Śruta poekstrakcyjna i makuch rzepakowy w żywieniu świń

Polska należy do czołowych producentów rzepaku. Z danych Głównego Urzędu Statystycznego wynika, że w zależności od sezonu rzepak uprawiany jest na powierzchni około 0,8-0,9 mln hektarów, a całkowite zbiory wynoszą 2,2-3,2 mln ton. Średnie plony rzepaku (ozimego i jarego łącznie) kształtują się na poziomie 2,5-3,4 dt/ha.

Krzysztof Lipiński
Katedra Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Udział rzepaku w krajowej powierzchni zasiewów wzrósł ponad dwukrotnie (z 3,9% średnio w ostatnich trzech latach przed akcesją do 8,4% w latach 2015-2017). Ponad dwukrotnie wzrosła też liczba gospodarstw uprawiających rzepak (z 43 tys. w 2002 r. do 90 tys. w 2017 r.), przy spadku ogólnej liczby gospodarstw rolnych, o powierzchni przekraczającej 1 ha użytków rolnych, w tym czasie z prawie 2 do 1,4 mln.

Rzepak jest w naszym kraju podstawowym surowcem dla zakładów przemysłu tłuszczowego (olejarskiego) oraz ważnym źródłem białka w żywieniu zwierząt w postaci śruty poekstrakcyjnej i makuchu, a ostatnio również nasion i oleju rzepakowego. O przydatności pasz z rzepaku w żywieniu świń decyduje nie tylko poziom składników pokarmowych, ale również zawartość substancji antyżywieniowych, do których należą glukozynolany i produkty ich rozpadu. Pochodne glukozynolanów wpływają niekorzystnie przede wszystkim na tarczycę, powodując jej powiększenie i spadek poziomu hormonów tarczycy we krwi. Są one również, wraz ze związkami fenolowymi, odpowiedzialne za mniejszą smakowitość tej paszy. Badania przeprowadzone na świniach wskazują na zróżnicowaną tolerancję tych zwierząt na obecność glukozynolanów w paszach. Młode zwierzęta są bardziej narażone na negatywne działanie glukozynolanów od zwierząt dorosłych. Produkowana w Polsce śruta poekstrakcyjna i makuch rzepakowy pochodzą z odmian rzepaku podwójnie ulepszonego (tzw. 00), tzn. niskoerukowego i o obniżonej zawartości glukozynolanów (najniższa wartość spośród krajów UE). Szacuje się, że w polskich odmianach rzepaku zawartość glukozynolanów nie przekracza 15-20 μM/g suchej masy beztłuszczowej (s.m.b.). Do Krajowego Rejestru Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) wpisywane są tylko odmiany rzepaku, w których zawartość glukozynolanów nie przekracza 15 μM/g s.m.b., natomiast do Katalogu Odmian Europejskich nasiona odmian, w których zawartość glukozynolanów nie przekracza 25 μM/g s.m.b. Z kolei za dopuszczalną normę glukozynolanów w paszach rzepakowych stosowanych w żywieniu zwierząt przyjęto poziom 15-20 μM/g s.m.b. (Patyra, Kwiatek 2015).

Śruta poekstrakcyjna i makuch rzepakowy są materiałami paszowymi powszechnie stosowanymi w żywieniu świń w Polsce. Pasze rzepakowe są najważniejszym po śrucie sojowej źródłem białka dla tej grupy zwierząt gospodarskich, a ich udział w mieszankach paszowych kształtuje się zwykle na poziomie 5-10%.

W procesie przerobu nasion rzepaku przy pozyskiwaniu oleju powstaje jako produkt uboczny, śruta poekstrakcyjna charakteryzująca się stosunkowo dużą zawartością białka. Przy pozyskiwaniu oleju metodą wytłaczania powstaje natomiast makuch rzepakowy. Charakteryzuje się on nie tylko dużą zawartością białka, ale stanowi także cenne źródło łatwo dostępnej energii w postaci pozostałości oleju po procesie technologicznym.

Zawartość białka ogólnego w śrucie poekstrakcyjnej i makuchu rzepakowym wskazuje, że pasze te są bogatym źródłem tego składnika pokarmowego (tab. 1). Wprawdzie poziom białka jest mniejszy niż w poekstrakcyjnej śrucie sojowej, to jednak jest on wyraźnie wyższy niż w nasionach roślin strączkowych, z wyjątkiem łubinu żółtego. Zawartość białka ogólnego w makuchu rzepakowym kształtuje się na poziomie 30-33%, a niewielkie różnice w zawartości tego składnika wynikają z różnej zawartości tłuszczu (8-12%).

Śruta poekstrakcyjna i makuch rzepakowy są przede wszystkim źródłem białka wysokiej jakości, co potwierdza skład aminokwasowy białka. Zawartość lizyny w białku śruty rzepakowej jest wprawdzie mniejsza niż w śrucie sojowej lub w bobiku i grochu, wyższa jest jednak nieco niż w białku łubinu. Białko śruty rzepakowej wyróżnia się pod względem poziomu aminokwasów siarkowych (metionina, cystyna), których zawartość jest wyraźnie wyższa w porównaniu z wieloma paszami wysokobiałkowymi pochodzenia roślinnego. Wartość odżywczą białka śruty sojowej i nasion strączkowych ograniczają aminokwasy siarkowe, z tych względów białko pasz z rzepaku doskonale uzupełnia białko ww.

pasz w dawkach zbożowych. Białko śruty i makuchu rzepakowego jest zasobne w treoninę, która z wyjątkiem kukurydzy, jest drugim po lizynie aminokwasem ograniczającym wartość odżywczą białka zbóż.

Zawartość tryptofanu jest również wysoka i porównywalna z białkiem poekstrakcyjnej śruty sojowej. Z uwagi na korzystny skład aminokwasowy białko śruty poekstrakcyjnej i makuchu rzepakowego odznacza się wysoką wartością biologiczną i może być cennym źródłem aminokwasów egzogennych w dawkach dla świń. Śruta poekstrakcyjna oraz makuch rzepakowy mogą mieć jednak zróżnicowaną wartość odżywczą w wyniku stosowania termicznej obróbki podczas procesu technologicznego. Z tych względów zawartość lizyny przyswajalnej jest obniżona. Dotyczy to również strawności białka ogólnego. Strawność białka i lizyny jest w związku z tym niższa niż większości innych pasz wysokobiałkowych, co należy uwzględnić przy bilansowaniu dawek pokarmowych z udziałem śruty i makuchu rzepakowego. Wyjątkiem jest makuch tłoczony „na zimno".

Niekorzystną cechą śruty poekstrakcyjnej i makuchu jest wysoki poziom włókna surowego (ok. 12%). Zawartość tego składnika jest 2-3-krotnie większa niż w poekstrakcyjnej śrucie sojowej. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa, ze względu na dużą ilość włókna surowego, charakteryzuje się niższą wartością energetyczną w porównaniu z większością innych pasz wysokobiałkowych. Stosunkowo duża zawartość tłuszczu w makuchu rzepakowym podnosi jego wartość energetyczną, co powoduje, że nie odbiega ona wyraźnie od innych pasz. Wartość energetyczna makuchu rzepakowego zależy w dużej mierze od zawartości tłuszczu surowego i zmienia się od 12,6 do 13,5 MJ EM przy wzroście poziomu tłuszczu surowego z 10 do 14%. Zawartość tłuszczu surowego w makuchach może jednak dochodzić do 20%. Średnio wartość energetyczna zmienia się o ok. 0,2 MJ EM na każdy procent tłuszczu surowego. Z uwagi na korzystny skład kwasów tłuszczowych (wysoka zawartość kwasów nienasyconych) makuch rzepakowy, zawierający znaczne ilości tłuszczu, jest nie tylko źródłem energii, ale i niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu świń.

Zawartość makro- i mikroelementów w śrucie poekstrakcyjnej i makuchu rzepakowym wskazuje, że są one stosunkowo bogatym źródłem większości niezbędnych składników mineralnych. Ilość podstawowych składników mineralnych (wapń, fosfor, magnez) jest w śrucie rzepakowej wyższa niż w śrucie sojowej. Zawartość fosforu ogólnego jest większa w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej niż w sojowej, chociaż znaczną jego część stanowi fosfor fitynowy. Powszechne obecnie stosowanie enzymu fitazy w dużym stopniu rozwiązuje problem przyswajalności fosforu z pasz roślinnych.

O przydatności pasz z rzepaku w żywieniu świń decyduje nie tylko poziom składników pokarmowych, ale również zawartość substancji antyżywieniowych, do których należą glukozynolany i produkty ich rozpadu. Pochodne glukozynolanów wpływają niekorzystnie przede wszystkim na tarczycę, powodując jej powiększenie i spadek poziomu hormonów tarczycy we krwi. Są one również, wraz ze związkami fenolowymi, odpowiedzialne za mniejszą smakowitość tej paszy. Uprawiane obecnie w kraju odmiany podwójnie ulepszone ("00") charakteryzują się stosunkowo niską zawartością glukozynolanów, a średnia ilość glukozynolanów w nasionach rzepaku wynosi od 8 do 17 μM/g. Obniżenie zawartości glukozynolanów w paszach z rzepaku może być również wynikiem procesu produkcji śruty (tostowanie) lub ogrzewania w procesie tłoczenia „na ciepło". W odmianach "00" zawartość glukozynolanów została bardzo zmniejszona, ale nie wyeliminowana. Dlatego istnieje konieczność stałej kontroli zawartości glukozynolanów w paszach z rzepaku. Tylko pasze o znanej i niskiej zawartości tych związków mogą być wykorzystywane

Tabela 1. Wartość pokarmowa pasz z rzepaku

Pasza	Białko ogólne	Lizyna	Metionina + cystyna	Włókno surowe	Tłuszcz surowy	Energia metaboliczna
	g	g	g	g	g	MJ/kg
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	350	19,0	15,8	120	20	10,7
Makuch rzepakowy	320	17,3	14,4	120	100-140 (200)	12,6-13,5
Poekstrakcyjna śruta sojowa	460	28,5	13,3	40	15	14,0
Bobik	268	17,7	5,3	73	12	12,8
Groch	209	15,0	5,2	59	13	13,9
Łubin żółty	390	19,3	11,6	140	45	12,4

w żywieniu świń w większej ilości. Czynnikiem ograniczającym stosowanie większych ilości pasz z rzepaku w mieszankach dla trzody chlewnej, a szczególnie dla młodych świń, może być ujemny wpływ tych pasz na smakowitość mieszanek.

Przydatność żywieniową nasion rzepaku ogranicza również duża zawartość włókna pokarmowego. Włókno pokarmowe (DF – dietary fibre) składa się głównie z polisacharydów nieskrobiowych (NSP) oraz polifenolowej ligniny. Zawiera ono również inne niestrawne składniki, np. białka ścian komórek roślinnych, pochodne kwasów fenolowych, oligosacharydy i taniny oraz skrobię odporną na trawienie. Włókno pokarmowe, które jest głównym składnikiem ścian komórek roślinnych, jest materiałem roślinnym odpornym na hydrolizę enzymami wydzielanymi w przewodzie pokarmowym. Włókno pokarmowe, z uwagi na negatywny wpływ na strawność składników pokarmowych, należy traktować jako związek antyżywieniowy (Buraczewska 2001, Ochodzki 1997). Na drodze hodowlanej udało się obniżyć zawartość włókna surowego, którego ilość wiąże się ściśle z zabarwieniem okrywy nasiennej. Najwięcej tego składnika zawierają nasiona czarne i ciemnobrązowe, nieco mniej żółtobrązowe, znacznie mniej – czysto żółte (Szestowicka 1993). U jarych gatunków z rodzaju *Brassica* – *B. rapa* i *B. juncea* występują naturalne formy żółtonasienne, które są wykorzystywane w hodowli. Prace nad wyhodowaniem odmian żółtonasiennych zapoczątkowano w Kanadzie i Szwecji (Słominski 1997). Łuska odmian żółtonasiennych jest cieńsza oraz zawiera mniej włókna surowego i NDF oraz lignin i polifenoli niż łuska odmian tradycyjnych. Odznacza się ona również większą strawnością białka (20 vs 0%) i energii (30 vs 2%) niż łuska odmian ciemnonasiennych. Stwierdzone różnice są prawdopodobnie wynikiem mniejszej zawartości lignin i polifenoli oraz większej zawartości białka w łusce odmian żółtonasiennych. Odmiany żółtonasienne określane są jako tzw. 000 (triple low). W badaniach własnych (Lipiński 2003) wykazano lepszą efektowność żywieniową nasion żółtonasiennych w porównaniu z tradycyjnymi w żywieniu świń. Wprowadzenie do szerokiej uprawy odmian żółtonasiennych rzepaku wymaga jednak udoskonalenia cech agrotechnicznych i zimotrwałości.

Poekstrakcyjna śruta rzepakowa jest paszą bardzo często stosowaną w żywieniu tuczników. W pierwszym okresie tuczu może być stosowana w ilości 5-8%, a w drugim 8-12%. Dopuszcza się zwiększenie udziału tej paszy w mieszankach treściwych, przy spełnieniu jednak określonych warunków. Śruta winna pochodzić z partii nasion o niskiej zawartości glukozynolanów, w której nie nastąpiło przegrzanie surowca. Ze względu na niższą wartość energetyczną i mniejszą zawartość lizyny w śrucie rzepakowej, dawki pokarmowe muszą być zbilansowane pod względem energii metabolicznej, białka i aminokwasów egzogennych. Stosowanie śruty rzepakowej w zalecanych dawkach nie wpływa ujemnie na wyniki tuczu i wskaźniki oceny poubojowej. Makuch rzepakowy może być stosowany w żywieniu tuczników w podobnej ilości. W przypadku makuchu uzyskanego w procesie „na zimno", z uwagi na możliwość występowania większej ilości związków antyżywieniowych, jego ilość w mieszankach należy ograniczyć do 10%.

Wykorzystanie śruty poekstrakcyjnej i makuchu rzepakowego w żywieniu prosiąt odsadzonych jest ograniczone. Mieszanki paszowe dla tej grupy świń muszą charakteryzować się wysokim poziomem energii oraz dużą zawartością białka i lizyny. Ponadto o osiągniętych efektach decyduje przede wszystkim ilość pobranej przez prosięta paszy. Śruta rzepakowa, ze względu na wysoką zawartość włókna oraz występujące w niej związki antyżywieniowe, charakteryzuje się niską wartością energetyczną i małą smakowitością. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa może być stosowana w mieszankach starter w ilości do 5%, a makuch do 4%. Stosowanie wymienionych pasz może być jednak dyskusyjne z ekonomicznego punktu widzenia.

W żywieniu zwierząt hodowlanych (loszki i knurki) nawet niewielkie ilości związków antyżywieniowych mają negatywny wpływ na zdrowie zwierząt, a ich efekt może się kumulować. Mając na uwadze powyższą zależność, udział pasz z rzepaku należy ograniczyć do maksymalnie 3% składu mieszanek paszowych.

Zastosowanie śruty poekstrakcyjnej i makuchu rzepakowego w mieszankach dla loch w ilości do 10% nie wpływa ujemnie na liczebność miotów oraz masę prosiąt przy urodzeniu i odsadzeniu. W niektórych badaniach zaobserwowano jednak powiększenie tarczyc i obniżenie poziomu hormonów tarczycy we krwi prosiąt ssących pochodzących od loch żywionych mieszankami zawierającymi śrutę rzepakową. Z tego względu śruta poekstrakcyjna i makuch rzepakowy w żywieniu loch karmiących powinny być stosowane ostrożnie. Zalecane ilości wynoszą do 3%. W przypadku loch prośnych udział wymienionych pasz może być nieco większy (do 5%)

Bardzo ważnym zagadnieniem, które powinno być brane pod uwagę, gdy w dawkach dla tuczników stosowane są takie pasze jak makuch rzepakowy o dużej zawartości tłuszczu, jest wpływ ww. paszy na jakość produktu poubojowego. Istotnym czynnikiem limitującym jest stosunkowo wysoka zawartość w oleju rzepakowym wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym kwasu linolowego ($C_{18:2}$) i linolenowego ($C_{18:3}$). Olej rzepakowy zawiera ok. 30% tych kwasów w sumie kwasów tłuszczowych, co daje ok. 30-60 g w kg makuchu. Wymienione kwasy tłuszczowe przechodzą z paszy do produktów zwierzęcych, w tym głównie do tłuszczu zapasowego. Wprawdzie są one bardzo pożądane z punktu widzenia żywienia człowieka, to jednak zbyt duża ich ilość w tłuszczu zwierząt

wpływa niekorzystnie na właściwości sensoryczne i możliwości przechowalnicze. Przyjmuje się, że zawartość wymienionych kwasów tłuszczowych w słoninie nie powinna być większa niż 15% sumy kwasów tłuszczowych. Poziom kwasu linolowego i linolenowego w tłuszczu zwierząt jest uzależniony od zawartości tych kwasów w paszy i mięsności świń. Przyjmuje się, że zawartość wymienionych kwasów tłuszczowych w mieszankach dla tuczników nie powinna być większa niż 18-20 g/kg (mieszanki zbożowo-sojowe zawierają ok. 10-12 g wielonienasyconych kwasów tłuszczowych). W praktycznych dawkach wartości te nie są przekraczane, gdy stosujemy zalecane dawki makuchu rzepakowego. Większą ostrożność należy zachować, gdy w dawkach jest stosowany w dużych ilościach CCM lub ziarno kukurydzy. Z uwagi na dużą ilość wymienionych kwasów tłuszczowych w tłuszczu kukurydzy, w zasadzie w takich dawkach zawartość makuchu o dużej zawartości tłuszczu powinna być o połowę mniejsza.

Na rynku dostępne są różne inne produkty modyfikowanego białka rzepaku. Fermentacja poekstrakcyjnej śruty rzepakowej z wykorzystaniem grzybni *Apergillus Niger* lub bakterii *Lactobacillus fermentum* i *Bacillus subtillis* może zmniejszyć zawartość związków antyżywieniowych w nasionach rzepaku i śrucie poekstrakcyjnej (El-Batal i Karem 2001; Rakariyatham i Sakorn 2002). Fermentacja częściowo hydrolizuje białko, zmniejszając rozmiar peptydów (Hong i in. 2004). W wyniku procesu fermentacji zawartość glukozynolanów obniża się istotnie (20,8 vs 6,1 μmol/g) (Maribo i Saur 2012). W procesie fermentacji powstaje kwas mlekowy (5-6%), który ma korzystny wpływ na mikroflorę przewodu pokarmowego oraz wpływa na poprawę zdrowotności świń. Wyniki badań wskazują, że kwas mlekowy jest równie dobrze wykorzystywany jak skrobia kukurydziana i z tego względu może być cennym źródłem energii dla świń (Everts i in. 2000). Badania produkcyjne wykazały korzystny wpływ fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej na wyniki produkcyjne rosnących świń w porównaniu z tradycyjną poekstrakcyjną śrutą rzepakową (Shi i in. 2016, Hui i in. 2017). Istotnym czynnikiem decydującym o stosowaniu wymienionych pasz w żywieniu świń jest ich cena w relacji do innych pasz wysokobiałkowych.

W ostatnim okresie pojawiła się koncepcja zastosowania fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w mieszankach paszowych niezawierających farmaceutycznych dawek tlenku cynku (Nielsen i in. 2018). Wyniki wstępnych badań w tym zakresie są obiecujące. Zastosowanie fermentowanych pasz nie ograniczyło symptomów biegunek, były one jednak mniej nasilone, a upadki przez nie spowodowane były mniejsze niż w grupie kontrolnej negatywnej (bez dodatków).

W przemyśle spożywczym i paszowym wykorzystywane są również tzw. procesy HTST (z ang. wysoka temperatura, krótki czas). W wyniku procesów HTST zachodzi szereg zmian fizykochemicznych, a więc i jakościowych. Do najważniejszych korzyści związanych ze stosowaniem wymienionych procesów w produkcji pasz zalicza się zwiększenie strawności składników pokarmowych, zmniejszenie zawartości związków antyżywieniowych oraz ograniczenie skażenia mikrobiologicznego pasz w większym zakresie niż ma to miejsce w procesie granulowania. Najczęściej stosowanym procesem HTST jest ekstruzja i ekspandowanie. Do technologii HTST należy również proces mikronizacji, który polega na krótkotrwałym termicznym oddziaływaniu promieni podczerwonych (o długości fali 1,8-3,4 μm) na materiały paszowe, takie jak ziarno zbóż czy nasiona roślin strączkowych (bobowatych). Wymienione zabiegi mogą być również stosowane do poprawy wartości pokarmowej pasz z rzepaku. Wyniki badań (Kaczmarek i in. 2019) wskazują na korzystny wpływ procesu ekstruzji makuchu rzepakowego na rezultaty tuczu świń. Zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej i oleju sojowego ekstrudowanym makuchem rzepakowym o podwyższonej zawartości oleju (21%) nie wpłynęło ujemnie na przyrosty masy ciała w poszczególnych fazach tuczu i za cały okres tuczu. Natomiast makuch rzepakowy o podwyższonej zawartości oleju, ale nieekstrudowany okazał się gorszym komponentem, bo przyrosty były mniejsze o 5% w porównaniu do grupy kontrolnej.

W podsumowaniu należy stwierdzić, że z uwagi na dużą powierzchnię uprawy rzepaku Polska należy do czołowych producentów tej rośliny. Głównym produktem otrzymywanym przy przerobie nasion rzepaku na olej jest poekstrakcyjna śruta rzepakowa i makuch rzepakowy. Upowszechnienie w uprawie odmian rzepaku "00" oraz rozwój produkcji biopaliw spowodowały, że na krajowym rynku paszowym występuje duża pula atrakcyjnej paszy wysokobiałkowej w postaci poekstrakcyjnej śruty i makuchu rzepakowego. Racjonalne wykorzystanie tych pasz uwarunkowane jest znajomością pełnej charakterystyki wartości odżywczej oraz koniecznością uwzględnienia określonych ograniczeń, które wynikają z zawartości pewnej ilości związków antyżywieniowych. ●