piotrowska A. 2002. Właściwości fizyczne i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego o różnym kolorze okrywy nasiennej. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIII (2): 235-241.
- Ochodzki P., Piotrowska A. 1997. Zmienność składu chemicznego odtłuszczonych nasion rzepaku o niskiej zawartości włókna. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XVIII (2): 511-524.
- Ochodzki P., Rakowska M., Rek-Cieply B., Bjerregaard C., Sørensen H. 1995a. Studies on enzyme based fractionation, chemical composition and biological effects of dietary fibres in rapeseed (*Brassica napus* L.). 1. Chemical composition of seeds and characteristics of soluble and insoluble dietary fibres of spring and winter type varieties of double low oilseed rape. *J. Anim. Feed Sci.*, 4: 127-138.
- Ochodzki P., Rakowska M., Rek-Cieply B., Bjerregaard C., Sørensen H. 1995b. Studies on enzyme based fractionation, chemical composition and biological effects of dietary fibres in rapeseed (*Brassica napus* L.). 2. Influence of rape seed dietary fibre on digestibility of protein and organic matter using unprocessed and heated full fat rape seed and isolated dietary fibre fractions addend to rat diets. *J. Anim. Feed Sci.*, 4: 139-151.
- Olsson G. 1960. Species crosses within the genus *Brassica*. II Artificial *Brassica napus* L. *Hereditas*, 46: 351-386.
- Piotrowska A., Krótka K., Krzymański J. 2000. Wartość gospodarcza żółtonasiennych linii rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (2): 359-368.
- Rosiak E. 2006. Rynek rzepaku – stan i perspektywy. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXVII (1): 151-167.
- Simbaya J., Slominski B.A., Rakow G., Campbell L.D., Downey R.K., Bell J.M. 1995. Quality characteristics of yellow-seeded *Brassica* seed meals: protein, carbohydrates, and dietary fiber components. *J. Agric. Food Chem.*, 43: 2062-2066.

- Slominski B.A., Campbell L.D., Guenter W. 1994. Carbohydrates and dietary fiber components of yellow- and brown-seeded canola. *J. Agric. Food Chem.*, 42: 704-707.
- Slonimski B.A., Lloyd B., Campbell L.D. 1990. Non-starch polysaccharides of canola meal: quantification, digestibility in poultry and potential benefit of dietary enzyme supplementation. *J. Sci. Food Agric.*, 53: 175-184.
- Slomiński B.A., Simbaya J., Campbell L.D., Rakow G., Guenter W. 1999. Nutritive value for broilers of meals derived from newly developed varieties of yellow-seeded canola. *Anim. Feed Sci. Techn.*, 78: 249-262.
- Slominski B.A., Jia W., Mikulski D., Rogiewicz A., Jankowski J., Rakow G., Jones R.O., Hickling D. 2011. Chemical composition and nutritive value of low-fiber yellow-seeded *B. napus* and *B. juncea* canola for poultry. Proceedings 13th International Rapeseed Congress, June 5-9, Prague, Czech Rep., 443-445, CD-ROM.
- Smulikowska S., Święch E., Czerwiński J. 2008. Wartość paszowa żółtonasiennych roślin oleistych z rodzaju *Brassica* dla drobiu i świń. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIX (2): 231-242.
- Smulikowska S., Raj S., Piotrowska A., Bartkowiak-Broda I. 2011. Nutritional value of press cake from yellow- or black-seeded winter rapeseed for growing pigs. Proceedings 13th International Rapeseed Congress, June 5-9, Prague, Czech Rep., 463-465, CD-ROM.
- Strona internetowa: www.agroplony.pl.
- Theander O., Åman P., Westerlund E., Andersson R., Pettersson D. 1995. Total dietary fiber determined as neutral sugar and uronic acid residues, and lignin (The Uppsala method): Collaborative study. *J. Assn. Off. Anal. Chem.*, 78: 1030-1044.