

Barbara Pastuszewska, Stanisława Raj

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN im. Jana Kielanowskiego, Jabłonna

Śruta rzepakowa jako pasza białkowa i energetyczna – ograniczenia i perspektywy

Rapeseed oilmeal as protein and energy feedstuff – limitations and perspectives

Słowa kluczowe: skład nasion, technologia, glukozynolany, włókno, przeżuwacze, świnie, fosfor

Key words: seed composition, glucosinolates, fiber, technology, ruminants, pigs, phosphorus

Wycofanie mączek mięsnych z żywienia zwierząt spowodowało znaczne zwiększenie zapotrzebowania na roślinne pasze białkowe, w tym na śrutę rzepakową. Jednocześnie wprowadzenie w Unii Europejskiej przepisów ograniczających dopuszczalną ilość azotu i fosforu wydalanych przez zwierzęta zmusza do zwrócenia większej uwagi na jakość śruty jako źródła białka, energii i fosforu. Wartość pokarmowa śruty zależy przede wszystkim od składu nasion, a zwłaszcza zawartości białka, włókna i glukozynolanów. Na skład nasion wpływa m.in. odmiana rzepaku (jara lub ozima, ciemno- lub żółtonasienna) oraz wielkość nasion. Czynnikiem wpływającym na jakość śruty jest proces technologiczny w olejarni, a zwłaszcza czas i temperatura tostowania, które wpływają ujemnie na strawność białka i dostępność aminokwasów dla świń i drobiu, natomiast — w pewnych granicach — dodatnio na wartość białka dla przeżuwaczy. Możliwe jest określenie stopnia przegrzania i sklasyfikowanie śruty na podstawie prostego pomiaru rozpuszczalności białka. W celu zwiększenia wartości odżywczej śruty dla zwierząt monogastrycznych stosowane są dodatkowe zabiegi, jak np. obłuskiwanie nasion lub frakcjonowanie śruty, które polega na mechanicznym rozdzieleniu śruty na frakcje różniące się zawartością łupiny nasiennej, a w konsekwencji zawartością białka, włókna i energii. Jako źródło energii śruta jest lepiej wykorzystywana przez świnie niż przez drób i przez zwierzęta starsze niż

Withdrawal of meat meals from animal nutrition increased demand for plant protein feedstuffs including rapeseed solvent meal (RSM). On the other hand, the regulations on the nitrogen and phosphorus excretion, introduced in EU agriculture stress the importance of the improvement of RSM as the source of protein, energy and phosphorus. Nutritional value of meal depends primarily on the composition of seeds, mainly on glucosinolate, fiber and protein contents. The level of these components is affected by varieties of rapeseed (spring- or winter-sown, yellow- or dark-seeded), and size of seeds. Technology in oil plant and particularly time and temperature of toasting affects negatively protein digestibility and amino acids availability for pigs and poultry, and — within some range — positively protein value for ruminants. Classification of meals according to overprocessing and their potential value for monogastrics or ruminants can be predicted using simple protein solubility *in vitro* tests. Technological treatments as tail-end dehulling are proposed to improve nutritional value of RSM for nonruminants. The rate of RSM inclusion into the rations of pigs having great potential for growth and protein deposition may be limited by relatively high and variable levels of glucosinolates. Protein utilization of cereal-RSM diets by pigs is high when amino acid content is balanced on ileal digestible amino acid basis, and diets are properly supplemented

młodsze. Czynnikiem ograniczającym zakres stosowania śruty w żywieniu świń ras mięsnych o dużym potencjale wzrostu jest często zbyt wysoka (i zmienna) zawartość glukozytanów. Śruta rzepakowa stosowana w żywieniu świń szybko rosnących powinna zawierać GI w ilości mniejszej niż 5 $\mu\text{M/g}$. Warunkiem dobrego wykorzystania białka dawek zawierających śrutę jest bilansowanie zawartości aminokwasów na podstawie ich strawności jelitowej, uzupełnienie lizyną oraz zapewnienie odpowiedniej koncentracji energii metabolicznej. Przystawalność fosforu organicznego ze śruty można zwiększyć stosując dodatek enzymu fitazy pochodzenia mikrobiologicznego.

with lysine and energy. Availability of organic phosphorus in RSM is considerably increased due to supplementation with microbial phytase.

Wstęp

Znaczenie śruty rzepakowej jako paszy należy rozpatrywać na tle aktualnej sytuacji w produkcji zwierzęcej, która ulega obecnie dużym przeobrażeniom i zmianom w zakresie priorytetów i wymogów prawnych i ekonomicznych.

Intensyfikacja i koncentracja produkcji zwierzęcej w drugiej połowie XX wieku doprowadziła wprawdzie do potania i zwiększenia dostępności żywności pochodzenia zwierzęcego, z drugiej jednak strony spowodowała znaczne pogorszenie jej jakości, doprowadzając nawet do powstania zagrożeń dla zdrowia ludzi, a także do degradacji środowiska wiejskiego. Dlatego w ostatnich 20 latach w Europie wprowadzono i nadal wprowadza się szereg rygorów zmierzających do zahamowania wzrostu produkcji mięsa i mleka oraz ograniczenia zjawisk negatywnych.

Podstawowe elementy nowej polityki zrównoważonego chowu zwierząt to:

- wycofanie z żywienia zwierząt pasz pochodzenia zwierzęcego, zwłaszcza mączek odpadowych,
- zaprzestanie stosowania antybiotyków paszowych jako tzw. czynników wzrostu,
- dokumentowanie pochodzenia produktów zwierzęcych łącznie ze sposobem żywienia (tzw. traceability),
- nałożenie ograniczeń na ilość azotu i fosforu wprowadzanych do gleby z odchodami zwierząt,
- troska o dobrostan zwierząt.

Wycofanie z żywienia zwierząt mączek odpadowych i znaczne zmniejszenie produkcji mączek rybnych spowodowało wzrost zapotrzebowania na białkowe pasze roślinne, przede wszystkim na poekstrakcyjną śrutę sojową, ale także na śrutę rzepakową. Sytuację w Polsce ilustrują dane w tabeli 1 (Rynek pasz 2002). Wynika z niej, że w latach 2001–2002 znacznie zwiększył się import śruty sojowej,

produkcja śruty rzepakowej utrzymuje się na stałym poziomie, występuje natomiast tendencja do wzrostu jej eksportu. Tendencja ta jest wynikiem dużego spadku produkcji rzepaku w krajach, które są jej głównymi eksporterami, tj. w Kanadzie i Australii, i wzrostu ceny śruty z około 130 do ponad 200 \$ za tonę. Na światowym rynku śruty rzepakowej obserwuje się obecnie przewagę popytu nad podażą. (Rynek rzepaku 2002).

Tabela 1

Import śruty sojowej oraz produkcja i eksport śruty rzepakowej w Polsce w latach 1998–2002 (tys. ton) — *Import of soybean meal and production and export of rapeseed meal in Poland in the years 1998–2002 ($t \times 10^3$)*

Wyszczególnienie — <i>Item</i>	1998–2002	2001	2002
Import śruty sojowej — <i>Import of soybean meal</i>	850–980	1300	1400
Produkcja śruty rzepakowej — <i>Production of rapeseed meal</i>	450–490	456	500
Eksport śruty rzepakowej — <i>Export of rapeseed meal</i>	160–200	206	229

Ograniczenie ilości wydalanego przez zwierzęta azotu i fosforu zmusza hodowców do bardzo dokładnego bilansowania zawartości energii, aminokwasów niezbędnych oraz fosforu w dawkach pokarmowych z zapotrzebowaniem zwierząt. Podstawą bilansowania składu aminokwasowego jest zawartość aminokwasów dostępnych dla zwierząt, a więc ilość aminokwasów trawiona w jelicie cienkim świń (tzw. jelitowa strawność białka i aminokwasów) oraz stopień rozkładu białka w żwaczu, a następnie ilość białka tzw. nierozłożonego, trawiona w jelicie cienkim u przeżuwaczy. Te nowe podstawy oceny pasz białkowych jako źródła aminokwasów znalazły swoje zastosowanie także w ocenie śruty rzepakowej.

Czynniki wpływające na wartość białkową i energetyczną śruty

W żywieniu świń i drobiu śruta rzepakowa ma niższą wartość pokarmową niż śruta sojowa, na co składa się przede wszystkim niższa zawartość białka i mniejsza zawartość lizyny w białku, większa zawartość włókna i związana z tym niższa wartość energetyczna, mniejsza dostępność białka i aminokwasów oraz obecność glukozytynolanów (tab. 2).

Wartość śruty rzepakowej jako źródła białka zależy od zawartości białka w nasionach i jego składu aminokwasowego oraz od podatności białka i aminokwasów na trawienie w przewodzie pokarmowym zwierząt.

Zawartość białka w nasionach rzepaku jest zróżnicowana, jednak jego skład aminokwasowy jest stosunkowo stały. Białko nasion zawiera znaczne ilości lizyny, aminokwasów siarkowych, treoniny i tryptofanu, a więc tych aminokwasów, które najczęściej ograniczają wykorzystanie białka pasz roślinnych, zwłaszcza zbóż

i strączkowych. Skład aminokwasowy białka nasion świadczy o jego wysokiej wartości odżywczej, jednak zawartość lizyny ulega znacznemu obniżeniu podczas odolejania.

Tabela 2

Wartość pokarmowa śruty rzepakowej podwójnie ulepszonej i śruty sojowej
Nutritional value of double low rapeseed and soybean meals

	Śruta rzepakowa <i>Rapeseed meal</i>	Śruta sojowa <i>Soybean meal</i>
Białko og., % s.m. — <i>Crude protein, % d.m.</i>	38,00	44,00
Lizyna, g/100 g białka — <i>Lysine, g/100 g protein</i>	5,55	6,20
Włókno surowe, % s.m. — <i>Crude fibre, % d.m.</i>	13,00	8,90
NDF, % s.m. — <i>d.m.</i>	33,60	14,50
ADF, % s.m. — <i>d.m.</i>	29,50	15,60
Strawność jelitowa białka, % <i>Ileal digestibility of protein, %</i>	60–64 (50–70)	82
Glukozynolany, $\mu\text{M/g}$ s.m.b. <i>Glucosinolates, $\mu\text{M/g}$ f-free d.m.</i>	4,1–24,3	–
EM MJ/kg s.m. — <i>d.m.</i> , drób — <i>poultry</i>	8,5	10,2
EM MJ/kg s.m. — <i>d.m.</i> , świnie — <i>pigs</i>	12,1	14,3

Na strawność białka wpływają w dużym stopniu procesy technologiczne, powodujące tworzenie się kompleksów nie trawionych przez enzymy przewodu pokarmowego zwierząt monogastrycznych, a zwłaszcza zwiększanie ilości białka związanego z frakcją włókna nierozpuszczalnego w obojętnym detergencie (NDF) (Buraczewska i in. 1998). Ze względu na różny przebieg trawienia u zwierząt jednożołądkowych i przeżuwaczy, zwierzęta te reagują odmiennie na stopień uszkodzenia termicznego białka śruty: wzrost intensywności ogrzewania w pewnych granicach powoduje wzrost wartości odżywczej białka dla przeżuwaczy (Dakowski i in. 1996, Mustafa i in. 2000), natomiast z reguły powoduje obniżenie wartości dla świń i drobiu.

Na wartość śruty jako źródła energii wpływa przede wszystkim zawartość tłuszczu i włókna oraz strawność składników pokarmowych. Zależność wartości energetycznej śruty dla świń i kurcząt od zawartości tłuszczu i włókna wyrażają następujące równania opracowane na podstawie wyników doświadczeń:

- Energia strawna dla świń = $17,28 + 0,20 \times \text{tłuszcz} - 0,30 \times \text{włókno}$
(Bourdon 1986)
- Energia metaboliczna dla kurcząt = $10,78 + 0,20 \times \text{tłuszcz} - 0,30 \times \text{włókno}$
(Chibowska i in. 2000)

w obu przypadkach energia wyrażona jest w MJ/kg suchej masy, tłuszcz i włókno w % suchej masy.

Z równań tych wynika, że wartość energetyczna śruty zależy w mniejszym stopniu od zawartości tłuszczu niż od zawartości włókna.

Ponadto na zakres stosowania śruty w żywieniu różnych gatunków i grup użytkowych zwierząt wpływa zawartość glukozyolanów i ich pochodnych, która zależy od zawartości glukozyolanów w nasionach i intensywności tostowania śruty. Zawartość glukozyolanów w nasionach ocenianych przez COBORU odmian rzepaku ozimego waha się obecnie od 5,0 do 15,8 $\mu\text{M/g}$ nasion, natomiast w 10 partiach śruty używanej w badaniach Raj (2003) wahała się od 4,1 do 24,3 $\mu\text{M/g}$ suchej masy beztłuszczowej.

Z przedstawionych rozważań wynika, że na wartość śruty rzepakowej jako paszy zasadniczy wpływ ma skład nasion oraz technologia przerobu w olejarni.

Mniejsze znaczenie mają dodatkowe zabiegi, poprawiające skład i wykorzystanie śruty, natomiast ważnym czynnikiem jest właściwe jej skarmianie.

Skład nasion rzepaku

Skład nasion różni się w zależności od:

- odmiany rzepaku (ozime vs jare),
- koloru łupiny nasiennej (ciemne vs żółte),
- wielkości nasion,
- selekcji w kierunku obniżenia zawartości włókna (odmiany o żółtym kolorze łupiny nasiennej).

Odmiany jare uprawiane w Polsce zawierają w beztłuszczowej suchej masie więcej białka i mniej włókna niż odmiany ozime (wartości dla wzorca odpowiednio 41,0 i 35,3 oraz 7,8 i 9,0%) przy podobnej zawartości glukozyolanów (odpowiednio 8,8 i 7,6 $\mu\text{M/g}$) (Heimann i Lewandowski 2000). Wydaje się jednak, że wobec znacznie niższej plenności odmian jarych nie stanowią one w naszych warunkach alternatywy dla odmian ozimych.

Badania nad rzepakiem brązowo- i żółtonasiennym rozpoczęte w Kanadzie (wg Bell 1993, Słomiński i in. 1994) oraz w Polsce (Ochodzki i in. 1995a, b; Smulikowska i in. 1998) wykazały, że nasiona i łuska odmian żółtych zawierają mniej włókna, niż odmiany brązowe. W doświadczeniach na zwierzętach uzyskano różnice w strawności składników pokarmowych dawek zawierających łupiny (Bell i Shires 1982), wytlók lub śrutę (Smulikowska i in. 1998, Bell i in. 1998) z rzepaku żółtego lub brązowego. Zmniejszenie udziału łupiny nasiennej w nasionach powoduje zmniejszenie zawartości włókna w śrucie i zwiększenie jej wartości energetycznej i białkowej, dlatego uważa się, że selekcja prowadzona w tym kierunku będzie miała duże znaczenie dla poprawy wartości pokarmowej tej paszy (Słomiński 1997).

Na proporcję łupiny w nasieniu wpływa także wielkość nasion. Nasiona większe zawierają mniej włókna, w związku z czym składniki pokarmowe są lepiej trawione i wykorzystywane (Liu i in. 1995, Jensen i in. 1995).

W badaniach prowadzonych w Polsce (Mińkowski i Krygier 1998, Mińkowski 2000) stwierdzono występowanie różnic międzyodmianowych w zawartości łupiny i zarodka w nasionach różnej wielkości. Rotkiewicz i Konopka (2000) wykazały, że technologiczna wartość najmniejszych nasion jako surowca do tłoczenia oleju jest niska i sugerują eliminację tej frakcji przed tłoczeniem. Można się zastanowić nad wykorzystaniem takich nasion jako źródła nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu przeżuwaczy.

Technologia przerobu nasion w olejarni

Prowadzone w warunkach laboratoryjnych symulacje procesów zachodzących podczas przerobu rzepaku świadczą w sposób jednoznaczny o dużej wrażliwości tego materiału na stosowane warunki termiczne. Mniej liczne badania nad wpływem poszczególnych etapów przemysłowego odolejania rzepaku wykazały, że płatkowanie, wytlaczanie i ekstrakcja oleju w niewielkim stopniu wpływają na zawartość lizyny dostępnej i przyswajalność białka, największe zmiany zachodzą natomiast podczas tostowania śruty (Newkirk i Classen 1999, Grała i in. 1994, Smulikowska i in. 1998, Pastuszewska i in. 2003).

Z prac Mińkowskiego (1995) wynika, że w zakładach przemysłowych możliwe jest zmniejszenie strat lizyny przez obniżenie temperatury tostowania (tab. 3), zaś badania Pastuszewskiej i in. (2003) wskazują także na znaczenie długości czasu trwania tego procesu. Obniżenie temperatury tostowania ze 120°C na VI półce w warunkach tzw. standardowych do 111°C spowodowało zwiększenie zawartości lizyny dostępnej z 3,5 do 4,7 g/16 g N. Podwyższanie temperatury i wydłużanie czasu tostowania powoduje nie tylko obniżenie zawartości lizyny dostępnej, lecz także zmniejszanie się strawności białka i innych aminokwasów w przewodzie pokarmowym świń (Buraczewska i in. 1998), a więc obniżenie się ogólnej wartości odżywczej białka.

Dla producentów niekwestionowanym kryterium doboru warunków tostowania jest zapewnienie bezpieczeństwa i usunięcie pozostałości rozpuszczalnika, zwiększanie intensywności jest uzasadnione jedynie przy odolejaniu rzepaku o wysokiej zawartości glukozyolanów. Śruta taka powinna być przeznaczana do żywienia przeżuwaczy.

Tabela 3

Wpływ temperatury tostowania śruty na zawartość lizyny dostępnej (Mińkowski, 1995/96)
Effect of toasting temperature on available lysine content in rapeseed meal

Temperatura tostowania <i>Toasting temperature</i> [°C]	Zawartość lizyny dostępnej, g/16 g N <i>Available lysine content</i>		Ubytek <i>Loss</i> [%]
	nasiona — <i>seeds</i>	śruta — <i>meal</i>	
120 (stand.)	6,1	3,5	43
117	6,0	3,9	35
116	6,1	4,1	33
114	5,9	4,7	30
111	6,2	4,9	21

Badania przeprowadzone przez Pastuszewską i in. (2003) wskazują na możliwość oceny stopnia przegrzania śruty i obniżenia jej wartości jako źródła białka dla zwierząt monogastrycznych (a ewentualnego zwiększenia wartości dla przeżuwaczy) na podstawie rozpuszczalności białka w KOH, boranie sodu lub dyspersyjności w wodzie. Wyniki badań stanowią podstawę do stosowania śruty w żywieniu zwierząt, które wykorzystują ją lepiej.

Dodatkowe zabiegi technologiczne poprawiające wartość białkową i energetyczną śruty

Należą do nich zabiegi zmniejszające zawartość włókna i zwiększające zawartość białka, a mianowicie obłuskiwanie nasion przed odolejaniem i frakcjonowanie śruty oraz różnorodne zabiegi termiczne mające na celu zmniejszenie podatności na rozkład w żwaczu białka i substancji organicznej śruty przeznaczonej do żywienia przeżuwaczy.

Obłuskiwanie nasion najskuteczniej poprawia skład i wartość pokarmową śruty, jednak jest bardzo trudne technicznie i wpływa ujemnie na jakość oleju, dlatego nie ma obecnie szans na stosowanie w praktyce.

Rozdział śruty na sitach na frakcję drobniejszą, zawierającą więcej części zarodkowej nasienia, i na frakcję grubszą, w której jest więcej części łupiny nasiennej, jest technicznie stosunkowo prostym zabiegiem, lecz jego skuteczność i wydajność nie zawsze są zadowalające i różnią się np. między partiami śruty pochodzącej z różnych olejarni (de Lange i in. 1998). W większości doświadczeń prowadzonych nad frakcjonowaniem canoli i śruty z rzepaku uprawianego w Polsce frakcja drobniejsza zawierała więcej białka i mniej włókna, miała większą wartość białkową i/lub energetyczną dla świń i drobiu (Korniewicz i in. 1995, de Lange i in. 1998, Chibowska i in. 2000, Clark i in. 2001), aczkolwiek stwierdzono

także niewielkie pogorszenie wyników żywienia kurcząt frakcją drobniejszą niż całą śrutą (Kamińska i in. 2000).

Uważa się, że frakcjonowanie jest potencjalnym zabiegiem poprawiającym ogólną wartość śruty w wyniku lepszego wykorzystania frakcji wyżej białkowej w żywieniu świń i drobiu bez pogorszenia wykorzystania frakcji niżej białkowej w żywieniu przeżuwaczy.

Poprawę wykorzystania białka śruty przez zwierzęta przeżuwające można uzyskać przez zmniejszenie stopnia jego rozkładu w żwaczu. W tym celu stosuje się zabiegi termiczne (ogrzewanie) lub chemiczne. Skuteczność tych metod oceniana na podstawie badań fizjologicznych jest znaczna (Dakowski i in. 1996), nie zawsze dają one jednak poprawę wyników produkcyjnych (Mustafa i in. 2000).

Wartość pokarmową śruty dla drobiu próbowano zwiększyć stosując dodatek preparatów pochodzenia mikrobiologicznego lub grzybowego, zawierających różne enzymy rozkładające węglowodany nieskrobiowe. W badaniach *in vitro* stwierdzano na ogół zwiększenie rozpuszczalności różnych frakcji włókna (Alloui i in. 1994, Ochodzki i in. 1995), a w badaniach strawnościowych także poprawę ich strawności u drobiu (Słomiński i Campbell 1990, Alloui i in. 1994), lecz nie u szczurów (Ochodzki i in. 1995c). Dodatek enzymów nie powodował lub powodował tylko niewielką poprawę wyników produkcyjnych, mimo to jest uważany za potencjalny czynnik poprawiający wartość odżywczą śruty rzepakowej.

Śruta rzepakowa jest bogatym źródłem fosforu, jednak ze względu na jego niską dostępność celowe jest uzupełnianie jej fitazą mikrobiologiczną. Dodatek fitazy zwiększa wykorzystanie fosforu, dzięki czemu możliwe jest zmniejszenie ilości fosforu nieorganicznego dodawanego do paszy i zmniejszenie wydalania tego pierwiastka przez świnię (Fandrejewski i in. 1999, Krasucki i in. 2000). Fitaza w niewielkim stopniu zwiększa także strawność białka i tłuszczu.

Śruta rzepakowa jako źródło białka i energii dla świń

Jak wynika z dotychczasowych rozważań, śruta rzepakowa ma największe zastosowanie w żywieniu świń, głównie tuczników. Wyniki badań nad wykorzystaniem śruty w żywieniu rosnących świń ras mięsnych o dużym potencjale wzrostu, podsumowane przez Raj (2003), podkreśliły znaczenie niskiego poziomu glukozyolanów i pozwoliły na określenie ich dopuszczalnej zawartości w dawkach dla świń. Wprawdzie glukozyolany w ilościach występujących w analizowanych partiach śruty z rzepaku podwójnie ulepszonych (od około 4 aż do ponad 20 $\mu\text{M/g}$ s.m.b.), nie miały ujemnego wpływu na pobranie paszy i przyrosty świń, jednak powodowały znaczne powiększenie masy narządów, głównie tarczycy, wątroby i nerek, oraz obniżenie poziomu hormonów tarczycy we krwi, co świadczy o ujemnym wpływie tych związków na metabolizm. Świnie młodsze silniej

reagują na obecność glukozyolanów niż starsze, dlatego zawartość tych związków w dziennej dawce pokarmowej nie powinna przekraczać 2,5 mM. Oznacza to, że ilość śruty rzepakowej wprowadzanej do dawek świń rosnących powinna być dostosowana do zawartości w niej glukozyolanów.

Śruta zawierająca nie więcej niż 5 $\mu\text{M/g}$ może być stosowana w żywieniu świń o dużym potencjale wzrostu jako jedyne źródło białka uzupełniającego zboże, pod warunkiem prawidłowego zbilansowania składu dawki pokarmowej i uzupełnienia jej energią. Podstawą bilansowania składu aminokwasowego białka dawki powinna być zawartość aminokwasów strawnych do końca jelita cienkiego, a nie ich zawartość ogólna, oznaczona chemicznie. Aminokwasem ograniczającym wartość białka diet zbożowo-rzepakowych jest lizyna, dlatego niezbędne jest uzupełnianie tych zestawów lizyną syntetyczną.

Potwierdzono korzystny wpływ uzupełniania diet zbożowo-rzepakowych paszą wysokoenergetyczną, którą nie powinny być jednak surowe nasiona rzepaku, prawdopodobnie ze względu na wprowadzanie do dawki aktywnej myrozynazy

Podsumowanie

1. Zakres stosowania śruty rzepakowej w żywieniu zwierząt zależy przede wszystkim od zawartości glukozyolanów, która waha się w szerokich granicach. Dlatego nadal aktualna jest potrzeba dalszego obniżania zawartości glukozyolanów w nasionach i kontrolowania ich zawartości w śrucie.
2. W śrucie o niskiej zawartości glukozyolanów (do 5 $\mu\text{M/g}$) czynnikiem ograniczającym wartość energetyczną i białkową jest zawartość włókna, która przede wszystkim zależy od jego zawartości w nasionach. Spośród zabiegów technologicznych mających na celu zmniejszenie zawartości włókna w śrucie, praktyczne znaczenie może mieć frakcjonowanie śruty, tj. rozdział na frakcje o większej i mniejszej zawartości włókna i białka, aczkolwiek skuteczność tego zabiegu nie jest stała.
3. Wartość odżywcza białka śruty dla świń i drobiu obniża się, natomiast dla przeżuwaczy do pewnego poziomu zwiększa się, w miarę zwiększania intensywności tostowania śruty. Istnieje możliwość klasyfikowania śruty przeznaczonej dla tych gatunków zwierząt na podstawie prostego kryterium, jakim jest rozpuszczalność białka.
4. Dodatek fitazy do dawek zawierających śrutę rzepakową jest skuteczną metodą zwiększania dostępności fosforu organicznego ze śruty rzepakowej.
5. Dodatek enzymów rozkładających węglowodany nieskrobiowe jest mało skuteczny.

6. Prawidłowe stosowanie śruty rzepakowej jako źródła białka i energii dla świń ras mięsnych o dużym potencjale wzrostu wymaga bilansowania składu dawki pokarmowej w oparciu o zawartość aminokwasów strawnych, uzupełnienia lizyną w formie krystalicznej lub paszą białkową o dużej zawartości tego aminokwasu oraz zwiększania wartości energetycznej dawki, np. przez dodatek tłuszczu.

Conclusions

1. The scope of the use of rapeseed meal in animal nutrition depends primarily on its glucosinolate content which varies considerably. Further decrease of glucosinolates content in seeds and monitoring their content in meal is therefore needed.
2. Protein and energy value of rapeseed meal of low glucosinolate content (up to 5 $\mu\text{M/g}$) is limited by fibre level which depends mainly on the type and size of seeds. Among technological treatments aimed at lowering fibre level in meal, the tail-ending that is mechanical partitioning of the meal into fractions differing in protein and fibre content, may have practical application. However, the efficiency of this treatment is not regular.
3. Protein value of meal for pigs and poultry decreases and for ruminants, to some extent, increases as the intensity of heat treatment during toasting increases. Protein *in vitro* solubility may be considered as a simple indicator of the value of meal either for monogastrics or ruminants.
4. Availability of organic phosphorus from rapeseed meal may be considerably increased by the supplementation with phytase.
5. The supplementation of rapeseed meal with enzymes degrading non-starch polysaccharides generally is not efficient.
6. When rapeseed meal is to be used as a protein and energy source for pigs of great growth potential, the amino acid composition of the diets should be balanced according to their ileal digestible amino acids content, and should be supplemented with crystalline lysine or a feed with high content of this amino acid. The energy value of the diets should be increased by the use of fat supplement.

Literatura

- Alloui O., Chibowska M., Smulikowska S. 1994. Effects of enzyme supplementation on the digestion of low glucosinolate rapeseed meal *in vitro*, and its utilization by broiler chicks. *J. Anim. Feed Sci.* 3: 119-128.

- Bell J.M. 1993. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Can. J. Anim. Sci.* 73: 679-697.
- Bell J.M., Shives 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., Tyler R.T., Rakow G. 1998. Nutritional composition and digestibility by 80 kg to 100 kg pigs of prepress solvent – extracted meals from low glucosinolate *Brassica juncea*, *B. napus* and *B. rapa* seed and of solvent – extracted soybean meal. *Can. J. Anim. Sci.* 78: 199-203.
- Bourdon D. 1986. Valeur nutritive des nouveaux tourteaux et grains entiers de colza a basse teneur en glucosinolates pour le porc à basse teneur en glucosinolates pour le porc à l'engrais. *Journées Rech. Porcine* 8: 13-28.
- Buraczewska L., Gdala J., Wasilewko J., Buraczewski S. 1998. Zawartość białka związanego z frakcją włókna (NDF) a strawność jelitowa u świń białka i pasz rzepakowych traktowanych termicznie. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XIX*: 175-186.
- Chibowska M., Smulikowska S., Pastuszewska B. 2000. Metabolisable energy value of rapeseed meal and its fractions for chickens as affected by oil and fibre content. *J. Anim. Feed Sci.* 9: 371-378.
- Clark W.D., Classen H.L., Newkirk R.W. 2001. Assessment of tail-end dehulled canola meal for use in broiler diets. *Can. J. Anim. Sci.* 81: 379-386.
- Dakowski P., Weisbjerg M.R., Hvelplund T. 1996. The effect of temperature during processing of rape seed meal on amino acid degradation in the rumen and digestion in the intestine. *Animal Feed Sci. Technol.* 58: 213-226.
- DeLange C.F.M., Gabert V.M., Gillis D., Patience J.E. 1998. Digestible energy contents and apparent ileal amino acid digestibilities in regular or partial mechanically dehulled canola meal samples fed to growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 78: 641-648.
- Fandrejewski H., Weremko D., Raj S., Skiba G., In K. Han, 1999. Performance, body and carcass composition and bone characteristics of pigs fed rapeseed and soyabean meal-cereal diets supplemented with microbial phytase. *J. Anim. Feed Sci.* 8: 533-547.
- Grala W., Pastuszewska B., Smulikowska S., Buraczewska L., Gdala J. 1994. Effect of thermal processing on the protein value of double-low rapeseed products. 1. Effect of processing stages in the oil plant and toasting in laboratory conditions. *J. Anim. Feed Sci.* 3: 43-54.
- Heimann S., Lewandowski A. 2000. Syntezy wyników doświadczeń odmianowych. Rzepak ozimy. Rzepak jary, COBORU 2: 1159.
- Jensen S.K., Liu Y.G., Eggum B.O. 1995. The influence seed size and hull content on the composition and digestibility of rapeseed in rats. *Animal Feed Sci. Technol.* 54: 9-19.
- Kamińska B., Brzóska F., Skraba B. 2000. High-protein of 00 type rapeseed meal in broiler nutrition. *J. Anim. Feed Sci.* 9: 123-136.
- Korniewicz A., Ziółkowski T., Czarnik-Matusewicz H. 1995. Poprawa wartości pokarmowej poekstrakcyjnej śruty przez frakcjonowanie sitowe. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XVI*: 383-388.
- Krasucki W., Grela R.E., Szafran K. 2000. Wpływ poekstrakcyjnej śruty z rzepaku podwójnie ulepszzonego i dodatku fitazy mikrobiologicznej w żywieniu tuczników na wzrost, jakość tusz i strawność składników pokarmowych. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXI*: 569-575.
- Liu Y.G., Jensen S.K., Eggum B.O. 1995. The influence of seed size on digestibility and growth performance of broiler chickens fed full-fat rapeseed. *J. Sci. Food Agric.* 67: 135-140.
- Mińkowski K. 2000. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku ozimego na zawartość i skład chemiczny łupiny oraz zarodka. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXI*: 157-166.
- Mińkowski K. 1995/96. Optymalizacja parametrów obróbki śruty rzepakowej w tosterze pod kątem zachowania maksymalnej ilości lizyny dostępnej. *Rocz. Inst. Przem. Mięś. i Tł.* 32/33: 193-202.

- Mińkowski K., Krygier K. 1998. Wpływ odmiany i wielkości nasion rzepaku na ich charakterystykę fizykochemiczną. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XIX*: 219-230.
- Mustafa A.F., McKinnon J.J., Christensen D.A. 2000. Protection of canola (low glucosinolate rapeseed) meal and seed protein from ruminal degradation. *Review Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 13: 535-542.
- Newkirk R.W., Classen H.L. 1999. The effects of standard oilseed extraction and processing on the nutritional value of canola meal for broiler chicken. *Poultry Sci.* 78, 10 (Abstr. 39).
- Ochodzki P., Rakowska M., Bjerregaard Ch., Sørensen H. 1995a. Studies on enzymatic fractionation, chemical composition and biological effects of dietary fibre in rape seed (*Brassica napus* L.). 1. Chemical composition of seeds and characteristics of soluble and insoluble dietary fibre of spring and winter type varieties of double improved oilseed rape. *J. Anim. Feed Sci.* 4: 127-138.
- Ochodzki P., Rakowska M., Rek-Cieply B., Bjerregaard Ch., Sørensen H. 1995b. Studies on enzymatic fractionation, chemical composition and biological effects of dietary fibre in rape seed (*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 added to rat diets. *J. Anim. Feed Sci.* 4: 139-151.
- Ochodzki P., Rakowska M., Bjerregaard Ch., Sørensen H. 1995c. Studies on enzymatic fractionation, chemical composition and biological effects of dietary fibre in rape seed (*Brassica napus* L.). 3. Degradation of dietary fibre components of rape seed by microbial enzymes and its influence on nutrient utilization by rats and chickens. *J. Anim. Feed Sci.* 4: 153-160.
- Pastuszewska B., Jabłocki G., Buraczewska L., Dakowski P., Taciak M., Matyjek R., Ochtabińska A. 2003. The protein value of differently processed rapeseed solvent meal and cake assessed by in vitro methods and in tests with rats. *Anim. Feed Sci. Technol.* (in press).
- Raj S. 2003. Śruta rzepakowa w badaniach nad przemianą białka i energii u rosnących świń. *J. Anim. Feed Sci.* (w druku).
- Rotkiewicz D., Konopka J. 2000. Wpływ wybranych czynników technologicznych na zawartość fosforu w oleju rzepakowym. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops XXI*: 215-224.
- Rynek pasz nr 22, październik 2002, wyd. Min. Roln. i Rozwoju Wsi, Agencja Rozwoju Rolnictwa, IERiGŻ.
- Rynek rzepaku nr 22, listopad 2002, wyd. Min. Roln. i Rozwoju Wsi, Agencja Rozwoju Rolnictwa, IERiGŻ.
- Słomiński B.A. 1997. Developments in the breeding of low fibre rapeseed canola. *J. Anim. Feed Sci.* 6: 303-317.
- Słomiński B.A., 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.
- Słomiński B.A., Campbell L.D., Guenter W. 1994. Carbohydrates and dietary fibre components of yellow- and brown-seeded canola. *J. Agric. Food Chem.* 42: 704-707.
- Smulikowska S., Pastuszewska B., Ochtabińska., Mieczkowska A. 1998. Composition and nutritional value for chickens and rats of seeds, cake and solvent meal from low glucosinolate yellow-seeded spring rape and dark-seeded winter rape. *J. Anim. Feed Sci.* 4: 415-428.