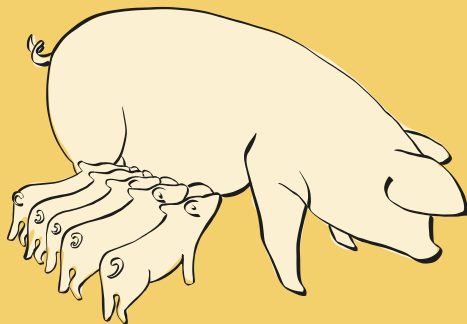




ŻYWIENIE ŚWIŃ PRODUKTAMI POCHODZENIA RZEPAKOWEGO

– podsumowanie dekady



Żywnienie świń produktami pochodzenia rzepakowego – podsumowanie dekady

Autorzy:

Prof. dr hab. Danuta Boros

specjalista w zakresie jakości surowców pochodzenia roślinnego

Prof. dr hab. Anna Czech

specjalista w zakresie fizjologii i biochemii żywienia

Dr hab. Bożena Kiczorowska

specjalista w zakresie żywienia zwierząt i paszoznawstwa

Prof. dr hab. Małgorzata Świątkiewicz

specjalista w zakresie żywienia zwierząt i paszoznawstwa

Dr Anita Zaworska-Zakrzewska

specjalista w zakresie żywienia zwierząt i paszoznawstwa

Dr Tomasz Schwarz

specjalista w zakresie organizacji produkcji i żywienia zwierząt

Koordinacja projektu: Adam Stępień, Dominika Dach

Zdjęcia: dr Tomasz Schwarz, dr Anita Zaworska-Zakrzewska, Agrolok Sp. z o.o.

ISBN: 978-83-959757-0-7

Projekt oraz skład: printomato.pl

Druk: KRM Druk sp. z o.o.



Copyright Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju

ul. Wspólna 56

00-684 Warszawa

tel: 22 628 38 06

fax: 22 628 38 09

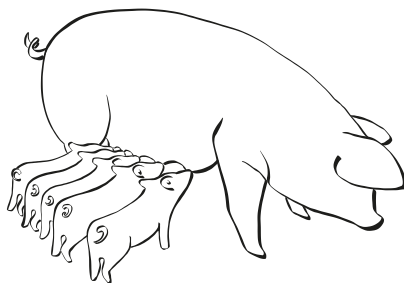
e-mail: biuro@pspo.com.pl

pspo.com.pl

paszerzepakowe.pl

Warszawa 2020

ŻYWIENIE ŚWIŃ
PRODUKTAMI
POCHODZENIA
RZEPAKOWEGO
– podsumowanie dekady



Praca zbiorowa
pod redakcją dr Tomasza Schwarza

Spis treści

1. Wstęp: Rzepak – roślina z potencjałem paszowym10
2. Skład chemiczny, wartość odżywcza
i potencjał antyodżywczy produktów rzepakowych 18
3. Strawność składników pokarmowych
w produktach paszowych z nasion rzepaku 32
4. Uszlachetnianie produktów rzepakowych
w celu poprawy wartości odżywczych 40
5. Fizjologiczne podstawy wykorzystania rzepaku
w żywieniu świń 50
6. Zalecenia i ograniczenia stosowania
produktów rzepakowych 60
7. Podsumowanie: ekonomika produkcji świń
żywionych z udziałem pasz rzepakowych 76
8. Piśmiennictwo 86



Słowo wstępne

dr Tomasz Schwarz



W roku 2010 ukazało się najbardziej dotychczas kompleksowe wydawnictwo gromadzące dane, wyniki doświadczeń i wieloletnią wiedzę z zakresu zastosowania produktów rzepakowych w żywieniu zwierząt. Monografia pod tytułem „Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt” została przygotowana przez zespół znakomitych Autorów, wybitnych specjalistów w dziedzinie żywienia zwierząt i paszoznawstwa i do dziś stanowi swego rodzaju przewodnik dla wszystkich tych, którzy chcą skorzystać z możliwości jakie niesie ze sobą zastosowanie surowców paszowych pochodzących z przetwórstwa rzepaku.

Minęło 10 lat, w czasie których ukazało się wiele nowych informacji. Praca hodowlana na odmianach rzepaku wciąż generuje znaczący postęp i pomimo iż jest to roślina w niewielkim stopniu dotknięta modyfikacjami genetycznymi, to jednak z roku na rok staje się źródłem coraz lepszych, bardziej wartościowych surowców. Rozwijane są także technologie uszlachetniania produktów paszowych poprzez ich poddawanie różnicowanym procesom: fermentacyjnym, termicznym, termo-barycznym czy termo-hydro-barycznym. Pojawiają się nowe wyniki badań, począwszy od analiz laboratoryjnych składu chemicznego ziarna i produktów ubocznych przetwórstwa, poprzez wskaźniki produkcyjne zwierząt, a na analizach ekonomicznej efektywności skończywszy. Wszystko to stało się impulsem do napisania kolejnej monografii, której celem jest uzupełnienie pierwowzoru o informacje z ostatnich 10 lat. Wydawnictwo, które oddajemy w Państwa ręce, tak właśnie należy traktować. Nie jest to całkowicie samodzielne dzieło, ale raczej forma kontynuacji tego, co zostało zapoczątkowane 10 lat temu. Dlatego znaczną część informacji ogólnych pomijamy, starając się skupić przede wszystkim na nowych danych, które modyfikują podejście i możliwości wykorzystania surowców pochodzenia rzepakowego. Mamy nadzieję, że zebrane przez nas i przedstawione w niniejszym wydawnictwie informacje, będą wartościowym źródłem praktycznej wiedzy dla wszystkich zainteresowanych wydajnym i efektywnym żywieniem świń.

Słowo wstępne PSPO



Mamy niezmierną przyjemność oddać niniejszym Państwu specjalistyczną publikację w całości poświęconą zastosowaniu pasz rzepakowym w żywieniu świń. Jej tytuł tj. „Żywnienie świń produktami pochodzenia rzepakowego – podsumowanie dekady”, nie jest przypadkowy, albowiem minęło właśnie 10 lat od pierwszej tego typu inicjatywy Polskiego Stowarzyszenia Producentów Oleju, kiedy to we współpracy z ekspertami żywieniowymi udało nam się stworzyć kompleksową broszurę na temat stosowania pasz rzepakowych w żywieniu zwierząt traktującą wówczas przeglądowo o różnych gatunkach zwierząt gospodarskich. Od tamtego czasu wiele się jednak zmieniło, szczęśliwie wiele na plus dla krajowego rzepaku i śruty rzepakowej. Nie przypadkowo bowiem rzepak jest postrzegany już nie tylko jako kluczowa krajowa roślina oleista, ale oleisto-białkowa.

Polscy rolnicy coraz chętniej sięgają po pasze rzepakowe, ale wciąż jesteśmy daleko od pełnego wykorzystania możliwości wynikających ze skali i struktury produkcji zwierzęcej oraz rodzimego potencjału wytwórczego śruty, który przecież również rozpoczyna się od lokalnego rolnictwa. Polska jest obecnie trzecim producentem rzepaku w Europie, nasze zbiory sięgały już znacznie powyżej 3 mln ton nasion, co z kolei powoduje, że przemysł olejarski jest w stanie dostarczyć na rynek relatywnie duże ilości wysokiej jakości białkowych komponentów paszowych, które z powodzeniem – na co wskazuje lektura i wnioski z tej publikacji – mogą mieć zastosowanie również w żywieniu trzody chlewnej. Można wręcz postawić tezę, że nie tylko mogą, ale wręcz powinny, co potwierdzają zarówno coraz lepsze efekty ekonomiczne jej stosowania, jak również wyniki analiz i wdrożeń terenowych jednoznacznie dowodzące na realne możliwości istotnego zwiększenia w dawce żywieniowej dla świń udziału śruty poekstrakcyjnej i makuchu rzepakowego. Surowce te, produkowane ze współczesnych odmian rzepaku stanowią bezpieczny krajowy surowiec białkowy, możliwy do zastosowania w żywieniu każdej niemal grupy technologicznej zwierząt po odsadzeniu. Aspekt ten jest nie do pominięcia zwłaszcza w dzisiejszych czasach.

Promując pasze rzepakowe wśród polskich hodowców oczywiście realnie podchodzimy do tej kwestii choćby w kontekście możliwości całkowitego zastąpienia śrutą sojowej. Wyeliminowanie importu białka paszowego jest w tej chwili niemożliwe, głównie ze względu na skalę jego zapotrzebowania, co nie oznacza jednak, że nie powinno nastąpić zwiększenie udziału krajowego surowca. Rzekapak pod tym względem daje na tle innych roślin

uprawianych w Polsce największe możliwości, dlatego skupiając się właśnie na nim podjęliśmy współpracę z najlepszymi krajowymi ekspertami żywieniowymi w celu zreasumowania najnowszej wiedzy w zakresie stosowania pasz rzepakowych w chowie świń, czego wynikiem jest niniejsza publikacja.

Zachęcamy do jej lektury podkreślając, że jej powstanie to praktyczna realizacja jednego z haseł, pod jakim staramy się promować pasze rzepakowe tzn. „Z polskich pól dla krajowej hodowli”. Broszura została bowiem zrealizowana ze wsparciem środków Funduszu Promocji Roślin Oleistych, którego elementarną częścią strategii, zgodnie z decyzjami współtworzących go producentów rzepaku, jest właśnie promocja śruty rzepakowej.





1. Wstęp Rzepak – roślina z potencjałem paszowym



W ocenie potencjału paszowego rośliny uprawnej i będącego jej pochodną surowca, należy brać pod uwagę kilka istotnych elementów determinujących możliwość zastosowania w praktycznym żywieniu zwierząt. Bez wątpienia na czoło wysuwa się wysoka zawartość, strawność i przyswajalność substancji odżywczych. Ten aspekt, choć najważniejszy, może się jednak okazać niewystarczający wobec niedoboru pozostałych istotnych elementów. Ścisłe powiązana ze składem chemicznym jest też zawartość substancji antyodżywczych, która z kolei powinna być jak najniższa. Balans pomiędzy substancjami pożądanymi i niechcianymi w surowcu paszowym wpływa na wspomnianą już strawność, ale też na kolejny istotny element oceny, jakim jest smakowitość. W żywieniu normatywnym te trzy wymienione czynniki mogą być wystarczające do pełnej oceny surowca, jednak w żywieniu praktycznym do pełnego obrazu potencjału paszowego konieczne jest uwzględnienie jeszcze kilku innych. Coraz bardziej widoczne zmiany klimatu oraz próby dostosowania niektórych roślin do uprawy na terenach niebędących ich typowym siedliskiem, spowodowały znaczące osłabienie odporności i wzrost ryzyka skażenia grzybami pleśniowymi. To z kolei przyczyniło się do zmian w agrotechnice i zwiększonego zastosowania chemicznych środków ochrony roślin. Jedno i drugie stanowi poważne zagrożenie wzrostu toksyczności pozyskiwanych surowców, która również musi być i od jakiegoś czasu jest brana pod uwagę jako kolejne kryterium oceny, zarówno produktów żywnościowych dla ludzi, jak i paszowych dla zwierząt. Kolejnym istotnym wyznacznikiem są właściwości uprawowe rozpatrywanej rośliny. Wymagania agrotechniczne, wrażliwość środowiskowa, całkowity potencjał plonowania, a także stabilność plonu pomiędzy latami są wyznacznikiem kosztów uprawy i uzyskiwania potencjalnych przychodów z produkcji. Ten bilans determinuje podaż surowca na rynku, wynikającą wprost z opłacalności jego produkcji. Ostatnim elementem praktycznym jest relacja szeroko rozumianej jakości produktu do jego ceny rynkowej, która staje się czynnikiem kreującym w ostateczny sposób popyt na dany surowiec paszowy. Jest jednak jeszcze jeden istotny czynnik, niezwiązany bezpośrednio z paszowym potencjałem, ale determinujący możliwości zastosowawcze – społeczne postrzeganie. W tym zakresie dominującym aspektem ostatnich lat jest zaliczenie rośliny do organizmów genetycznie modyfikowanych, tzw. GMO, albo przeciwnie, do roślin nonGMO. Ze względu na mnogość informacji, bardzo często przeciwstawnych, a rzadko pochodzących z wiarygodnych źródeł, GMO stało się synonimem zła w produkcji rolniczej. Sprawa stosowania GMO w produkcji jest wielowymiarowa. Ma na pewno swoje dobre strony, ale nie jest też pozbawiona złych. Bez wątpienia jednak w zakresie nastrojów społecznych GMO stało się niemal stygmatem, na czym bez wątpienia skorzystać mogą te gatunki roślin, u których odmiany GMO nie występują, lub jest ich bardzo mało.

Rzepak jest jedną z najważniejszych roślin uprawnych strefy klimatu umiarkowanego, produkowanych ze względu na konsumpcyjne potrzeby człowieka, ale też do licznych zastosowań przemysłowych. Ziarno rzepaku stanowi przede wszystkim źródło cennego oleju o bardzo wszechstronnych możliwościach wykorzystania, jednakże od wielu lat prowadzone są też prace nad poprawą i możliwością szerszego zastosowania paszowego produktów rzepakowych. Prace te obejmują wiele aspektów, począwszy od genetycznego doskonalenia odmian w celu obniżenia zawartości substancji antyodżywczych w ziarnie, poprzez rozwój technik uszlachetniania surowców i produktów rzepakowych, a skończywszy na opracowywaniu strategii żywieniowych dla różnych grup zwierząt z uwzględnieniem produkcyjnej i ekonomicznej optymalizacji zastosowania produktów pochodzenia rzepakowego w zestawieniu z innymi, komplementarnymi surowcami. Liderami w pracach nad rzepakiem i produktami pochodzącymi z jego przetwórstwa, siłą rzeczy są państwa położone w strefie klimatu umiarkowanego, jednak w tym zakresie widoczne jest znaczące zróżnicowanie efektów mierzonych jakością pozyskiwanych surowców pomiędzy krajami. Należy podkreślić, że Polska należy nie tylko do największych światowych producentów rzepaku (7. miejsce w świecie i 3. w Europie), ale co ważniejsze, jest też, obok Kanady liderem badań i wdrożeń w zakresie jakości pozyskiwanego surowca. Polskie odmiany dwuzerowe rzepaku charakteryzują się najniższą zawartością glukozyolanów, czyli substancji, które pod wpływem działania endogennego enzymu – myrozynazy, ulegają przemianom w cały zestaw substancji gorzkich – zatem pogarszających smakowość paszy, a także toksycznych, obejmujących oksazolidony, izotiocyaniany, tiocyaniany i nityle. Ma to szczególne znaczenie dla parametrów jakościowych makucho rzepakowego, który w procesie produkcji nie jest poddawany obróbce chemicznej ani termicznej, zatem nie ulega w nim unieczynnieniu wspomniany enzym.

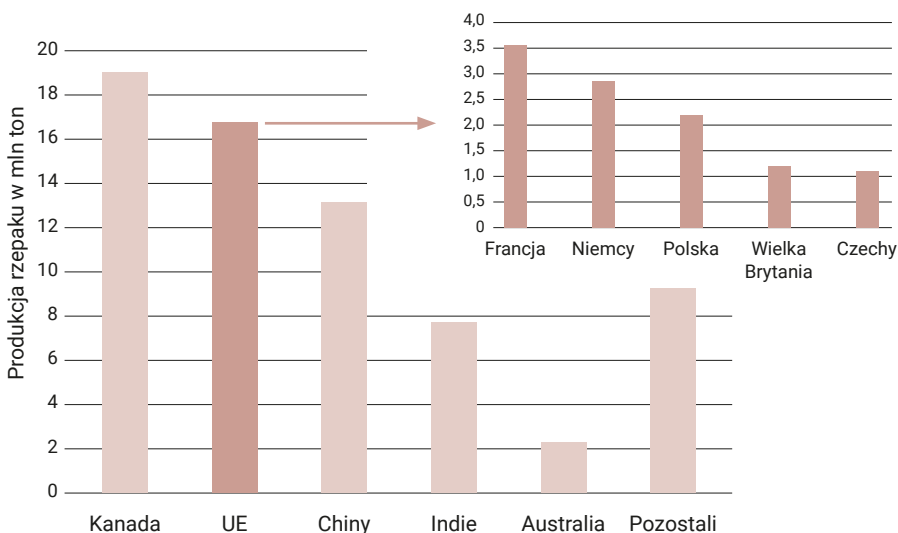
Rzepak jest rośliną należącą do rodziny kapustowatych (dawniej nazywanych krzyżowymi). Nie jest to typowa rodzina roślin oleistych, poza rzepakiem należy do niej jeszcze rzodkiew oleista, będąca rośliną o raczej marginalnym znaczeniu gospodarczym. Ma to swoje konsekwencje w postaci wielkości ziarna i jego składu chemicznego, co determinuje technologię przetwórstwa. Polski przemysł tłuszczowy jest nastawiony na przetwórstwo rzepaku, co z powodu odmienności technologii uniemożliwia szybkie wprowadzenie w większej skali przetwarzania innych roślin oleistych, w tym kreującej największe światowe zasoby tłuszczu roślinnego – soi. Rzepak zatem jest i jeszcze długo będzie jedną z najważniejszych roślin uprawnych w Polsce, a tym samym optymalne wykorzystanie wszystkich możliwości jego zastosowania jest ważnym elementem szeroko rozumianej strategii rozwoju polskiego rolnictwa, przetwórstwa rolno-spożywczego i produkcji zwierzęcej.

Światowa produkcja rzepaku waha się pomiędzy 68 a 70 mln ton ziarna surowego, co stanowi 13-15% w światowej strukturze zbiorów roślin oleistych. Mimo iż procentowy udział

rzepaku wydaje się niewielki, to jednak daje tej roślinie niekwestionowaną drugą pozycję, po dominującej niepodzielnie soi (58–60%), a przed słonecznikiem, palmą i oliwkami. Największym producentem rzepaku jest Kanada, z produkcją na poziomie 19 mln ton ziarna rocznie, co stanowi blisko 28% światowej produkcji. Drugą pozycję zajmuje Unia Europejska z wartością produkcji 16,83 mln ton, zaś trzecią Chiny (13,1 mln ton). Jak zatem widać, uprawa rzepaku skupiona jest głównie na półkuli północnej, zaś jedynym liczącym się producentem z antypodów jest Australia, z wolumenem produkcji nieznacznie tylko przewyższającym Polskę (Wyk. 1.1.).

Niewątpliwą zaletą rzepaku są niezbyt wygórowane wymagania agrotechniczne przy relatywnie wysokiej odporności zapewniającej stabilny plon, o wartości oscylującej na poziomie 2,5 do 3,5 ton z hektara. Przy stosunkowo wysokiej cenie ziarna, zapewnia to opłacalność uprawy na poziomie gospodarstwa i tym samym w skali makroekonomicznej stabilność powierzchni upraw z relatywnie niewielkimi fluktuacjami, ale bez długookresowej tendencji spadkowej. W ostatnich latach w Polsce powierzchnia ta oscyluje na poziomie pomiędzy 800 a 950 tys. ha. Pewną tendencję spadkową odnotowano w ostatnich latach we Francji i w Niemczech, jednak w obu przypadkach było to połączone ze wzrostem efektywności upraw wyrażonym wartością plonu, która średnio przekroczyła 3 t z ha. Jedynym krajem, w którym odnotowano radykalny spadek powierzchni upraw jest Wielka Brytania, gdzie obecny obszar jest o ok. 50% mniejszy niż średnia wartość ostatniej dekady (Wyk. 1.2.).

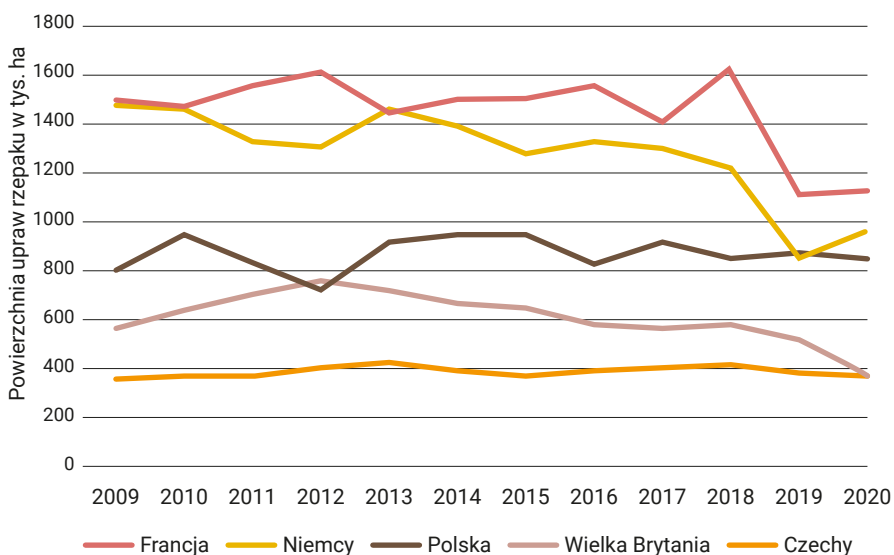
Wyk. 1.1. Najwięksi na świecie i w Europie producenci rzepaku.



(źródło danych: Statista i Eurostat)

Stabilność dostaw surowca do produkcji oleju rzepakowego stanowi gwarancję utrzymania wolumenu produkcji paszowych produktów rzepakowych, jednak istotnym elementem determinującym uzysk produktów ubocznych jest też efektywność zastosowanego procesu pozyskiwania oleju. Mniej efektywny proces tłoczenia 1 tony ziarna pozostawia ok. 680 kg makuchu, zaś bardziej efektywna ekstrakcja ok. 600 kg śrutu poekstrakcyjnej. Różnica wynika z ilości tłuszczu, jaka pozostaje w produkcie ubocznym do potencjalnego zastosowania paszowego.

Wyk. 1.2. Powierzchnia uprawy rzepaku w krajach będących wiodącymi producentami europejskimi



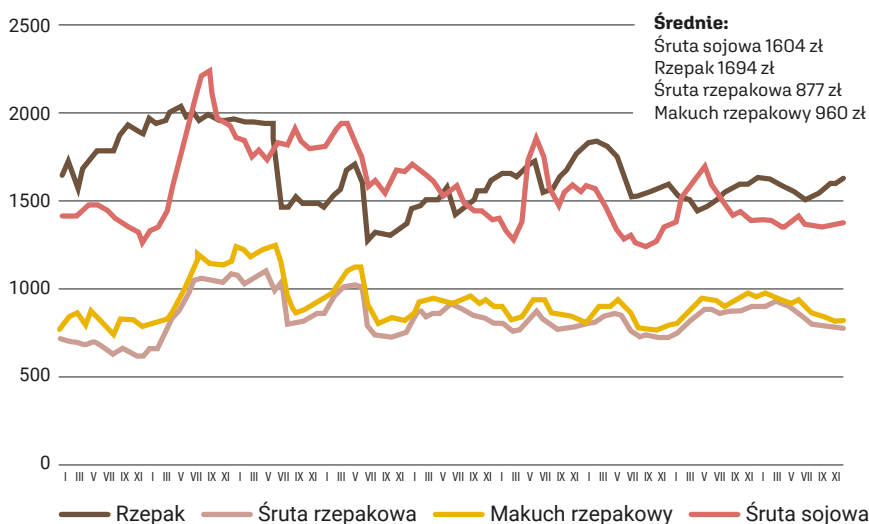
[źródło danych: Eurostat]

Pomimo wielu lat badań i niemal równie długiej historii zastosowania produktów rzepakowych, są to surowce wciąż budzące wiele kontrowersji w zakresie ich postrzegania jako źródła substancji odżywczych dla zwierząt gospodarskich. W powszechnym mniemaniu są to produkty o znacząco obniżonej wartości paszowej, możliwe do zastosowania jedynie przy uwzględnieniu bardzo restrykcyjnych standardów ograniczających ich zawartość w dawce pokarmowej, a i to tylko dla niektórych grup zwierząt. Od kilku lat notowany jest ciągły postęp ich wykorzystania w żywieniu bydła. Jest to jednak postęp nieco wymuszony polityką anty GMO, w której nurcie jako jedno z ośrodków wiodących znalazły się mleczarnie. Spowodowało to konieczność zaprzestania stosowania poekstrakcyjnej śrutu sojowej i opracowanie systemów żywienia krów mlecznych, obejmujących surowce mniej kontro-

wersyjne dla konsumentów, nawet jeżeli budzące wątpliwości producentów mleka. Bilans znacznie poszerzonego zastosowania poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu krów mlecznych wydaje się jednak nie wpływać negatywnie na średnie krajowe wskaźniki wydajności mlecznej. Wydaje się zatem, że optymalizacja dawek paszowych z zastosowaniem właściwie dobranych surowców komplementarnych daje możliwość bezpiecznego stosowania produktów rzepakowych na znacznie szerszą niż dotychczas uważano skalę. Należy jednak odpowiedzieć na pytanie, czy podobnie dobre wskaźniki możliwe są do uzyskania w żywieniu zwierząt monogastrycznych.

Surowe nasiona rzepaku nie są zwykle brane pod uwagę jako surowiec paszowy przede wszystkim ze względu na to, że byłoby to marnotrawstwo cennego surowca dla przemysłu tłuszczowego. Ale to nie jedyny powód. Wysoka zawartość tłuszczu, oscylująca na poziomie 44%, mogłaby być przyczyną poważnych zaburzeń w funkcji przewodu pokarmowego zwierząt żywionych surowym ziarnem, a pełny zestaw nienaruszonych w swojej formie i strukturze substancji antyodżywczych powodowałby pogorszenie wskaźników produkcyjnych. Bardzo ważne są też relacje ekonomiczne. Produkty uboczne pozyskiwane po tłoczeniu lub ekstrakcji tłuszczu są, co do zasady, znacząco tańsze od surowego ziarna. Były co prawda podejmowane próby stosowania surowych nasion rzepaku w żywieniu świń i przy ograniczonej zawartości w mieszance kończyły się one sukcesem (Tab. 6.2.), jednak wysokie koszty każą przypuszczać, że w praktycznym żywieniu rozwiązania te nie będą powszechnie stosowane. Szukając ograniczenia kosztów należy zwrócić się jednak w stronę tańszych produktów pozostałych po pozyskaniu oleju. Czy niższa cena oznacza w tym przypadku gorszą jakość? Zdecydowanie nie, ponieważ inne nie znaczy gorsze. Ekstrakcja i/lub tłoczenie pozwala wydobyć z ziarna to, co najcenniejsze dla człowieka, pozostawiając w nim to, co ma większą wartość dla zwierząt, przede wszystkim białko. To dlatego rośliny oleiste są tak cennymi surowcami, ponieważ pozwalają na bardzo szerokie i wszechstronne wykorzystanie, z multiplikacją przychodu. Jednak szczególnej wartości w tym zakresie nabierają rośliny uprawiane w kraju, w którym mają być wykorzystane, bo wówczas cały łańcuch produkcji i generowania przychodu pozostaje na miejscu. Stąd tak szczególna pozycja rzepaku w strukturze polskiego rolnictwa. Średnioroczne ceny surowego ziarna rzepaku są zbliżone do cen importowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej. Natomiast pozyskiwane z rzepaku makuch lub śruta poekstrakcyjna są średnio od 40 do 50% tańsze. Analiza długookresowa pokazuje co prawda znaczące fluktuacje cenowe, które powodują krótkotrwałe występowanie nietypowych zjawisk w bilansie ekonomicznym tych surowców, jednak wartości średnie wyraźnie pokazują ich niższą cenę (Wyk. 1.3.).

Wyk. 1.3. Porównanie cen rynkowych śruty sojowej i produktów rzepakowych w latach 2010–2019

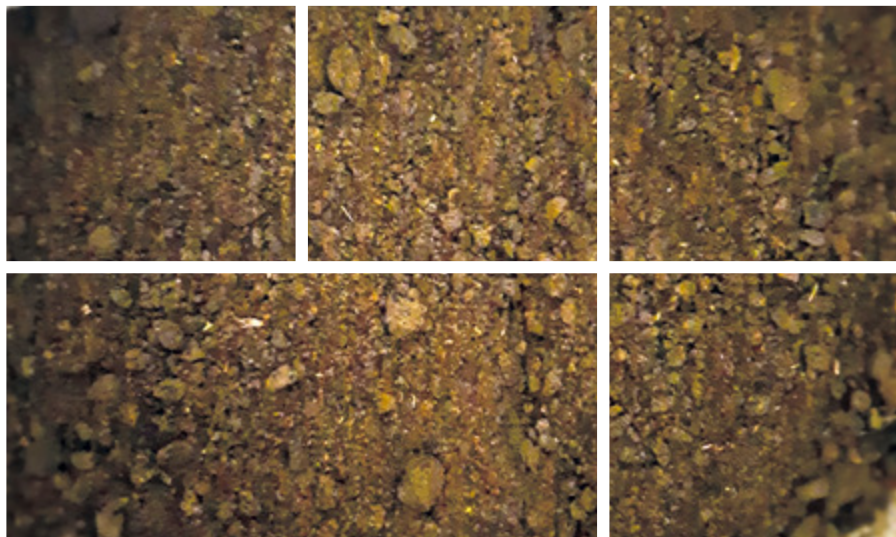


(źródło danych: Projekt ENERGYFEED)

Dlaczego produkty rzepakowe postrzegane są jako gorsze od stanowiącej standard surowców wysokobiałkowych poekstrakcyjnej śruty sojowej? Czy to postrzeżenie jest słuszne? I wreszcie, czy można zastosować dodatkowe procedury uszlachetniające, pozwalające poprawić wartość paszową surowców pochodzenia rzepakowego? Na te pytania postaramy się odpowiedzieć w niniejszym opracowaniu w sposób jak najbardziej wyczerpujący i w oparciu o najnowszą wiedzę.



2. Skład chemiczny, wartość odżywcza i potencjał antyodżywczy produktów rzepakowych



Rzepak jest najważniejszą rośliną białkową w Polsce. Uprawiany ze względu na dużą zawartość oleju w nasionach, jest również bardzo ceniony za produkty pozostające po odolejeniu nasion, wykorzystywane w żywieniu zwierząt jako realne, alternatywne zamienniki importowanej śrutu sojowej. Produktami pozostającymi po odolejeniu nasion rzepaku są śruta poekstrakcyjna oraz makuch.

Poekstrakcyjna śruta rzepakowa to materiał paszowy powstający po tłoczeniu oleju z nasion rzepaku poddanych procesowi ciągłej ekstrakcji rozpuszczalnikami organicznymi, o zawartości od 2 do 4% tłuszczu.

Makuchem (wytłokiem) **rzepakowym** nazywamy natomiast materiał paszowy powstający w wyniku tłoczenia mechanicznego oleju z nasion rzepaku, bez udziału rozpuszczalników organicznych, które zawierają od 9 do 18% tłuszczu.

Wiele autorytetów z zakresu żywienia zwierząt i paszoznawstwa postuluje, by śrutę poekstrakcyjną i makuch rzepakowego nie nazywać produktami ubocznymi przemysłu olejarskiego a koproduktami, to jest produktami wytwarzanymi równocześnie z olejem, o dużej wartości użytkowej. Odnosi się to w szczególności do śrutę rzepakowej jako paszy wysokobiałkowej, najważniejszego źródła białka paszowego w naszym kraju. Śruta rzepakowa nie wymaga dalszego rozdrabniania, a niska ilość tłuszczu oraz mała wilgotność umożliwia długoterminowe przechowywanie, bez zmian jakości surowca.

Poprawa genetyczna jakości nasion – surowca do produkcji pasz rzepakowych

Produkowane w Polsce pasze rzepakowe pochodzą wyłącznie z odmian rzepaku podwójnie ulepszonych („00”), to jest z odmian o bardzo niskiej zawartości kwasu erukowego oraz ponad dziesięciokrotnie obniżonej zawartości glukozyolanów w nasionach.

Kwas erukowy w oleju był poważnym problemem. Przy dużym spożyciu kwas ten działa szkodliwie na narządy mięsiste jamy brzusznej, powodując stłuszczenie wątroby i nerek,

a nawet uszkodzenie mięśnia sercowego. Wyselekcjonowanie na początku lat sześćdziesiątych minionego wieku genetycznego źródła niskoerukowości oleju, w nasionach odmiany Liho, zapoczątkowało hodowlę rzepaku o obniżonej istotnie zawartości kwasu erukowego.

Glukozynolany (tioglukozydy) są to z kolei najbardziej znane składniki rzepaku odpowiedzialne za działanie antyżywniowe, a nawet toksyczne, śruty rzepakowej w żywieniu zwierząt. Związki te w postaci natywnej charakteryzują się gorzkim smakiem, stąd pogarszały smakowitość mieszanek paszowych zawierających śrutę rzepakową. W warunkach większego nawilgotnienia nasion glukozynolany łatwo ulegają rozkładowi pod wpływem działania merozyny, enzymu znajdującego się w nasionach rzepaku. Produkty degradacji glukozynolanów powodują uszkodzenie wątroby i nerek oraz zaburzą gospodarkę jodem w organizmie, przyczyniając się do dysfunkcji tarczycy, przerostu jej masy i powstania wola tarczycowego. Gorzkie odmiany rzepaku zawierały około 150–170 mikromoli/g glukozynolanów w nasionach. Z odkryciem pod koniec lat sześćdziesiątych XX wieku genetycznego źródła niskoglukozylanowości w nasionach polskiej odmiany Bronowski, rozpoczęto prace hodowlane nad obniżeniem zawartości glukozynolanów w rzepaku.

Wyhodowanie odmian podwójnie ulepszonych, o niskiej zawartości kwasu erukowego i obniżonej zawartości glukozynolanów, było kamieniem milowym w historii hodowli rzepaku. W żadnej innej roślinie uprawnej nie dokonał się tak szybki postęp hodowlany, jak w rzepaku. Zmienił on istotnie wartość użytkową nasion rzepaku, zarówno jako surowca dla przemysłu tłuszczowego, jak i paszowego oraz paliwowego.

Aktualnie w Krajowym Rejestrze jest wpisanych 148 odmian „00”, z których większość stanowią wysokoplonujące odmiany mieszańcowe. Uprawiane w Polsce odmiany rzepaku charakteryzują się poniżej 1% ilością kwasu erukowego w oleju, chociaż Komisja Kodeksu Żywnościowego w ramach Wspólnego Programu dla Norm dotyczących Żywności (*Codex Alimentarius*) dopuszcza zawartość do 2% tego kwasu w oleju rzepakowym. Odmiany charakteryzują się ponadto bardzo niską zawartością glukozynolanów w nasionach, co jest wynikiem przyjętego w naszym kraju w 1996 roku limitu dopuszczalnej ilości tych związków w nasionach odmian wpisywanych do Krajowego Rejestru, która nie może przekraczać 15 mikromoli/g nasion. Wyznaczony limit glukozynolanów w nowo rejestrowanych odmianach rzepaku w Polsce jest niższy o 3 mikromole/g nasion od limitu obowiązującego od 2013 roku w Katalogu Europejskim. Tak niska zawartość glukozynolanów w odmianach rzepaku jest osiągnięciem na skalę światową polskich naukowców i hodowców, dzięki czemu rodzima śruta rzepakowa cieszy się wysoką renomą na rynkach zagranicznych.

Należy podkreślić, że olej rzepakowy z nasion odmian podwójnie ulepszonych rzepaku jest olejem uniwersalnym, nadającym się do celów spożywczych i przemysłowych. Jest jednocześnie olejem jadalnym uznanym za najzdrowszy w żywieniu człowieka, ze względu na bardzo niską zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (6%) oraz bardzo dobrą kompozycję niezbędnych, nienasyconych kwasów tłuszczowych, to jest kwasu alfa-linolowego (omega 6; 18–22%) i kwasu alfa-linolenowego (omega 3; 10–13%) o właściwym wzajemnym ich stosunku ilościowym, jak 2:1, oraz o podobnej jak w oliwie z oliwek zawartości kwasu oleinowego (56–68%). Z uwagi na skład i właściwości olej rzepakowy, zwany „oliwą północy” stał się jednym z najczęściej spożywanych tłuszczów roślinnych w naszym kraju. Olej rzepakowy znajduje zastosowanie również w żywieniu zwierząt, do uzupełnienia wartości energetycznej paszy oraz jako źródło kwasu linolenowego.

Składniki pokarmowe

Zawartość tłuszczu pozostająca w produktach po odolejeniu nasion rzepaku ma znaczący wpływ na ich skład chemiczny. Śruta rzepakowa jest produkowana przez duże zakłady tłuszczowe, które wykorzystują podobną technologię, stąd różnice w zawartości tłuszczu pomiędzy śrutami są niewielkie. Inaczej wygląda to w przypadku makuchu rzepakowego. Produkt ten powstaje w wyniku tłoczenia oleju z nasion rzepaku prasami o różnej wielkości i sile zgniotu. W zależności od prasy użytej do odolejania nasion, ilość tłuszczu pozostająca w makuchu może być dość zróżnicowana, znacznie większa niż w śrucie poekstrakcyjnej i wpływa na zawartość w nim białka oraz innych składników. Spotyka się dane stwierdzające 7% tłuszczu, ale także ponad 20% tłuszczu w makuchu rzepakowym. Olej jest składnikiem energetycznym, **dlatego wartość energetyczna makuchu rzepakowego jest wyższa, natomiast zawartość białka niższa niż w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej.**

Znajomość zawartości składników pokarmowych i antyżywniowych każdego surowca pozwala na optymalne jego wykorzystanie w żywieniu różnych grup zwierząt gospodarskich. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa jest produktem najbardziej rozpowszechnionym w żywieniu zwierząt, dlatego skład chemiczny produktów otrzymanych po odolejeniu nasion zostanie omówiony na jej przykładzie. W niniejszym opracowaniu przedstawiono skład chemiczny śruty rzepakowej o 10% wilgotności i 3% zawartości tłuszczu. Wyniki są wartościami średnimi śrut rzepakowych, uzyskanych w warunkach laboratoryjnych z nasion 111 odmian rzepaku ozimego. Olej, po wcześniejszym rozdrobieniu nasion, ekstrahowano heksanem na gorąco. Pozostałość rozpuszczalnika w uzyskanej śrucie odparowano. Tak uzyskane śruty miały średnio około 2,9% tłuszczu. Nasiona rzepaku pochodziły z doświadczeń odmianowych COBORU z dwóch lat badań.

Tabela 2.1. Zawartość składników pokarmowych w śrucie rzepakowej – porównanie ze śrutą sojową

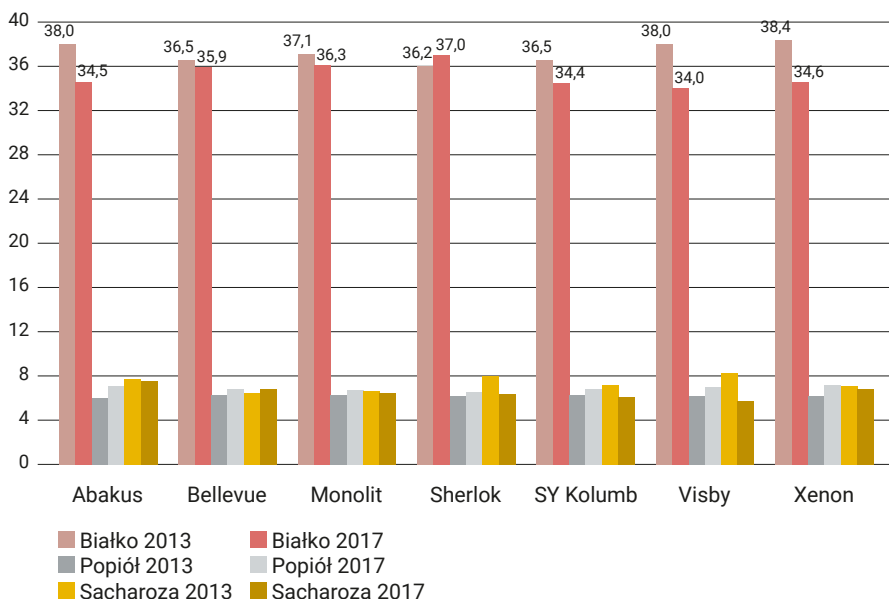
Składnik pokarmowy	Śruta rzepakowa		Zmienność [%]	Śruta sojowa
	w. średnia	zakres		
Liczba analizowanych próbek:	111			9
Białko ogółem	36,5	32,8–40,9	5	43,6
Popiół surowy	6,8	6,1–7,7	5	7,3
Sacharoza	6,9	5,6–8,7	10	6,4
Tłuszcz surowy	3,0			2,0
Suma składników odżywczych	53,2	49,4–57,3	3	59,5

Wyniki są podane w procentach w przeliczeniu na 90% suchej masy oraz 3% tłuszczu w odniesieniu do śruty rzepakowej i 2% do śruty sojowej.

Poekstrakcyjna śruta rzepakowa w powietrznie suchej masie ma od 33 do 41% białka, przy średniej zawartości 36,5% białka, jest zatem dobrym źródłem tego składnika przy komponowaniu mieszanek paszowych (Tab. 2.1.). Zmienność zawartości białka w analizowanych śrutach rzepakowych była mała, na poziomie 5%, jednakże różnica między wartościami skrajnymi wyniosła 8 jednostek procentowych. Biorąc pod uwagę sposób zaopatrywania się w surowiec przez zakłady tłuszczowe, w przemysłowym przerobie nasion rzepaku takie różnice między różnymi partiami produkowanej śruty raczej nie występują. Wartości spotykane w różnych opracowaniach w odniesieniu do śruty rzepakowej oscylują najczęściej w granicach 35 do 38% białka. Poza białkiem w śrucie rzepakowej jest około 7 procent składników mineralnych, oznaczanych jako popiół surowy, w zakresie od 6 do blisko 8%. Śruta rzepakowa uważana jest za dobre źródło wapnia, selenu oraz fosforu, występujący jednakże w formie fitynianów, z przyswajalnością oszacowaną w zakresie 30–50% całkowitej ilości fosforu. Śruta rzepakowa zawiera tylko śladowe ilości skrobi (poniżej 1%), a znaczącym składnikiem węglowodanowym jest w niej sacharoza. Spośród składników odżywczych w śrutach sacharoza jest najbardziej zmiennym składnikiem, jej ilość wahała się od około 6 do prawie 9%, przy 7% wartości średniej. Sacharoza razem z tłuszczem są podstawowymi składnikami energetycznymi śruty rzepakowej. Suma zawartości białka, składników mineralnych, węglowodanów oraz tłuszczu wyznacza zawartość składników odżywczych w śrucie rzepakowej. Pod pojęciem składniki odżywcze bądź pokarmowe rozumie się substancje zawarte w pożywieniu, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Zalicza się do nich także witaminy. Składniki odżywcze spełniają trzy podstawowe funkcje w organizmie:

budulcową (białko, składniki mineralne), energetyczną (węglowodany, tłuszcze) oraz regulującą (witaminy, składniki mineralne). Sumaryczna zawartość składników odżywczych może wstępnie określać wartość odżywczą danego surowca paszowego. Śruty rzepakowe w niewielkim stopniu różniły się pod względem sumy składników odżywczych (zmiennosc 3%), ze średnią ilością 53%, w zakresie od 49 do 57%. Wartość tej cechy była praktycznie zależna tylko od zmienności zawartości białka w śrucie. Zawartość białka jest także główną cechą różnicującą zawartość składników odżywczych w śrucie rzepakowej i śrucie sojowej. Śruta sojowa uzyskana w warunkach laboratoryjnych, w taki sam sposób jak śruta rzepakowa, była od śrutu rzepakowej o 7 jednostek procentowych bogatsza w białko. Pozostałe składniki pokarmowe w obu śrutach były na prawie takim samym poziomie.

Wyk. 2.1. Zawartość procentowa składników pokarmowych w śrucie rzepakowej w zależności od odmiany i roku zbioru nasion



Skład chemiczny śrutu rzepakowej jest zależny od odmiany rzepaku, z której została wyprodukowana, ale także od warunków środowiska, w jakich rzepak był uprawiany. Często wpływ czynników biotycznych (choroby i szkodniki) i abiotycznych (przebieg warunków pogodowych w okresie wegetacji, rodzaj i zasobność gleby, nawożenie, stosowanie środków ochrony) jest większy niż wpływ czynnika genetycznego, czyli odmiany. Reakcja tych samych odmian rzepaku na zmienne warunki środowiska może być znacznie zróżnicowana (Wyk. 2.1.).

Jakość białka jest uwarunkowana koncentracją w nim aminokwasów egzogennych. Im białko jest bogatsze w te aminokwasy tym jest ono bardziej wartościowe. Aminokwasy egzogenne nie są syntetyzowane w organizmie zwierząt i muszą być dostarczone z pokarmem. Dlatego tak ważne jest zbilansowanie poszczególnych aminokwasów egzogennych w mieszance paszowej, gdyż są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu zwierząt i do osiągnięcia jak najlepszych efektów produkcyjnych. Mieszanka dobrze skomponowana, oprócz odpowiedniej ilości białka, powinna w pełni pokryć zapotrzebowanie zwierząt na te aminokwasy. Stąd znajomość składu aminokwasowego białka w surowcach do produkcji pasz jest tak istotna.

Tabela 2.2. Procentowa zawartość aminokwasów egzogennych w białku i śrucie oraz wskaźniki jakości białka *in vitro* śrutę rzepakową – porównanie ze śrutą sojową

Składnik pokarmowy	Śruta rzepakowa		Śruta sojowa	
	AA w białku	AA w śrucie	AA w białku	AA w śrucie
Białko ogółem	36,5		43,9	
Aminokwasy egzogenne i półegzogenne*				
Lizyna	5,96	2,21	6,29	2,76
Metionina	1,92	0,71	1,36	0,60
Cystyna*	2,31	0,86	1,42	0,62
Treonina	4,26	1,58	3,63	1,59
Izoleucyna	4,06	1,51	4,26	1,87
Leucyna	6,52	2,42	7,08	3,11
Walina	5,41	2,10	4,60	2,02
Tyrozyna*	2,64	0,98	2,77	1,21
Fenylalanina	3,70	1,37	4,53	1,99
Histydyna	2,61	0,97	2,48	1,09
Suma EAA**	39,50	14,7	38,4	16,9
Wskaźnik CS***	68,2		48,7	
Aminokwas ograniczający	Phe+Tyr		Met+Cys	

*Cystyna i tyrozyna – aminokwasy półegzogenne, mogą być syntetyzowane odpowiednio z metioniny i fenylalaniny przy dostatecznej ilości.

**Suma EAA – suma aminokwasów egzogennych.

***CS – chemiczny miernik jakości białka, inaczej wskaźnik aminokwasu ograniczającego. Wylicza się go jako stosunek procentowy zawartości aminokwasu egzogenego w białku badanym do zawartości tego samego aminokwasu w białku wzorcowym (tu – białko jaja kurzego).

Białko rzepekowe charakteryzuje się dobrze zbilansowanym składem aminokwasowym i jest on korzystniejszy w porównaniu do profilu aminokwasowego białka sojowego (Tab. 2.2.). Śruta rzepekowa ma więcej cystyny, metioniny, treoniny, waliny i histydyny, lecz nieco mniej lizyny, izoleucyny, leucyny, tyrozyny i fenyloalaniny. Suma aminokwasów egzogennych w białku śruty rzepekowej jest w efekcie nieco większa (39,5%) od sumy tych aminokwasów w białku śruty sojowej (38,4%). O wysokiej jakości białka rzepekowego świadczy również wartość wskaźnika CS. Fenyloalanina i tyrozyna są aminokwasami w pierwszym rzędzie ograniczającymi wykorzystanie białka śruty rzepekowej, co oznacza, że te aminokwasy występują w najmniejszej ilości w stosunku do zawartości aminokwasów w białku wzorcowym. Wskaźnik aminokwasu ograniczającego wskazuje na stopień wykorzystania białka ogółem. Białko rzepekowe mogłoby być w około 68% wykorzystane *in vivo*. Jest to wartość znacznie wyższa niż wyliczona dla białka śruty sojowej. Mała koncentracja aminokwasów siarkowych pozwala na 49% wykorzystanie białka śruty sojowej.

Składniki antyżywieniowe

Limity stosowania śruty rzepekowej w żywieniu różnych grup zwierząt są związane z obecnością składników, które ograniczają bądź uniemożliwiają wykorzystanie w pełni składników odżywczych, lub mają nawet szkodliwy wpływ na organizm zwierząt, w efekcie pogarszają efekty produkcyjne. Określane są one ogólnie jako składniki antyżywieniowe.

Glukozyolany

Są najbardziej znanymi składnikami o charakterze antyżywieniowym przy stosowaniu śruty rzepekowej w paszach dla zwierząt. Limity obowiązujące w Polsce przy rejestrowaniu nowych odmian spowodowały, że zawartość glukozyolanów ogółem w nasionach odmian rzepek uprawianych w Polsce jest mała. **Średnia zawartość glukozyolanów w badanych odmianach wyniosła średnio 12,4 mikromoli/g nasion, w zakresie od 8,3 do 15,8 mikromoli/g.** Rodzi się pytanie, czy przy tej ilości glukozyolany są dalej problemem w żywieniu zwierząt? W literaturze nie ma jednomyślności w tym względzie i jest to prawdopodobnie związane z różnym poziomem tolerancji glukozyolanów w paszach przez różne gatunki i grupy zwierząt. Drób np. toleruje bardzo niski poziom glukozyolanów w paszy. W badaniach, ujemną krzywoliniową zależność między glukozyolanami w mieszance doświadczalnej a spożyciem lub wzrostem zwierząt odnotowano, gdy ilość tych związków przekroczyła 3,3 mikromole/g. Są też dane wskazujące, że zawartość 0,5 mikromola w gramie mieszanki paszowej wyznacza górną granicę glukozyolanów bez skutków negatywnych.

Związki fenolowe

Rzepak charakteryzuje się największą zawartością związków fenolowych (polifenolowych) wśród roślin oleistych, chociaż należy nadmienić, że występują one tylko w niewielkich ilościach w nasionach. Nieco więcej tych związków oznacza się w śrutach. W naszych badaniach śruty rzepakowe miały ogółem od **17,2 do 23,9 mg/g śruty związków fenolowych**, przy średniej zawartości około 18 mg/g (Tab. 2.3.). Śruta sojowa miała tych związków średnio pięciokrotnie mniej (3,3 mg/g). Są dane wskazujące na jeszcze większe różnice w zawartości związków fenolowych między tymi śrutami. Głównymi związkami fenolowymi rzepaku są kwasy fenolowe oraz taniny skondensowane. Kwasy fenolowe występują w formie nierozpuszczalnej (związanej) i rozpuszczalnej (wolnej, zestyfikowanej). Najwięcej jest kwasu sinapowego, który z choliną tworzy ester sinapinę. Ester ten poprzez gorzki smak może pogarszać smakowość mieszanek paszowych zawierających śrutę rzepakową, a tym samym obniżyć jej spożycie i parametry produkcyjne karmionych zwierząt, brojlerów w szczególności. W literaturze są jednakże dostępne dane wskazujące, że mimo gorzkiego smaku sinapina z racji niewielkiej ilości w śrucie rzepakowej nie wpływa negatywnie na spożycie i przyrosty karmionych kurcząt brojlerów. Jako ciekawostka, w doświadczeniach na kurczętach ekstrakt oczyszczonej sinapiny poprawiał energię metaboliczną i strawność białka diety doświadczalnej, co pozwoliło wnioskować, że nie powinno się jej zaliczać do składników antyżywniowych, a raczej za składnik mający unikalny, pozytywny wpływ na wykorzystanie składników pokarmowych i funkcję jelit. U ras kur niosek znoszących jaja z brązową skorupką sinapina była odpowiedzialna za „rybi” smak jajek. Taniny w rzepaku, znajdujące się głównie w łusce, nie mają tak negatywnego wpływu na smakowość i strawność białka, jak w nasionach niektórych roślin bobowatych. Ich zawartość w śrucie rzepakowej jest bardzo zmienna, wynosi od 0,5–3%, zależna nie tylko od genotypu i środowiska, ale także od zastosowanej metodyki oznaczania. Wyniki badań wskazują, że większość związków fenolowych, włączając taniny, są usuwane w procesie ekstrakcji oleju, stąd śruta rzepakowa zawiera zwykle mniej niż 1,5% tanin.

Tabela 2.3. Składniki antyżywniowe śruty rzepakowej – porównanie ze śrutą sojową

Składnik pokarmowy	Śruta rzepakowa		Zmienność [%]	Śruta sojowa
	w. średnia	zakres		
<i>Liczba analizowanych próbek:</i>	<i>111</i>			<i>7</i>
Związki fenolowe [mg/g]	17,7	17,2–23,9	9	3,3
Włókno pokarmowe ogółem	36,1	30,4–40,5	5	24,1
<i>w tym:</i>				
Polisacharydy nieskrobiowe	14,7	11,1–17,8	8	12,3
Oligosacharydy	1,9	1,2–2,9	28	6,1
Kwasy uronowe	5,2	4,0–6,9	10	2,4
Lignina	14,3	10,2–17,9	10	3,3
<i>w tym:</i>				
Polisacharydy niecelulozowe	9,6	8,6–10,5	4	n.o.
Arabinogalaktany	3,0	2,5–3,5	6	n.o.
Arabiniany	3,5	3,9–3,1	6	n.o.

Wyniki są podane w procentach w przeliczeniu na 90% suchej masy oraz 3% tłuszczu w odniesieniu do śruty rzepakowej i 2% do śruty sojowej.

Kwas fitynowy

Śruta rzepakowa jest dobrym źródłem fosforu. W dojrzałych nasionach jest go od 0,7–1,4%, w 85% występuje w formie kwasu fitynowego i jego soli: wapniowych, magnezowych i potasowych. W takiej formie fosfor jest niedostępny dla zwierząt nieprzeżuwających. Z uwagi na swoje silne właściwości chelatujące (zdolność wiązania z innymi składnikami) z metalami dwuwartościowymi (cynk, miedź, mangan, wapń, magnez i żelazo) oraz białkami, kwas fitynowy ogranicza wykorzystanie białka i składników mineralnych z mieszanki paszowej. W przewodzie pokarmowym może tworzyć także kompleksy z enzymami trawiennymi (amylazą, tripsyną, peptydazami), co w konsekwencji jeszcze bardziej obniża strawność białka, ale również skrobi. W ramach projektu ProRapeSeed, którego realizacja zakończyła się w bieżącym roku, analizowaliśmy 148 odmian rzepaku ozimego, wybranych z kolekcji zgromadzonej w Banku Genów, m.in. pod kątem zawartości kwasu fitynowego. Śruty otrzymane z nasion tych odmian miały **od 2,7 do 4,2% kwasu fitynowego** w masie beztłuszczowej, co w przeliczeniu na fosfor fitynowy wynosi 0,76–1,18%.

Zawartość średnia **kwasu fitynowego i fitynianów** była na poziomie, odpowiednio **3,4%** oraz **0,96%**.

Włókno pokarmowe

Duża zawartość włókna jest uznana obecnie za główny czynnik odpowiedzialny za niską strawność białka rzepaku. Generalnie pod pojęciem włókna rozumiemy składniki ściany komórkowej roślin, które nie są trawione przez enzymy przewodu pokarmowego zwierząt, ale mogą być w różnym stopniu wykorzystane przez mikroflorę jelitową. Włókno nie jest jednorodnym związkiem chemicznym, tylko grupą składników zdefiniowanych metodą analityczną zastosowaną do ich oznaczenia. W analizie chemicznej pasz spotykamy się z takimi określeniami włókna jak: włókno surowe, włókno detergentowe kwaśne, włókno detergentowe neutralne oraz włókno pokarmowe. Pokróćce przybliżę, co rozumiemy pod tymi pojęciami i jakie związki każde z tych rodzajów włókna obejmuje.

Włókno surowe (CF) – jest pozostałością po ekstrakcji mocnym kwasem, a następnie mocną zasadą. Metodą oznacza się niecałą ilość ligniny i celulozy w materiale.

Kwaśne włókno detergentowe (ADF) – jest to pozostałość po ekstrakcji mocnym kwasem i roztworem detergentu (bromek cetylotrimetyloamoniowy). Stosując tę metodę oznacza się całkowitą zawartość ligniny i celulozy w materiale.

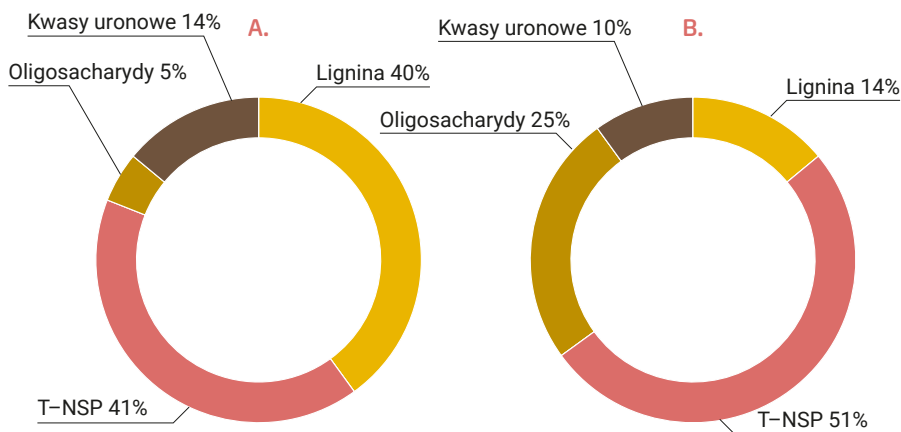
Neutralne włókno detergentowe (NDF) – jest to pozostałość po ekstrakcji roztworem detergentu (laurylosiarczan sodu). Przy stosowaniu tej metody oznacza się wszystkie nierozpuszczalne składniki ściany komórkowej: ligninę, celulozę i hemicelulozy.

Włókno pokarmowe (TDF) – jest to pozostałość po ekstrakcji mieszaniną enzymów trawiennych i korekcie na niestrawne białko lub jako suma jego składników: nieskrobiowych polisacharydów, kwasów uronowych, oligosacharydów i ligniny.

Włókno pokarmowe obejmuje znacznie więcej substancji niż włókno surowe, praktycznie wszystkie składniki niestrawne znajdujące się w surowcu bądź w gotowej mieszance paszowej. W zależności od zastosowanej metody oznaczania włókna pokarmowego można oznaczyć zarówno składniki rozpuszczalne i nierozpuszczalne w wodzie, a także polisacharydy niecelulozowe, a wśród nich arabinogalakty, arabiniany oraz związki pektynowe, które obecnie skupiają uwagę grup badawczych w wyjaśnieniu przyczyny niskiej strawności białka śrutu rzepakowej i znalezienia skutecznej metody jej uszlachetnienia. Zrozumienie

różnic pomiędzy rodzajami włókna jest szczególnie ważne przy porównywaniu wartości pokarmowej śruty rzepakowej ze śrutą sojową. Większa zawartość każdego z tych rodzajów włókna w śrucie rzepakowej niż w śrucie sojowej wynika głównie z większej zawartości ligniny. W śrucie rzepakowej jest średnio ponad czterokrotnie więcej ligniny niż w śrucie sojowej (14,3% vs. 3,3%). Lignina jest wyłącznie składnikiem łuski, która stanowi znaczną część masy nasion rzepaku (około 16%), a ponadto, w przeciwieństwie do śrutu sojowej, po odolejeniu łuska rzepaku pozostaje w całości w śrucie. Włókna pokarmowego ogółem jest w śrucie rzepakowej średnio 36%, podczas gdy w śrucie sojowej o 12 jednostek procentowych mniej (24,1%) co stanowi ponad 30% różnicę między tymi śrutami (Tab. 2.3.). Śruta rzepakowa zawiera także znacznie więcej składników pektynowych, mierzonych jako kwasy uronowe, których jest ponad dwukrotnie więcej niż w śrucie sojowej (5,2 vs. 2,4%). Obie śrutu mają porównywalną ilość nieskrobiowych polisacharydów i różnią się zawartością oligosacharydów. W śrucie sojowej jest jej 6,1%, a w rzepakowej średnio 1,9%.

Ryc. 2.1. Różnice w składzie włókna pokarmowego śrutu rzepakowej [A] i śrutu sojowej [B]



Poza różnicami ilościowymi stwierdza się także znaczne różnice w składzie włókna pokarmowego między śrutą rzepakową a śrutą sojową, które niewątpliwie mają wpływ na różnice w strawności białka między tymi śrutami (Ryc. 2.1.). Włókno pokarmowe rzepaku składa się głównie z polisacharydów nieskrobiowych i ligniny, występujących w prawie równych proporcjach (po około 40%), relatywnie dużego udziału związków pektynowych (14%) i niewielkich ilości oligosacharydów (5%). We włóknie pokarmowym śrutu sojowej, w której zawartość włókna jest znacznie mniejsza niż w śrucie rzepakowej, największy udział mają nieskrobiowe polisacharydy (51%), a następnie oligosacharydy (25%). Śruta sojowa ma zbli-

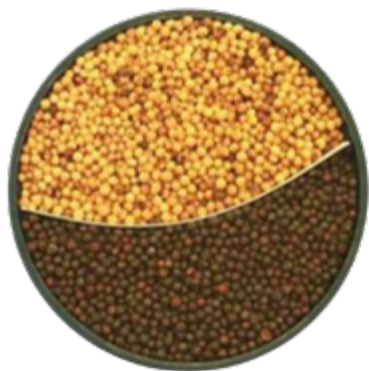
żony do śruty rzepakowej udział związków pektynowych (10%) i znacznie mniejszy ligniny. We włóknie pokarmowym śruty sojowej lignina stanowi trzykrotnie mniejszy udział aniżeli we włóknie śrutu rzepakowej (14% vs. 40%).

Wyniki ostatnich badań wskazują, że niska strawność białka śrutu rzepakowej jest związana głównie z takimi składnikami włókna pokarmowego rzepaku jak: arabinogalaktany, arabiniany oraz związki pektynowe, tworzące mocno usieciowaną strukturę ścian komórkowych części liścieniowej nasion. Związki te z białkami tworzą trudno strawne kompleksy białkowo-polisacharydowe (glikoproteidy). W badaniach porównawczych między śrutami o różnej barwie nasion, mimo obniżonej w śrucie żółtonasiennej zawartości włókna do poziomu włókna w śrucie sojowej, strawność białka śrutu rzepakowej czarno i żółtonasiennej była podobna. Oznaczona w warunkach *in vitro* zawartość kompleksu białkowo-polisacharydowego w obu śrutach rzepakowych była taka sama (około 34,5%) i była istotnie mniejsza niż ilość tego kompleksu (25,6%) w śrucie sojowej.

Kierunki dalszych prac nad poprawą jakości śrutu rzepakowego

W ostatnim czasie prowadzone są intensywne prace hodowlane nad dalszą poprawą wartości użytkowej nasion rzepaku, zarówno oleju oraz śrutu. W Polsce najbardziej zaawansowane są prace z ozimymi formami żółtonasiennymi rzepaku (Ryc. 2.2.).

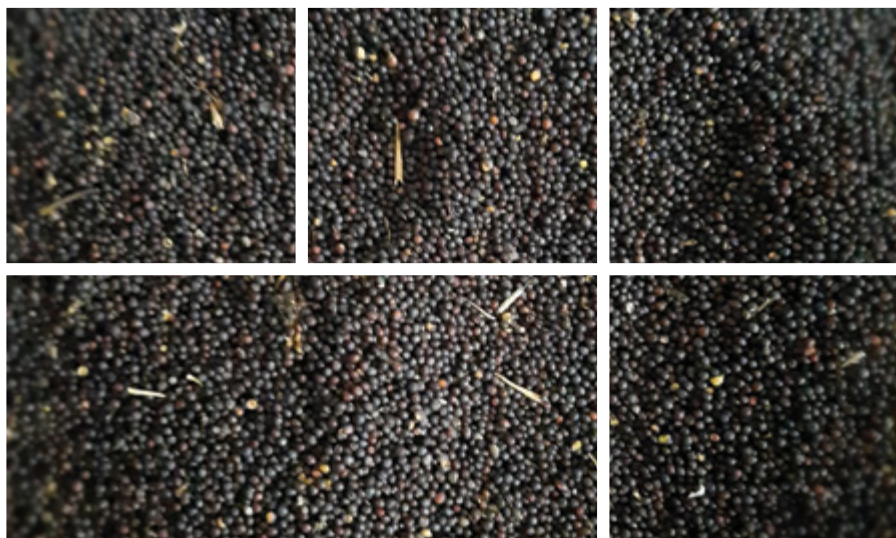
Ryc. 2.2. Nasiona rzepaku czarnonasiennego i żółtonasiennego



Wprowadzenie ich do uprawy umożliwiłoby uzyskanie rzepaku o zmniejszonej ilości ligniny oraz o zwiększonej zawartości tłuszczu i białka w nasionach. Większa ilość białka w nasionach przekłada się na większą jego ilość w śrucie poekstrakcyjnej. Innym zapoczątkowanym na świecie kierunkiem uszlachetniania rzepaku jest zmiana proporcji dwóch najważniejszych białek, napiny i krucyferyny. W ramach projektu ProRapeSeed zapoczątkowaliśmy prace nad możliwością obniżenia niecelulozowych polisacharydów i kwasu fitynowego. Widzimy potrzebę kontynuowania tych badań.



3. Strawność składników pokarmowych w produktach paszowych z nasion rzepaku



Pobranie paszy przez świnię zależy od wielu czynników, do których należy smakowitość, ale także jej jakość, gdyż świnię są zwierzętami bardzo wrażliwymi i niechętnie pobierają paszę gorzką lub zainfekowaną grzybami pleśniowymi. Drugim czynnikiem regulującym pobranie paszy jest samo zwierzę – jego stan zdrowotny, wiek czy produktywność, a ponadto warunki środowiskowe, w tym temperatura otoczenia. Pobrana pasza, aby została wykorzystana przez organizm zwierzęcia, musi zostać strawiona. Trawienie składa się z wielu procesów fizycznych, jak gryzienie, nawilżanie, przełykanie oraz biochemicznych (trawienie enzymatyczne), które ma na celu rozłożenie skomplikowanych związków chemicznych paszy do prostych składników, które mogą być wchłonięte przez nabłonek jelita i przetransportowane z krwią do narządów organizmu zwierzęcia. U świń, które są zwierzętami monogastrycznymi, najważniejszą rolę w trawieniu paszy odgrywa trawienie enzymatyczne, które rozpoczyna się już w pysku zwierząt, gdzie w ślinie znajduje się enzym amylaza rozkładający węglowodany paszy. W żołądku, oprócz kwasu żołądkowego, działają enzymy rozkładające białko i w pewnym stopniu tłuszcz. Najintensywniej trawienie zachodzi w dalszym odcinku przewodu pokarmowego, tj. w jelicie cienkim, gdzie w początkowym odcinku, tzw. dwunastnicy, wydzielane są enzymy trzustkowe. Jelito cienkie, mające u dorosłej świni długość ok. 20 m, jest także głównym miejscem przewodu pokarmowego, w którym następuje wchłanianie składników pokarmowych do organizmu. W jelicie ślepym niestrawione resztki paszy ulegają w pewnym stopniu rozkładowi bakteryjnemu, a w dalszych odcinkach jelita grubego wchłaniana jest jeszcze woda i sole mineralne oraz następuje zagęszczanie i formowanie kału. Pasze rzepakowe zaliczane są do pasz dostarczających zwierzętom głównie białka. Białka paszy to struktury wielkocząsteczkowe, a więc żeby mogły być wykorzystane przez zwierzęta muszą zostać najpierw rozłożone do aminokwasów. Trawienie białek rozpoczyna się w żołądku, w którym wydzielany jest pepsynogen i kwas solny, pod wpływem którego pepsynogen przekształca się w aktywny enzym pepsynę. W dalszym odcinku przewodu pokarmowego, w dwunastnicy, znajdują się kolejne enzymy wydzielane przez trzustkę – trypsyna i chymotrypsyna. Enzymy te rozkładają cząsteczki białka do łańcuchów polipeptydowych, następnie do krótszych peptydów, a te z kolei do pojedynczych aminokwasów, które wchłaniane są z jelita cienkiego do krwi.

Świnię, jako zwierzęta monogastryczne, o raczej krótkim przewodzie pokarmowym w stosunku do ciała, wymagają paszy o dużej strawności. Dotyczy to szczególnie świń ras

wysoko mięsnych o dużej produktywności i wymaganiach pokarmowych. Strawność mieszanki paszowej zależy od rodzaju komponentów, sposobu przygotowania (obróbka baro-termiczna, granulowanie, wysuszenie, wielkość cząstek) oraz od stanu zdrowia i wieku samego zwierzęcia. Zaznaczyć należy, że prosięta nie mają w pełni funkcjonującego przewodu pokarmowego, jak również efektywność działania ich enzymów trawiennych jest niska, co sprawia, że w początkowym okresie odchovu trawią i wykorzystują paszę gorzej niż zwierzęta dorosłe. Należy pamiętać, że przebieg tuczu czy odchovu, zależy nie od ilości pobranej paszy, ale od ilości paszy wykorzystanej, czyli strawionej przez zwierzęta i wchłoniętej do organizmu. Niestrawione składniki paszy są wydalane z kałem, stanowiąc stratę ekonomiczną oraz przyczyniając się do zanieczyszczenia środowiska. Z tego powodu należy dokładać wszelkich starań w celu poprawy strawności paszy, na przykład poprzez poddawanie komponentów paszowych procesom baro-termicznym oraz granulowanie mieszanek paszowych. Ważny jest także dobór komponentów paszowych, gdyż niektóre obecne w nich substancje pogarszają strawność, jak np. nadmierna ilość włókna czy substancji antyżywniowych. O wartości pokarmowej paszy w żywieniu świń stanowi więc nie tylko zawartość w niej składników pokarmowych, mineralnych, witamin i energii, ale przede wszystkim ich strawność. Strawność poszczególnych składników pokarmowych (a nie strawność paszy ogółem!) określają współczynniki strawności, wskazujące jaki procent pobranego składnika został strawiony w przewodzie pokarmowym zwierzęcia. Innymi słowami, składnik strawiony to wynik różnicy pomiędzy ilością składnika pobranego z paszy, a ilością tego składnika wydaloną w kale.

Strawność składników pokarmowych z pasz rzepakowych ograniczają substancje antyżywniowe, a wśród nich w największej mierze włókno pokarmowe. Wysoka zawartość w makuchu włókna (około 10–15%), składającego się głównie z celulozy, ligniny i kutyny, jest efektem dużej masy okryw nasiennych w stosunku do resztek wnętrza ziarna pozostałych po wyłoczeniu oleju. Poprawę strawności składników pokarmowych pasz rzepakowych, a tym samym wykorzystania paszy i przyrostów masy ciała można osiągnąć dodając enzymy paszowe hydrolizujące polisacharydy nieskrobiowe. Zadaniem preparatów enzymatycznych jest dostarczenie enzymów, których brakuje w organizmie zwierząt monogastrycznych (np. β -glukanaza, ksylanaza, pentozanaza, celulaza). Zwykle stosowane są wieloenzymatyczne zestawy wspomagające rozkład różnych polisacharydów nieskrobiowych. Ich korzystne działanie polega na obniżeniu lepkości treści pokarmowej, zwiększeniu dostępności enzymów do składników pokarmowych, poprawie wchłaniania składników pokarmowych i mineralnych, zmniejszeniu ilości w jelitach niestrawionych resztek będących pożywką dla bakterii chorobotwórczych.

Ze względu na obecność w paszach rzepakowych fitynianów wiążących większość fosforu, wykorzystanie tego składnika mineralnego przez świnie, których organizm nie wytwarza en-

zymów rozkładających wiązania fitynowe, jest mocno ograniczone. Poprawę strawności tego ważnego składnika można uzyskać stosując dodatek enzymu fitazy (Tab. 3.1.). Dla przykładu: wyniki doświadczenia, w którym do mieszanki dla tuczników zawierającej 15% poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w growerze i 10% w finiszarze dodano fitazy, wykazały istotny wzrost strawności fosforu i wapnia, a także niewielką poprawę strawności białka i tłuszczu (Tab. 3.2.).

Tabela 3.1. Zawartość fosforu ogólnego i strawnego w paszach rzepakowych

	Makuch rzepakowy	Poekstrakcyjna śruta rzepakowa
Zawartość fosforu ogólnego, g/kg	10,9	11,3
Strawność fosforu (pasza bez dodatku fitazy), %	32%	32%
Strawność fosforu (pasza z dodatkiem fitazy), %	48%	48%
Zawartość fosforu strawnego (pasza bez dodatku fitazy), g/kg	3,5	3,7
Zawartość fosforu strawnego (pasza z dodatkiem fitazy), g/kg	5,2	5,5

(INRAE CIRAD AFZ © 2017-2020. Ajinomoto Animal Nutrition)

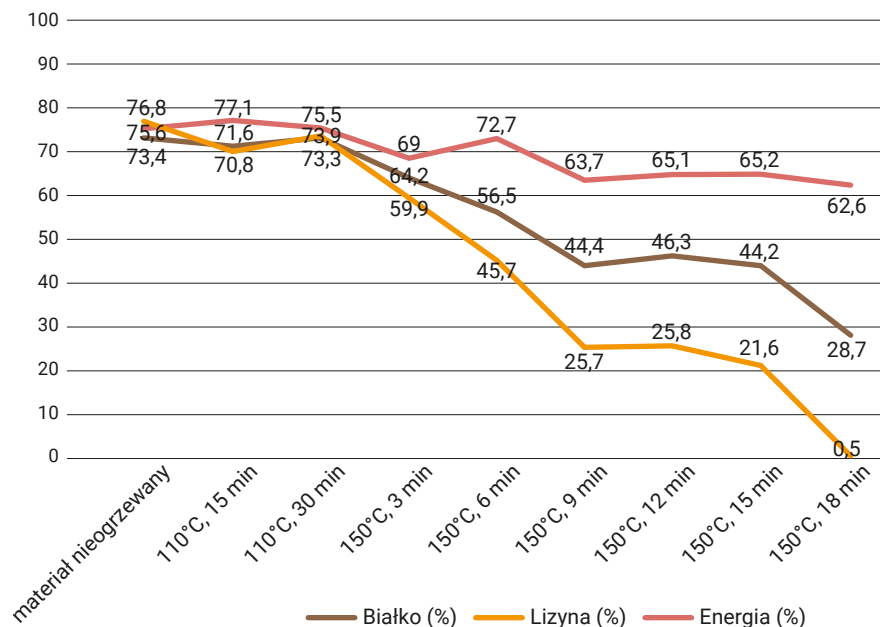
Tabela 3.2. Współczynniki strawności [%] wybranych składników mieszanki paszowej z udziałem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, z dodatkiem lub bez dodatku enzymu fitazy

	Okres tuczu	Mieszanka paszowa bez dodatku enzymu fitazy	Mieszanka paszowa z dodatkiem enzymu fitazy
Fosfor ogólny	grower	41 % ^A	48 % ^B
	finiszar	46 % ^A	52 % ^A
Wapń	grower	46 % ^A	53 % ^B
	finiszar	41 % ^A	48 % ^B
Białko ogólne	grower	75 %	78 %
	finiszar	77 %	79 %
Tłuszcz surowy	grower	42 %	44 %
	finiszar	44 %	45 %

(Krasucki i in., 2000)

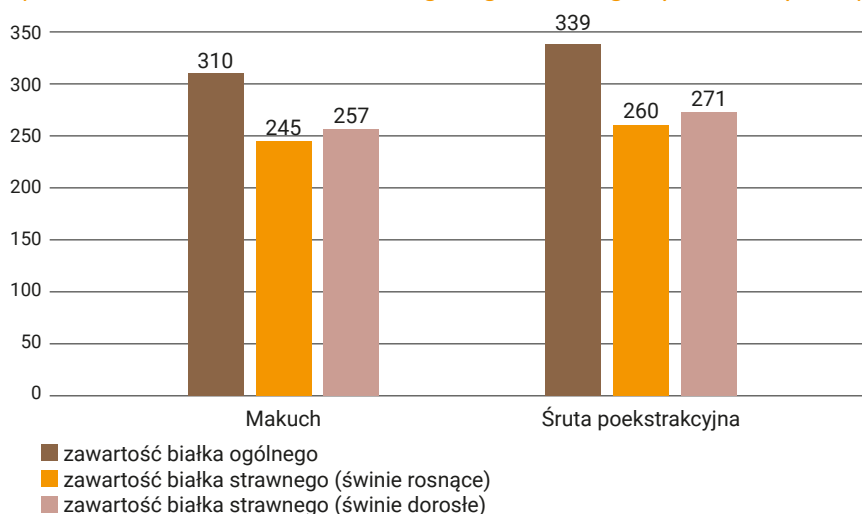
Kolejnym czynnikiem, obok włókna, ograniczającym wykorzystanie aminokwasów w paszach rzepakowych, są warunki technologiczne podczas termicznej obróbki nasion rzepaku przy pozyskiwaniu oleju, w tym zwłaszcza stosowanie zbyt wysokiej temperatury lub stosowanie wysokiej temperatury przez zbyt długi czas. W takich warunkach może zachodzić reakcja wiązania cukrów z grupą aminową aminokwasów (tzw. reakcja Maillarda), na skutek czego część aminokwasów jest „zablokowanych”, a tym samym spada ilość aminokwasów strawnych czyli dostępnych do wykorzystania przez organizm zwierząt. Bardzo często zjawisko to dotyczy lizyny, która jest aminokwasem szczególnie wrażliwym na zbyt wysoką temperaturę. W celu oceny skutków działania temperatury na jakość i strawność paszy przeprowadzono doświadczenie, w którym poekstrakcyjną śrutę rzepakową ogrzewano w 110°C przez 15 lub 30 min oraz w 150°C przez 3, 6, 9, 12, 15 lub 18 min (Oliveira i in., 2020). Żaden rodzaj ogrzewania nie wpłynął na zawartość białka w śrucie rzepakowej, ale śruta rzepakowa ogrzewana w 150°C miała tym mniej lizyny im dłużej ta temperatura działała (od 17 do 11 g/kg, w porównaniu do śruty nieogrzewanej i ogrzewanej w 110°C, w której było 20,2-20,9 g lizyny). Ogrzewanie w 110°C nie wpłynęło na strawność jelitową białka i aminokwasów, natomiast ogrzewanie w temp. 150°C istotnie obniżyło strawność tych składników, a spadek strawności był tym większy im dłużej trwał ogrzewanie (Wyk. 3.1.).

Wyk. 3.1. Wpływ temperatury na strawność energii, białka i lizyny w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej



Nasiona rzepaku zawierają około 20% białka i po wytlóczeniu oleju mogą stanowić, w formie tzw. makuchu lub śruty poekstrakcyjnej, wartościowe źródło tego składnika w żywieniu świń. Pasze rzepakowe zawierają dużą ilość aminokwasów siarkowych: metioniny i cystyny, dużo argininy, ale mniej lizyny, która dla świń jest pierwszym aminokwasem limitującym wartość biologiczną białka. Makuch rzepakowy charakteryzuje się, w porównaniu do poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, wyższą zawartością tłuszczu i niższą włókna, stąd też jego wartość energetyczna w żywieniu świń (12–14 MJ EM /kg) jest wyższa niż poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (10–11 MJ/kg) i porównywalna w energią metaboliczną poekstrakcyjnej śruty sojowej (13–14 MJ/kg). Ze względu na występowanie w paszach różnych czynników ograniczających strawność białka i wykorzystanie aminokwasów, ogólna zawartość aminokwasów obecnych w danym materiale paszowym nie przekłada się w pełni na ich ilość dostępną (strawną) i wykorzystaną przez zwierzęta. Strawność białka w makuchu rzepakowym wynosi 79–83% i jest nieco wyższa niż w śrucie rzepakowej (77–80%), przy czym wyższe wartości w tych przedziałach dotyczą zwierząt dorosłych, u których przewód pokarmowy jest w pełni rozwinięty (Wyk. 3.2.).

Wyk. 3.2. Porównanie zawartości białka ogólnego i strawnego w paszach rzepakowych

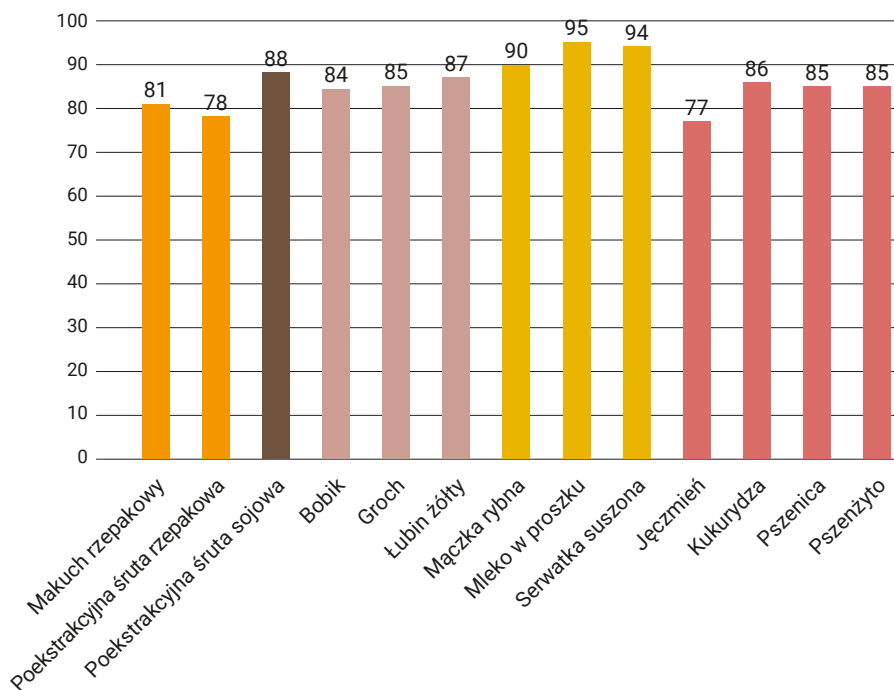


[INRAE CIRAD AFZ @ 2017-2020. Ajinomoto Animal Nutrition]

Na wykresie 3.3 zamieszczono porównanie współczynników strawności, uśrednionych dla młodych i dorosłych świń, w paszach rzepakowych i innych materiałach stosowanych w żywieniu świń. Białko obu pasz rzepakowych jest zdecydowanie gorzej trawione niż białko materiałów paszowych pochodzenia zwierzęcego, jak mączka rybna, mleko czy serwatka, które nie zawierają włókna czy substancji antyżywniowych obniżających przyswajanie składników pokarmowych. Strawność białka pasz rzepakowych jest także niższa niż w po-

popularnie stosowanej w kraju paszy białkowej, tj. poekstrakcyjnej śrucie sojowej. Natomiast różnica między strawnością białka pasz rzepakowych i nasion roślin bobowatych nie jest tak duża, a dodatkowo łączenie tych materiałów pozwala podnieść jakość białka całej dawki poprzez lepsze zbilansowanie składu aminokwasowego mieszanki (w rzepaku więcej jest metioniny i cystyny niż w nasionach roślin bobowatych).

Wyk. 3.3. Porównanie współczynników strawności (%) białka pasz rzepakowych z innymi materiałami paszowymi białkowymi stosowanymi w żywieniu świń [poekstrakcyjna śruta sojowa, nasiona roślin bobowatych, pasze pochodzenia zwierzęcego] oraz zbożami



[INRAE CIRAD AFZ © 2017-2020. Ajinomoto Animal Nutrition]

Jeśli chodzi o strawność aminokwasów u świń, to należy brać pod uwagę strawność badaną nie w wydalonym kale, ale w treści pokarmowej na końcu jelita cienkiego, w którym następuje sedno wchłaniania aminokwasów, bez uwzględniania jelita grubego i zachodzących w nim procesów fermentacji bakteryjnej. Strawność jelitowa najważniejszych aminokwasów egzogennych waha się od 70 do 97%, w zależności od rodzaju aminokwasu i materiału paszowego, ale w niektórych przypadkach może wynosić tylko około 60% (Tab. 3.3). Dlatego

bardziej właściwe i lepiej odzwierciedlające stan faktyczny jest bilansowanie składu aminokwasowego mieszanki na podstawie zawartości aminokwasów nie ogólnych, lecz strawnych. Wykorzystanie aminokwasów strawnych w bilansowaniu zwiększa precyzję dawkowania aminokwasów w mieszance i pozwala osiągnąć lepsze wskaźniki produkcyjne. W tabeli 3.4. przedstawiono porównanie zawartości aminokwasów strawnych w paszach rzepakowych i w wybranych materiałach paszowych stosowanych w żywieniu świń.

Tabela 3.3. Stawność jelitowa najważniejszych w żywieniu świń aminokwasów w paszach rzepakowych

Wybrane aminokwasy	Makuch rzepakowy	Poekstrakcyjna śruta rzepakowa
Lizyna	74-77	74-75
Metionina + Cystyna	75-84	75-84
Treonina	71-76	71-75
Tryptofan	67-71	71-80

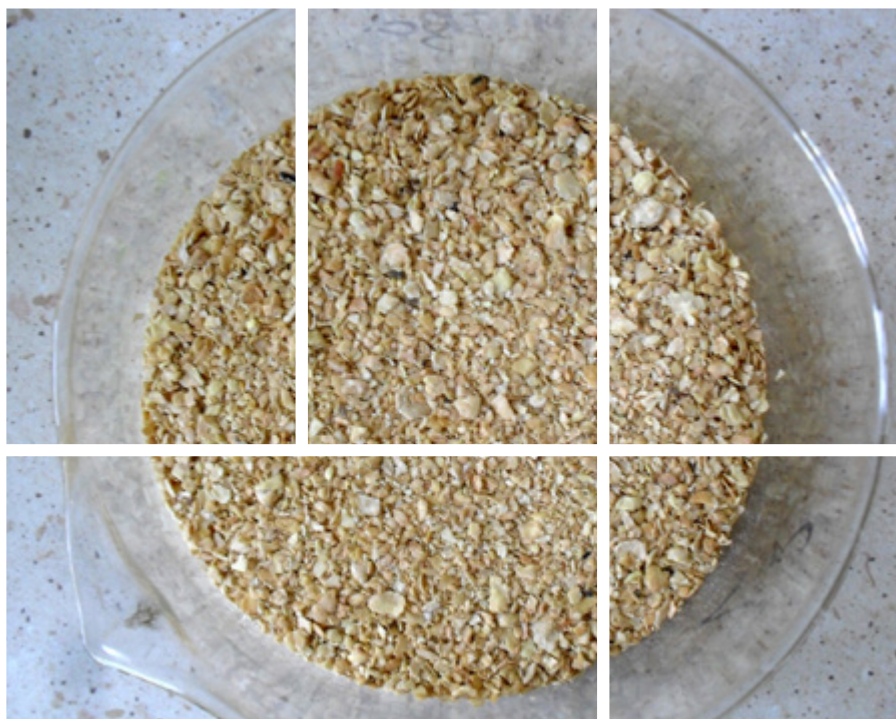
(Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. 2015; INRAE CIRAD AFZ © 2017-2020. Ajinomoto Animal Nutrition)

Tabela 3.4. Zawartość (g) najważniejszych aminokwasów strawnych, w paszach rzepakowych oraz w wybranych paszach białkowych i zbożach

Wybrane materiały paszowe	Lizyna	Metionina + Cystyna	Treonina	Tryptofan
Makuch rzepakowy	12,5-13,0	10,7-11,6	9,9-10,2	2,6-2,9
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	13,7-15,2	12,5-12,8	10,9-11,9	3,3-3,6
Poekstrakcyjna śruta sojowa	25,0-25,8	11,6-12,3	15,3-15,7	5,4-5,7
Bobik	13,5-15,3	3,3-4,3	7,0-8,0	1,6-1,7
Groch	12,2-12,3	3,6-3,7	5,9	1,3
Łubin	13,2-16,9	6,9-9,9	9,8-10,5	1,7-2,7
Mączka rybna	44,9-45,6	21,2-22,6	24,5-24,7	5,8-6,7
Mleko w proszku	24,4-26,0	10,4-11,6	13,4-13,5	4,2-4,3
Serwatka suszona	6,0-8,7	2,6-3,8	4,2-6,6	1,1-1,5
Jęczmień	2,8-2,9	3,3-3,6	2,6-3,0	1,0-1,1
Kukurydza	1,9-2,0	3,2-3,3	2,4-2,6	0,4-0,5
Pszenica	2,5-2,8	4,0-4,1	2,8-2,9	1,1-1,2
Pszenżyto	3,3-3,4	4,0	1,0-2,7	1,1-3,1

(Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. 2015; INRAE CIRAD AFZ © 2017-2020. Ajinomoto Animal Nutrition)

4. Uszlachetnianie produktów rzepakowych w celu poprawy wartości odżywczych



Wartość biologiczna białka pasz rzepakowych jest determinowana przez skład aminokwasowy, ich biodostępność i strawność. Charakteryzują się one dość wysoką zawartością aminokwasów siarkowych, w tym metioniny i cysteiny o dość wysokiej strawności jelitowej (90–91%). Natomiast zawartość lizyny jest niższa, co przy jednocześnie słabej jej strawności jelitowej na poziomie 78–81% powoduje, że staje się ona aminokwasem limitującym w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Niska strawność aminokwasów wiązana jest m.in. z obecnością substancji niebiałkowych (włókno pokarmowe, taniny, fitiny, związki fenolowe), czy antyfizjologicznych białek (myrozynaza). Badania naukowe potwierdzają, że zastosowanie różnych procesów technologicznych wpływa na właściwości fizyko-chemiczne roślinnych produktów, w tym pasz rzepakowych. Poprawiają one właściwości odżywcze pasz m.in. poprzez modyfikacje struktur białkowych i węglowodanowych, a także dezaktywację, a nawet eliminację substancji antyodżywczych. Do metod obróbki produktów rzepakowych zalicza się zarówno procesy biologiczne, jak i fizyczne: termiczne, hydrotermiczne, czy barohydrotermiczne.

Fermentacja

Mikrobiologiczna fermentacja roślinnych materiałów paszowych zaliczana jest do biologicznych metod uszlachetniania. Jest to jedna z najstarszych metod konserwowania surowców roślinnych, w tym pasz. Przebiega dzięki aktywności mikroorganizmów (bakterii, drożdży) i może prowadzić do unieczynniania związków antyodżywczych, zwiększa wykorzystanie niestrawnych składników paszy, jednocześnie zapewniając zwierzętom odpowiednią ilość prozdrowotnych probiotyków i ich metabolitów. Żywienie zwierząt przefermentowaną paszą zwiększa biodostępność składników odżywczych, a także optymalizuje skład mikrobioty jelitowej oraz poprawia kondycję zdrowotną przewodu pokarmowego.

Fermentacja śruty rzepakowej jest z powodzeniem wykorzystywana do poprawy jej jakości. W procesie fermentacji najczęściej wykorzystywane są szczepy drożdży tj: *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus oligosporus* oraz bakterii z grupy: *Lactobacillus* i *Bacillus subtilis*. Jest to związane z ich zdolnością wytwarzania różnorodnych enzymów, które mogą skutecznie hydrolizować białko rzepaku, a przede wszystkim rozkładać substancje antyży-

wieniowe. W zestawie enzymów mikrobiologicznych znajdują się hemicelulaza, hydrolaza, pektynaza, proteaza, amylaza, lipaza i tanaza. Powstałe mikroorganizmy syntetyzują również enzym rozkładający kompleksy fitynowe (związki antyżywniowe) czyli fitazę mikrobiologiczną, która wpływa na poprawę biodostępności przede wszystkim fosforu i wapnia, a także innych dwuwartościowych składników mineralnych (Cu, Mn, Zn czy Fe) oraz białka. Poprawa dostępności składników pokarmowych i mineralnych jest równoznaczna z obniżeniem nie tylko kosztów produkcji, ale również z obniżeniem obciążenia środowiska naturalnego w te biogeny. Ponadto fermentacja, wpływając na rozkład strukturalny ścian komórkowych, uwalnia lub wzmacnia syntezę różnych związków bioaktywnych, w tym przede wszystkim przeciwutleniaczy.

Poekstrakcyjna śruta rzepakowa poddana fermentacji z wykorzystaniem bakterii *Bacillus subtilis*, *Candida utilis* i *Enterococcus faecalis* charakteryzuje się zmniejszeniem poziomu glukozyolanów, izotiocyanianów, garbników i kwasu fitynowego w fermentach (Tab. 4.1.). Proces fermentacji może skutecznie zwiększyć poziom surowego białka i wolnych peptydów przyczyniając się do wzrostu zawartości białka w fermentowanych produktach rzepakowych. Żywnienie fermentowaną poekstrakcyjną śrutą rzepakową świń istotnie zwiększa pozorną strawność aminokwasów w jelicie krętym, jak: alanina, walina, izoleucyna, leucyna, tyrozyna, lizyna, arginina i fenyloalanina. Fermentacja produktów rzepakowych prowadzona za pomocą *Aspergillus niger* również prowadzi do poprawy strawności jej składników pokarmowych, w tym białka, w przewodzie pokarmowym świń. Wykorzystanie w mieszance paszowej 10% udziału fermentów rzepakowych korzystnie wpływa na dzienne przyrosty świń oraz współczynniki wykorzystania paszy. Ponadto u zwierząt karmionych dietą z udziałem fermentowanych produktów rzepakowych notowano wyższą pozorną strawność nie tylko białka, ale także suchej masy, oraz makroelementów: wapnia i fosforu w porównaniu ze świniami karmionymi dietą niefermentowaną.

Produkty rzepakowe charakteryzują się znaczną zawartością włókna surowego przyczyniającego się do zmniejszenia strawności paszy (Tab. 4.1.). Szczególnie wrażliwe na działanie dużych ilości tego składnika w paszy są lochy pierwiastki w okresie ciąży i laktacji oraz prosięta, które nie mając w pełni wykształconych funkcji obronnych organizmu często borykają się z biegunkami. Sposobem na ich ograniczenie może być fermentowanie pasz rzepakowych. Doświadczenia prowadzone na świniami z kaniulą jelitową potwierdziły, że fermentacja pasz rzepakowych może zwiększyć masę pokarmową w jelicie grubym, potencjalnie zmniejszając poziom włókna surowego. Frakcje włókna, jak rozpuszczalne β -glukany i arabinosylany, mogą zwiększać czas retencji wydłużając czas dostępny na degradację składników odżywczych w żołądku. Natomiast włókno bogate we frakcje polisacharydów pektynowych, ksyloglukanów oraz celulozę jest raczej odporne i tylko częściowo rozkładane

przez mikrobiotę świń (30–70% polisacharydów nieskrobiowych). Fermentacja paszy zwiększa degradację polisacharydów nieglukozylowych, poprawiając ich strawność w przewodzie pokarmowym świń.

Tabela 4.1. Skład chemiczny nieprzetwarzanej i fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej [g/kg s.m.] (Ashayerizadeh i in., 2017; Dražbo i in., 2019)

Skład chemiczny	Nieprzetwarzana śruta rzepakowa	Fermentowana śruta rzepakowa
Sucha masa	912– 931	935–911
Popiół surowy	67,0–55,0	67,0–67,8
Białko ogólne	325–375	349–402
Tłuszcz surowy	100–152	93,0–121
Włókno surowe	155–116	165–61,1
Polisacharydy nieskrobiowe ¹	220–60	226–102
Cukry ²	92,2	54,8
Glukozynolany ³ , μmol/g	16,3–12,2	1,66–3,9
pH	5,07	3,97
Kwas fitynowy, mg/g	26,56	4,35
Taniny i związki fenolowe, mg/g	17,19	7,13

¹ w tym: ramnozę, arabinozę, ksylozę, mannozę, galaktozę, glukozę i kwasy uronowe

² w tym: glukonapina, glukobrasycyna, progoitryna, glukobrasycyna i hydroksylglukobrasycyna

³ w tym: glukoza, fruktoza, sacharoza, rafinoza i stachioza

Korzystne, z żywieniowego punktu widzenia, modyfikacje składników pokarmowych fermentowanych pasz rzepakowych odzwierciedlają się w poprawie efektów produkcyjnych świń. Wprowadzając fermentowaną śrutę rzepakową w ilości 7,5% mieszanki paszowej obserwuje się wyższe średnie dzienne przyrosty masy ciała oraz pobranie paszy przez świnię. Ponadto notuje się wówczas również wzmocnioną reakcję immunologiczną rosnących świń, co zwiększa szansę na maksymalizację efektywności ich odchowu. Stosowanie mieszanki mikroorganizmów: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus farraginis*, *Pediococcus acidilactic* do fermentacji śruty rzepakowej wykorzystanej następnie w mieszankach paszowych dla prosiąt może również prowadzić do pożądanych zmian w mikrobiocie kałowej badanych zwierząt. W efekcie zmniejsza się częstotliwość występowania biegunek i ilość upadków u badanych prosiąt. Ponadto w grupie doświadczalnej stwierdzono niższą, o ponad 20%, emisję amoniaku. Stosowanie fermentowanej

śrutę rzepakową w żywieniu prosiąt może ograniczyć niepożądane osłabienia ich kondycji zdrowotnej i w efekcie podnieść wydajność wzrostu, a produkcja prowadzona w ten sposób jest bardziej zrównoważona.

Toastowanie

Należy do procesów fizycznych, gdzie głównym czynnikiem jest temperatura. Procesowi temu poddaje się nasiona rzepaku przed tłoczeniem oleju, wyłóki rzepakowe, czy poekstrakcyjną śrutę rzepakową. Podczas toastowania na materiał paszowy działa temperatura do około 80°C, przez 45–60 min w zależności od rodzaju surowca. Ten rodzaj przetwarzania pasz rzepakowych prowadzi się w celu zmniejszenia lub usunięcia naturalnie występujących substancji przeciwodżywczych oraz unieczynnienia enzymu myrozynazy rozkładającej glukozynolany do szkodliwych związków: izotiocyjanianów (ITC) i oksazolidonów (WOT), tio-cjanianów i nitryli. Wpływa również wielokierunkowo na ich podstawowy skład chemiczny (Tab. 4.2.).

Skuteczność niwelowania poziomu glukozynolanów (GSL) w produktach rzepakowych potwierdzona została w wielu badaniach. Wykazały one, że toastowanie może obniżyć zawartość tych związków od 54 do nawet 96%. Degradacja GSL znacząco wpływała na zapach produktów rzepakowych, za który odpowiadają m.in. lotne nitryle. Ogrzewanie produktów rzepakowych prowadziło do zwiększenia intensywności tworzenia nitryli o niskiej zawartości węgla.

Toastowanie produktów rzepakowych oprócz eliminacji substancji antyżywniowych może prowadzić również do obniżenia strawności surowego białka oraz aminokwasów w jelicie krętym. W hydrolizie *in vitro*, której poddano toastowaną poekstrakcyjną śrutę rzepakową, stwierdzono, że wraz z wydłużaniem czasu prażenia zmniejszała się rozpuszczalność białek, które łatwiej ulegały agregacji. Straty głównie dotyczyły argininy i lizyny oraz reaktywnej formy lizyny. Badania wykazały, że glukozynolany szybciej ulegały degradacji niż aminokwasy. Potwierdzono również, że podczas toastowania, w białku pasz rzepakowych zmiany fizyczne prawdopodobnie zachodzą przed zmianami chemicznymi. Pomimo tych istotnych fizyko-chemicznych modyfikacji współczynnik strawności białka *in vitro* kształtował się w granicach 75–77%. Zbytne wydłużanie czasu prażenia produktów rzepakowych prowadzi do istotnego obniżenia szybkości hydrolizy, co może niekorzystnie wpływać na trawienie i wykorzystanie białek.

Tabela 4.2. Skład chemiczny nieprzetwarzanej i toastowanej poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej [g/kg s.m.] [Mosenthin i in., 2016; Salazar-Villanea i in., 2016a; Brzóska i in., 2010a]

Skład chemiczny	Toastowana śruta rzepakowa			
	Czas toastowania, min			
	0	20	40	60
Sucha masa	913-943	918-947	919-940	923-945
Popiół surowy	70-85	70-85	70-85	70-85
Białko ogólne	294-360	362-379	366-376	373-380
Tłuszcz surowy	18-40	18-40	18-40	18-40
Włókno surowe	108-140	115-123	125-154	131-160
NDF ¹	204-274	214-284	250-291	267-319
ADF ²	217-246	212-258	215-280	213-280
Cukry	93	90	86	86
Glukozynolany, $\mu\text{mol/g}$	15-28	12-20	8-15	6-11
Lizyna	19,5	18,8	17,7	17,2
Lizyna reaktywna	16,0	15,2	13,1	12,5
Arginina	22,1	21,5	20,6	20,6

¹ NDF - włókno neutralno-detergentowe

² ADF - włókno kwaśno-detergentowe

Wynikiem przemian aminokwasów w prażonych produktach rzepakowych jest powstawanie reakcji Maillarda (MRP). Wraz z wydłużaniem się czasu opiekania, nadal zachodzą chemiczne zmiany w obrębie aminokwasów, powodując powstawanie MRP I fazy (furfural i hydroksymetylofurfural), a następnie ich konwersję w przegrupowanie Amadori, aż do produktów końcowych, jak m.in. melanoidyny. Najbardziej podatnym aminokwasem na reakcję Maillarda jest lizyna, ponieważ zawiera odsłoniętą grupę ϵ -aminową, która reaguje z cukrami redukującymi. Powstały kompleks cukrowo-białkowy jest biologicznie niedostępny do wchłaniania, a więc i związana w nim lizyna również jest nietrawiona w przewodzie pokarmowym. Przyjmuje się, że zawartość reaktywnej lizyny jest bardziej czułym wskaźnikiem stopnia uszkodzenia termicznego składników pasz niż całkowita jej ilość.

Toastowanie pasz rzepakowych prowadzi również do zmian we frakcji włókna pokarmowego (Tab. 4.2.). Wydłużenie czasu działania czynnika termicznego powodowało zwiększenie się zawartości włókna neutralno- (NDF) i kwaśno-detergentowego (ADF). Mimo, że obróbka cieplna może zwiększać reakcje między białkami a frakcjami włókna, to jednak możliwe jest, że wzrost zawartości ADN i ADF może wynikać z oznaczania powstających trudno rozkładanych kompleksów białkowo-cukrowych we frakcjach włókna.

Nowoczesne technologie obróbki pasz rzepakowych

W przemyśle paszowym powszechnie stosowane są nowoczesne technologie przetwarzania roślinnego materiału paszowego, w których łącznie mogą występować czynniki: termiczny, wilgotnościowy i ciśnieniowy. Do procesów baro-hydrdo-termicznych zaliczanych do aglomeracji ciśnieniowej należą m.in. ekspandowanie, granulowanie i ekstruzja.

W procesie **ekspandowania** następuje gwałtowne rozprężenie wcześniej rozgrzanego i będącego pod wysokim ciśnieniem materiału. W wyniku tego procesu wewnątrz tkanek roślinnych dochodzi do zamiany wody w parę wodną, która odparowując rozrywa struktury tkankowe powodując rozdzęcie i rozerwanie przetwarzanych nasion.

Inną formą przetwarzania surowców roślinnych jest **granulowanie**, podczas którego rozdrobnione pasze są przetłaczane pod ciśnieniem przez otwory matryc różnych rozmiarów. Proces ten pozwala łączyć surowce o różnych właściwościach fizykochemicznych w jednym produkcie w formie granul. Każda z nich charakteryzuje się tym samym składem jakościowym i komponentowym.

Ekstruzja to proces technologiczny prowadzony w zamkniętym cylindrze podgrzewanym strefowo. Materiał paszowy pasażowany jest wewnątrz cylindra za pomocą podajnika ślimakowego. Wzrastająca temperatura materiału paszowego prowadzi do wzrostu ciśnienia, które prowadzi do rozrywania tkanek surowca i powstawania plastycznej masy. Wypychana przez sита na zewnątrz masa, ulega rozprężeniu, zwiększa swoją objętość, a następnie jest schładzana i najczęściej płatkowana.

Poprawa wartości odżywczej tak przetwarzanych pasz rzepakowych zależy głównie od prawidłowego doboru parametrów procesów do właściwości fizyko-chemicznych surowca. Optymalnie dostosowane warunki procesów technologicznych mogą prowadzić do korzystnych, z żywieniowego punktu widzenia, modyfikacji składu chemicznego przetwarzanych pasz rzepakowych (Tab. 4.3.).

Tabela 4.3. Skład chemiczny nieprzetwarzanej i ekstrudowanej poekstrakcyjnej śrutę rzepakowej [g/kg s.m.] [Kaczmarek i in., 2019a,b; Kuśnierek i in., 2005]

Skład chemiczny	Ekstrudowana śruta rzepakowa		
	Temperatura ekstrudowana, °C		
	0	140	160
Sucha masa	909-921	908-943	905
Popiół surowy	71,7	68,8	67,0
Białko ogólne	286-345	294-334	337
Tłuszcz surowy	170-212	161-217	156
Włókno surowe	97-126	101-127	131
NDF ¹	195-206	213-242	261
ADF ²	158-195	168-192	189
Glukozynolany, μmol/g	12,7-16,9	9,70-14	7,70
Taniny	5,6	7,0	6,0
Lizyna, g/16g N	5,71	5,46	5,37
Cystyna, g/16g N	2,13	2,09	2,04
Metionina, g/16g N	1,69	1,57	1,61

¹ NDF - włókno neutralno-detergentowe

² ADF - włókno kwaśno-detergentowe

Do jednych z ważniejszych zmian składu chemicznego, w aspekcie żywienia zwierząt, zalicza się zwiększenie strawności białka. Wiąże się to głównie z inaktywacją termolabilnych związków blokujących wykorzystanie biologiczne białka. Najbardziej wiarygodnym mechanizmem, dzięki któremu obróbka termiczna unieczynnia te czynniki w surowcach roślinnych, jest denaturacja. Nowoczesne metody przetwarzania roślinnego materiału paszowego prowadzą również do obniżenia zawartości tanin (od 20 do 60%) oraz fitynianów (od 6 do 20%). Ekstruzja wykazuje dużą skuteczność w inaktywacji enzymu mirozynany, ale jednocześnie istnieje niebezpieczeństwo powstawania w produkcie toksycznych nityli. W ekstrudowanych nasionach rzepaku notuje się również 20-35% obniżenie zawartości glukozynolanów, a efektywność ich unieczynnienia wzrasta nawet do 80% po dodaniu do surowca 5% Ca(OH)₂ i 1% FeS. Prawidłowo przeprowadzona obróbka termiczna może również zwiększać strawność białka pasz rzepakowych. Łagodnie przebiegająca denaturacja może otwierać spolimeryzowane struktury białek i skrobi. Prowadzi to do zwiększonej efektywności trawienia białka ogólnego w przewodzie pokarmowym świń o 25 do 35% z ekstrudowanej śrutę rzepakowej oraz o około 9% z granulowanej. Równie korzystne efekty obser-

wuje się w przypadku biologicznej dostępności lizyny ogólnej i reaktywnej. Granulowanie i ekstruzja mieszanek z udziałem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej może nawet złagodzić negatywne skutki toastowania w zakresie strawności białek i aminokwasów. Równie ważna jest rola poziomu wilgotności ekstrudowanej śruty rzepakowej. Stwierdzono zwiększając się przyswajalność białka *in vitro* wraz ze wzrostem wilgotności śruty rzepakowej. Badania wykazały, że po wyłuszczeniu powierzchnia cząstek śruty rzepakowej staje się porowata, co poprawia przyswajalność i dostępność śruty rzepakowej dla enzymów trawiennych. Przydatność żywieniową przetworzonych pasz rzepakowych (podwójnie tłoczonych, kondycjonowanych i ekstrudowanych) potwierdzono również w odchowie młodych świń.

Nowoczesne procesy technologiczne prowadzą również do konwersji struktur węglowodanowych, w tym włókna pokarmowego pasz rzepakowych. W wyniku tych modyfikacji dochodzi nie tylko do zmian składu chemicznego i wartości odżywczej, ale również zdolności oddziaływania na przewod pokarmowy. Aglomeracja ciśnieniowa może prowadzić do zmniejszenia zawartości frakcji nierozpuszczalnych, co obniża jednocześnie właściwości balastotwórcze włókna i siłę jego oddziaływania na perystaltykę jelit. Ten kierunek zmian w składzie chemicznym nasion jest pożądanym w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Mimo zachodzących zmian w strukturach węglowodanów i frakcjach włókna pokarmowego pasz rzepakowych nie obserwuje się obniżenia wartości współczynników strawności azotu i NDF ekstrudowanej śruty rzepakowej w żywieniu tuczników.

Zmiany składu chemicznego wysoko przetworzonych pasz rzepakowych, szczególnie o wyższej zawartości tłuszczu, nie zawsze są korzystne. Głównie dotyczy to modyfikacji frakcji tłuszczowej, zwłaszcza: trójglicerydów, fosfolipidów, a także kwasów tłuszczowych. W profilu kwasów tłuszczowych, dochodzi do saturacji nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz zmiany ich naturalnej konfiguracji *cis* w *trans*. Warunki baro-termiczne panujące podczas procesów przetwórczych mogą prowadzić również do relatywnego zmniejszenia ogólnej ilości związków tłuszczowych. W materiale przetwarzanym powstają kompleksy lipidowo-białkowe oraz lipidowo-skrobiowe (tzw. skrobia oporna), które nie poddają się działaniu enzymów trawiennych. Zjawisko to jest postrzegane jako niekorzystne w żywieniu zwierząt.

Stosowanie wysokich temperatur przetwarzania surowców roślinnych może prowadzić do reakcji typu Maillarda (nieenzymatyczne brązowienie). Dochodzi wówczas do reakcji cukrów redukujących ze związkami zawierającymi wolną grupę aminową pochodzącą od aminokwasów, peptydów lub białek, co może prowadzić do pogorszenia wartości odżywczej białek, głównie poprzez blokowanie aminokwasów, m.in. lizyny. Jednak produkty Maillarda (melanoidyny) są także prekursorami wielu związków odpowiedzialnych za kształtowanie

cech sensorycznych, głównie zapachowych. Uważa się, że ekstruzja wpływa na poprawę smakowości paszy, dzięki czemu zwierzęta chętniej zjadają mieszankę.

Wysoka temperatura stosowana w większości procesów technologicznych wywołuje efekt sterylizacji w materiale paszowym istotnie redukując ilość występujących w nim mikroorganizmów i ich metabolitów.



5. Fizjologiczne podstawy wykorzystania rzepaku w żywieniu świń



Wiedza związana z działaniem poszczególnych materiałów paszowych dla świń na procesy metaboliczne zachodzące w organizmie daje możliwość dogłębnego poznania i zrozumienia ich efektywności działania. Skład chemiczny materiałów paszowych, tzn. zawartość składników pokarmowych, tj. cukry, tłuszcze czy białka; składników mineralnych (sód, potas, wapń, fosfor, cynk, miedź, żelazo i in.), witamin ale również innych substancji bioaktywnych, w tym o działaniu antyodżywczym, w różnym stopniu determinuje ich udział w mieszance paszowej. Składnikami limitującymi są przede wszystkim substancje antyodżywcze.

Udział nasion rzepaku w mieszankach dla świń, zależy od jego odmiany, formy a także grupy technologicznej. Nasiona rzepaku odmian tzw. tradycyjnych lub gorzkich zawierały znaczne ilości substancji antyodżywczych (kwas erukowy, glukozynolany, taniny, związki fitynowe, polisacharydy nieskrobiowe i in.; Tab. 2.3.), które wywierają szkodliwy wpływ na organizm. W doświadczeniach na świniach wykazano, że kwas erukowy podawany w dużych dawkach powoduje otłuszczenie i zwłóknienie mięśnia sercowego, zmiany czynnościowe i histopatologiczne innych narządów, modyfikacje jakościowe triglicerydów i kwasów tłuszczowych, ponadto kumuluje się on w wątrobie i prowadzi do zahamowania wzrostu zwierząt. W związku z tym, od wielu lat w żywieniu świń stosowana jest wyłącznie odmiana rzepaku dwuzerowego „00”, którego nasiona cechują się znacznie mniejszą zawartością związków o charakterze silnie antyodżywczym, w tym przede wszystkim kwasu erukowego (Tab. 2.3.). W odmianach tych koncentracja szkodliwego kwasu osiąga wartość poniżej 2%, a glukozynolanów jest mniejsza ponad 15-krotnie. Pomimo tego należy pamiętać, że odmiany dwuzerowe nie są całkowicie wolne od obecności substancji ograniczających ich stosowanie tj. glukozynolanów, tanin czy polisacharydów nieskrobiowych.

Glukozynolany odznaczają się niewielką aktywnością biologiczną i same nie wywierają szkodliwego działania na organizm zwierzęcia. Jednak na skutek rozerwania ścian komórkowych (np. podczas rozdrabniania nasion rzepaku) dochodzi do uwolnienia kompleksu enzymatycznego – mirozynyzy, pod wpływem którego następuje hydroliza glukozynolanów do toksycznych produktów, zwanych potocznie olejkami gorzycznymi: izotiocyanianów (ITC), tiocyanianów (rodanków), nityli, epitionityli oraz oksazolidonów (WOT) (Ryc. 5.1.). Działanie tych produktów skutkuje podrażnieniem błon śluzowych przewodu pokarmowego, powstawaniem kolki oraz nieżytem żołądka i jelit. Ponadto ich obecność obniża smakowitość paszy,

Całe spłatkowane nasiona rzepaku „00” mogą być wykorzystane w żywieniu tuczników jednak w żywieniu prosiąt oraz loch ich ilość powinna być zminimalizowana. W przypadku przedostania się do mleka lochy czy bezpośredniego spożycia przez prosięta, szkodliwe związki mogą wywołać groźne skutki zdrowotne i niekiedy prowadzić do upadków.

Pomimo, że w żywieniu tuczników wykorzystanie spłatkowanych nasion rzepaku jest możliwe to wiąże się to jednak z pewnymi ograniczeniami. Związane jest to m.in. z obecnością w nasionach rzepaku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA). Nadmierna ich ilość w mieszance dla tuczników niekorzystnie wpływa na jędrność i twardość tkanek tłuszczowych w półtuszach, pogarszając ich jakość oraz wartość technologiczną (m.in. zmniejsza trwałość wyrobów wędliniarskich). Należy jednak pamiętać, że wielonienasycone kwasy tłuszczowe pełnią bardzo istotną funkcję w prawidłowym przebiegu procesów metabolicznych i muszą być dostarczane z pożywieniem. W związku z tym zaleca się, aby udział śruty z nasion rzepaku w paszy dla świń w końcowym okresie tuczu nie przekraczał poziomu 3–4%. Ponadto chcąc ustrzec się przed pogorszeniem jakości tkanek tłuszczowych w półtuszach, zaleca się stosowanie spłatkowanych nasion rzepaku przede wszystkim w paszach typu grower. Z badań wynika, że nawet 6% jej udział w mieszance nie wpływa na pogorszenie tempa wzrostu zwierząt, co związane jest z jej chętnym wyjadaniem. Należy również pamiętać, że podwyższona zawartość tłuszczu w paszy powoduje wzrost jej wartości energetycznej. Dla prawidłowego zbilansowania wartości pokarmowej należy w takim przypadku zwiększyć udział białka ogólnego, a przynajmniej niektórych ważnych aminokwasów egzogennych. W przeciwnym razie nadmiar energii w paszy spowoduje otłuszczenie świń i pogorszenie wskaźnika mięsności.

Paszą z udziałem spłatkowanych całych nasion rzepaku na poziomie 5% mogą być również karmione lochy w okresie laktacji. Wpływa to korzystnie na wzrost zawartości tłuszczu w mleku loch, wzbogacając go w bardzo wartościowe pod względem pokarmowym wielonienasycone kwasy tłuszczowe, dzięki czemu prosięta są zdrowsze i szybciej przyrastają (Tab. 5.1.). Istnieją jednak badania, które wskazują, że stosowanie całych nasion rzepaku w mieszankach dla macior prośnych może doprowadzić do zatuczenia loch, i negatywnie odbić się na wydajności laktacji.



Tabela 5.1. Efektywność działania mieszanek z udziałem materiałów paszowych opartych na rzepaku w porównaniu do mieszanek z udziałem śruty sojowej w mieszankach dla świń [wartości podane jako procentowa przewaga produktów rzepakowych nad śrutą sojową, przy zastosowaniu w dawce podanej w nawiasie]

	Wytłoki/makuch rzepakowy (udział w mieszance %)	Poekstrakcyjna śruta rzepakowa (udział w mieszance %)	Fermentowana poekstrakcyjna śruta rzepakowa (udział w mieszance %)
Lochy			
Liczba prosiąt w miocie koniec laktacji		+8% (14%)	+17% (9%)
Masa miotu w 28 dni koniec laktacji		-1,3% (14%)	+9% (9%)
IgG w siarze			+40% (9%)
IgG we krwi			+18% (9%)
Prosięta/warchlaki			
Masa ciała		= (12%)	+11% (10%)
Współczynnik wykorzystania paszy	+3,4% (15%)	-15% (12%)	-4% (10%)
Długość kosmków w przewodzie pokarmowym			+8% (10%)
IgG we krwi		+17% (8%)	+10 (8%)
Śmiertelność do 77 dnia życia			-95% (8%)
Nasilenie biegunek			-47% (8%)
Tuczniki			
Masa ciała	= (10%)	+1,5% (8%)	+2% (6%)
Współczynnik wykorzystania paszy	+1% (10%)	+1,1% (8%)	-1% (6%)
Zawartość cholesterolu we krwi		- 3,5% (9%)	-4% (6%)
Zawartość HDL cholesterolu we krwi		+9% (9%)	+5% (6%)
Współczynnik strawność tłuszczu		+5,5% (12%)	+4% (6%)
Długość kosmków w przewodzie pokarmowym			+8% (6%)

Rzepak to jednak przede wszystkim podstawowy surowiec dla przemysłu tłuszczowego. W zależności od sposobu pozyskiwania oleju rzepakowego powstają różne rodzaje pasz: ekspelery, makuchy bądź śruty poekstrakcyjne.

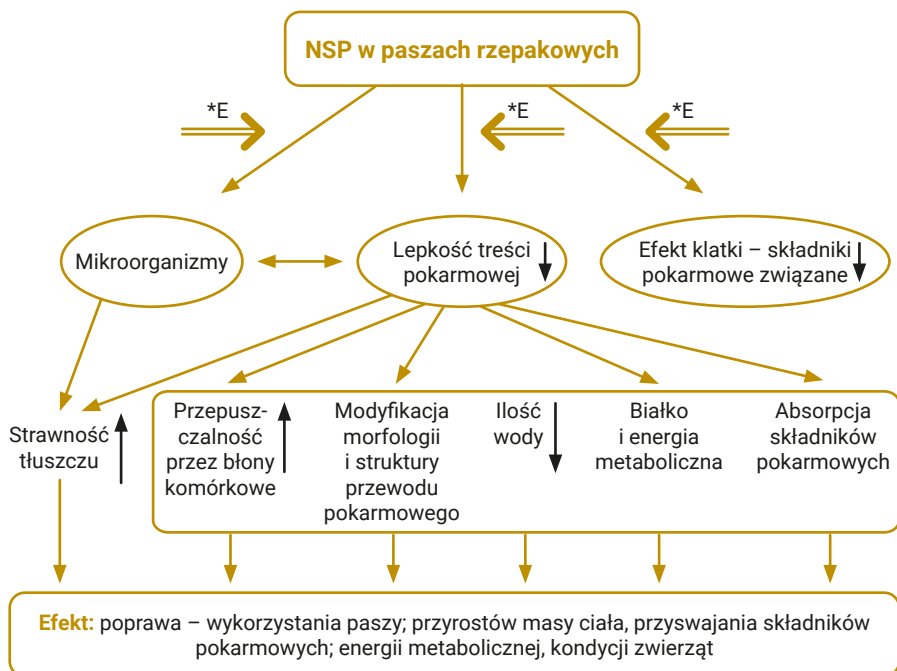
Ekspelery rzepakowe występują w postaci drobnych grudek (płatków) o średniej zawartości tłuszczu równej 5%. Dwukrotnie wyższą koncentracją tego składnika pokarmowego odznaczają się makuchy (wytłoki). Badania wykonane w Instytucie Zootechniki-PIB wskazują, że zastosowanie w mieszankach paszowych dla tuczników do 15% makuchu rzepakowego w okresie wzrostu i końca tuczu tylko nieznacznie obniża ich przyrosty. Nie stwierdzono ujemnego wpływu makuchu rzepakowego na jakość tusz i mięsa. Jakość tusz była zbliżona do tusz uzyskanych na paszy sojowej.

Najlepiej poznaną i najczęściej wykorzystywaną paszą rzepakową w żywieniu świń jest śruta poekstrakcyjna. Ma ona dość ustabilizowany skład chemiczny. Problemem jest wysoka, zbliżona do wytłoków koncentracja włókna surowego, ok. 10%. Ponadto zawiera najmniejszy spośród produktów rzepakowych odsetek tłuszczu, ok. 2%. Z tego powodu mieszanki zawierające duży udział śruty rzepakowej muszą być dodatkowo natłuszczane w celu podwyższenia wartości energetycznej paszy. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa jest cennym źródłem wartościowego białka, którego ilość kształtuje się na poziomie 36%. W porównaniu do śruty sojowej (powszechnie stosowanej w żywieniu świń) jest bogatsza w aminokwasy siarkowe (metionina i cystyna), a udział tryptofanu w obu śrutach jest podobny. Odpowiedni poziom aminokwasów siarkowych jest szczególnie istotny w przypadku młodych zwierząt. Aminokwasy te są ważnymi biologicznie aktywnymi związkami, które wpływają na metabolizm i funkcje komórkowe, uczestnicząc w regulacji procesów metylacji oraz wewnątrzkomórkowych stanów oksydacyjno-redukcyjnych (redoks). Niedobór aminokwasów siarkowych może prowadzić do różnorodnych dysfunkcji ogólnoustrojowych. Co ważniejsze, ich odpowiedni poziom w diecie ma kluczowe znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania przewodu pokarmowego.

Pasze rzepakowe cechują się natomiast niższą w porównaniu do komponentów sojowych obecnością lizyny. Obniżanie ilości lizyny związane jest również z wysoką temperaturą potrzebną do wytwarzania poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Powoduje ona uwolnienie glukozy ze związków antyżywniowych – glukozynolanów, która aktywnie reaguje z grupą aminową (NH_2) lizyny, obniżając jej koncentrację i wartość biologiczną. Zbyt niski poziom lizyny w mieszance paszowej ogranicza wykorzystywanie pozostałych aminokwasów oraz opóźnia syntezę białka, a więc tworzenie tkanki mięśniowej.

Poekstrakcyjna śruta rzepakowa cechuje się mniejszym poziomem energii metabolicznej, gdyż zawiera znacznie więcej włókna surowego (11-12%) w porównaniu ze śrutą sojową (3-5%). Polisacharydy nieskrobiowe (NSP) wchodzące w skład włókna surowego zwiększają lepkość treści pokarmowej prowadząc do obniżenia strawności tłuszczów oraz białka i przyczyniając się do pogorszenia współczynnika wzrostu i wskaźników odchowu. Stwarza to konieczność wzbogacania paszy enzymami takimi jak: ksylanaza, celulaza, β -glukanaza czy pektynaza, które hydrolizują wiązania glikozydowe w łańcuchach polimerowych cukrów (Ryc. 5.2.). W sposób istotny zabieg ten poprawia dostępność strawnych składników pokarmowych, zmniejsza lepkość treści przewodu pokarmowego, zwiększa szybkość przesuwania się treści pokarmowej, tym samym podnosi efektywność trawienia i przyrosty masy ciała zwierzęcia.

Ryc. 5.2. Efektywność działania enzymów na przyswajalność włókna surowego występującego w produktach rzepakowych [schemat oparty na Simon, 2000]



*E - Enzymy paszowe: endo- β -1,4-ksylanazy i endo-1,3(4- β -glukanazy)

Z drugiej strony włókno pokarmowe działa jako pożywka dla korzystnej mikroflory jelitowej zwierząt i może pozytywnie wpływać na organizm, przyczyniając się do utrzymania zdrowia jelit i poprawiając potencjał ochrony świń przed infekcjami. Poprzez modulację funkcji mikrobiomu jelitowego włókno pokarmowe może również utrzymywać homeostazę immunologiczną organizmu. Ponadto badania wykonane na Uniwersytecie Przyrodniczym w Poznaniu wskazują, że zastosowanie w mieszankach paszowych dla prosiąt 19% udziału poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej wpływa korzystnie na obraz morfologiczny jelita cienkiego (wzrost pola powierzchni kosmków jelitowych), a także na obniżenie pH treści jelita cienkiego, co bezpośrednio wpływa na poprawę wykorzystania składników pokarmowych.

Badania ostatnich lat zmierzają do dalszego uzdatnienia poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej przez obniżenie zawartości włókna surowego i substancji antyżywniowych, w tym przede wszystkim glukozyolanów, a zwiększenie ilości dostępnego białka, a zwłaszcza aminokwasów egzogennych, głównie lizyny oraz niektórych witamin i innych składników biologicznie czynnych. Działania te przyczyniają się do zwiększonej użyteczności tego materiału paszowego w żywieniu zwierząt monogastrycznych, a nawet próby całkowitego zastąpienia pasz białkowych pochodzących z roślin GMO.

Jednym z ciekawych rozwiązań okazuje się być proces fermentacji poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej. Uczestniczące w procesie fermentacji mikroorganizmy probiotyczne posiadają wysoką aktywność fermentacyjną i mogą wzmacniać trawienie w obrębie jelit, wpływając pozytywnie na przyswajalność i biodostępność makro i mikroelementów oraz białka (Tab. 4.1.). Ponadto zabieg fermentacji poprzez eliminację szkodliwych bakterii poprawia bezpieczeństwo paszy a poprzez syntezę krótkołańcuchowych kwasów organicznych tj. kwas mlekowy i octowy obniża pH treści przewodu pokarmowego (Ryc. 5.1.). Przyspiesza to redukcję szkodliwych enteropatogenów w tym głównie *Salmonelli*. Pasza fermentowana stymuluje również działanie przewodu pokarmowego, co związane jest nie tylko ze zmniejszeniem liczby patogenów prowadzących do chorób przewodu pokarmowego świń, ale również z redukcją ilości bakterii typu kałowego, niższą częstotliwością występowania biegunek u prosiąt oraz ze zmniejszeniem ryzyka transmisji patogenów drogą oddechową.

W polskiej praktyce produkcji zwierzęcej stosowanie komponentów fermentowanych dotyczy głównie fermentowanej poekstrakcyjnej śrutu sojowej stosowanej w żywieniu drobiu. Niewiele jest badań oceniających efektywność fermentowanej poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej wykorzystywanej w żywieniu świń. Badania nad jej zastosowaniem były i nadal są prowadzone przez zespół z Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Wynika z nich, że stosowanie fermentowanej poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej osiąga najlepsze wyniki w żywieniu prosiąt, warchlaków oraz loch w okresie ciąży i laktacji.

Zastosowanie fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w mieszankach dla prosiąt i warchlaków (od 6–10%) spowodowało wzrost współczynników pozornej strawności kałowej podstawowych składników pokarmowych i poprawę dostępności aminokwasów egzogennych (Lys, Met + Cys) czego konsekwencją był wzrost końcowej masy ciała, mniejsze pobranie paszy, a przede wszystkim, lepsza wartość współczynnika FCR. Efekt ten przypisuje się obecności kwasu mlekowego i korzystnych bakterii probiotycznych, które uczestniczą w modyfikacji ścian jelit i zwiększeniu ich powierzchni absorpcyjnej, głównie poprzez wydłużenie kosmków jelitowych, będących głównym miejscem wchłaniania składników odżywczych.

Należy również zaznaczyć, że dzięki obecności w fermentowanej poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej naturalnych modyfikatorów mikroflory jelitowej, którymi są prebiotyki (np. kwas mlekowy i inne kwasy krótkołańcuchowe) i probiotyki (np. bakterie kwasu mlekowego) następuje stymulacja układu immunologicznego, co decyduje o utrzymaniu swoistej równowagi między odpowiedzią humoralną i komórkową. Prowadzi to do ograniczenia rozwoju procesów zapalnych i atopii oraz wzmacniania syntezy immunoglobulin. Obecność dużej ilości kwasu mlekowego czy innych kwasów organicznych w paszy fermentowanej powoduje zakwaszanie treści jelita, stymulację produkcji antybakteryjnych bakteriocyn, zwiększenie aktywności enzymów jelitowych, ale przede wszystkim stymuluje miejscową odporność w obrębie błony śluzowej przewodu pokarmowego. Mikroorganizmy probiotyczne, które towarzyszą procesowi fermentacji i są obecne w produktach fermentowanych blokują miejsce receptorów zlokalizowanych na powierzchni ściany jelit oraz na bakteriach chorobotwórczych np. *Salmonella* i potencjalnie chorobotwórczych np. *Escherichia coli*. Dzięki temu drobnoustroje, które dostały się do przewodu pokarmowego nie mogą połączyć się ze swoistymi receptorami są wydalane z organizmu bez ich negatywnego wpływu na stan zdrowia zwierzęcia. W związku z tym zastosowanie komponentów fermentowanych wywiera istotny wpływ na funkcjonowanie jelit, w tym ogranicza proliferację patogennych bakterii. Efektem tego jest między innymi poprawa kondycji nowo narodzonych prosiąt, wzrost ilości prosiąt i masy miotu w 28 dniu życia, obniżenie śmiertelności prosiąt. Ponadto z badań wynika, że materiał fermentowany wpływa również korzystnie na skład mleka. Składa się na to obniżona ilość substancji antyodżywczych, które mogłyby pochodzić z śruty rzepakowej oraz wzrostu ilości immunoglobulin klasy IgG i IgA. Wzrost ilości immunoglobulin IgG w siarze loch, zarówno pierwiastek jak i wieloródek żywionych mieszanką z udziałem fermentowanej śruty rzepakowej, poprawia poziom i wydajność odporności biernej noworodków, a tym samym zwiększa ich przeżywalność w okresie wczesnego odchovu. Należy również zaznaczyć, że lochy wieloródki nie reagują tak skutecznie na wprowadzony ferment, co wynika z dojrzałości przewodu pokarmowego oraz bytującej stabilnej mikroflory u starszych zwierząt.

Suszona fermentowana poekstrakcyjna śruta rzepakowa może być, zatem świetnym komponentem białkowym wykorzystywanym w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Jej produkcja jest jednak objęta tajemnicą producenta. Obiecujące wyniki związane z wykorzystaniem fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej pochodzącej z produkcji krajowej (Firma InventionBio) czy duńskiej w mieszankach dla świń pozwalają na wskazanie znaczącej jej pozycji jako alternatywnej paszy w odniesieniu do poekstrakcyjnej śruty sojowej GMO. Ponadto jej korzystny wpływ na stymulację procesów odpornościowych, a w konsekwencji poprawa wskaźników statusu zdrowotnego zwierząt wskazuje, że może ona pełnić funkcję fitobiotyku. Wymaga to jednak dopracowania krajowej technologii pozyskiwania fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej na skalę przemysłową, określenia jej wartości pokarmowej oraz składu mikrobiologicznego, a docelowo także licznych badań wdrożeniowych na fermach trzody chlewnej i drobiu.



6. Zalecenia i ograniczenia stosowania produktów rzepakowych



W Polsce, podobnie jak w Europie, przez ostatnie półtora dekady produkcja rzepaku była najszybciej rozwijającą się gałęzią produkcji roślinnej. Powierzchnia uprawy rzepaku zwiększyła się prawie 2-krotnie, poziom plonowania o 25%, a zbiory nasion 2,5-krotnie. Także prze-rób nasion rzepaku z roku na rok rośnie. Notowane wzrosty wskazują na umacnianie pozycji krajowej branży olejarzkiej na kontynencie.

Należy podkreślić, że w praktyce, coraz częściej spotyka się na etykietach gotowych koncentratów i mieszanek paszowych, surowce krajowe w tym pasze rzepakowe, jednak nie wszyscy rolnicy i producenci są przekonani do stosowania w żywieniu zwierząt krajowych białkowych surowców. Nieufność wynika często z niewiedzy hodowców producentów o wartości pokarmowej surowca oraz bezzasadnej, negatywnej oceny jakości pasz krajowych. W przypadku pasz rzepakowych w terenie pokutuje opinia, że są to surowce niskiej jakości z powodu ich naturalnie ciemnego koloru. Określenie „czarne śruty” stało się swego rodzaju synonimem produktów tańszych, ale z definicji gorszych, stosowanych głównie przez przemysłowe mieszalnie pasz w celu obniżenia kosztów. Jest to opinia o tyle krzywdząca, że pomija inne, poza ceną, zalety tych surowców. Należy do nich odmienny w stosunku do soi bilans aminokwasów egzogennych, pozwalający przy zachowaniu właściwych proporcji w łatwy sposób poprawić wartość biologiczną białka całej mieszanki. Warto też podkreślić podwyższoną zawartość włókna, która pozwala zoptymalizować ten składnik w mieszance. Jest to szczególnie istotne wobec rosnącego niedoboru włókna w ziarnach zbóż.

W codziennej praktyce żywieniowej coraz częściej widocznym problemem jest też jakość surowców, ale bolączka ta szczególnie odnosi się do importowanych pasz. Często występujące w paszach sprowadzanych do Polski (głównie w poekstrakcyjnej śrucie sojowej) drobnoustroje chorobotwórcze stwarzają ryzyko przeniesienia ich na zwierzęta, a poprzez surowce i produkty żywnościowe z nich pozyskiwane, także na człowieka. Długotrwały transport drogą morską przyczynia się też do rozwoju grzybów pleśniowych i wzrostu skażenia surowców skrajnie toksycznymi mykotoksynami grzybów przechowalniczych. Stała ekspozycja zwierząt na liczne drobnoustroje i toksyny występujące w paszy powoduje produkcję cytokin prozapalnych, obniżenie apetytu i przyspieszenie metabolizmu, co prowadzi do spadku produktywności. Nie bez znaczenia jest też fakt, że ok. 90% światowej produkcji soi to odmiany genetycznie modyfikowane. Na ten aspekt coraz częściej spoglądają i biorą

pod uwagę konsumenci, gdyż popularność zdrowego i ekologicznego stylu życia oraz bogacenie się społeczeństwa, powoduje, że coraz większa liczba konsumentów jest w stanie pozwolić sobie i świadomie dokonuje zakupów droższych ale certyfikowanych produktów.

Rozwiązaniem powyższych problemów może okazać się stosowanie uszlachetnionych krajowych źródeł białka roślinnego (KŻBR) w tym pasz rzepakowych. Bezpieczny udział pasz rzepakowych w dużej mierze uzależniony jest od okresu odchowu. Prosięta odsadzone i warchlaki ze względu na większą podatność na niekorzystne działanie substancji antyodżywczych tolerują mniejszy udział pasz pochodzenia roślinnego w mieszance, w porównaniu do starszych osobników w okresie skarmiania pasz Grower i Finiszer, gdzie stosowane są już jedynie pasze pochodzenia roślinnego. Nad tymi zagadnieniami na terenie kraju pracowały w ostatnich latach liczne zespoły badawcze. Naukowcy w ramach projektów naukowo-badawczych i zlecanych przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, które ustanowiło Programy Wieloletnie skupili się nad oceną i możliwościami stosowania pasz rzepakowych w połączeniu z innymi źródłami białka w żywieniu rosnących świń.

W poniższym rozdziale przedstawiono wyniki doświadczeń żywieniowych oceniających efektywność mieszanek paszowych z udziałem pasz rzepakowych wraz z innymi KŻBR w żywieniu grup technologicznych świń rosnących (prosięta odsadzone, warchlaki i tuczniki).

Wykorzystaniem nasion rzepaku w żywieniu warchlaków

Jakość i wartość pokarmowa nasion rzepaku zależy od składu chemicznego, a szczególnie od zawartości związków antyżywniowych, takich jak: glukozytolany, związki fenolowe, fitiny czy węglowodany strukturalne. Wieloletnie prace genetyczne nad rzepakiem, przyczyniły się do powstania odmian dwuzerowych („00”). Badania przeprowadzone przez Patyrę i Kwiatka, (2015) wykazały, że średnia zawartość glukozytolanów w badanych odmianach w kraju nie przekracza 15 $\mu\text{M/g}$ suchej masy beztłuszczowej, co oznacza, że nasiona poza tym, że są źródłem oleju, nabrały potencjału jako surowiec paszowy.

W dostępnej literaturze naukowej z ostatnich dwóch dekad brak jest opracowań, w których oceniano skuteczność stosowania śrutowanych nieprzetworzonych nasion rzepaku w żywieniu świń. Analiza dostępnej literatury z XX w. wskazuje, że udział surowych nasion w żywieniu tuczników wpływa niekorzystnie na parametry produkcyjne zwierząt, w tym wydajność rzeźną, umięśnienie tuszy i jakość mięsa wieprzowego. Dlatego krajowe zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń informują, że maksymalny udział w mieszankach i dawkach dla świń nasion rzepaku nie powinien przekroczyć 3%, a dla tuczników

i loch stanowić udział do 5%. Jak wspomniano w rozdziale 1, nasiona rzepaku rzadko są brane pod uwagę jako surowiec paszowy, głównie z powodu wysokiej ceny.

Pomimo to, w ramach ostatnich badań Projektu Wieloletniego przeprowadzono test wzrostowy na prosiątach odsadzonych o początkowej masie ciała ok. 12 kg, w którym oceniano możliwości zastosowania nasion rzepaku w mieszance. Przez pierwsze 14 dni testu udział nasion w paszy wyniósł 5%, natomiast w kolejnych tj. 15–28 d. – 10%. Ponadto w badaniach oceniano różny stopień rozdrobnienia i zróżnicowaną formę paszy (sypka i granulowana). Nasiona rzepaku rozdrabniano śrutownikiem tarczowym tak by otrzymać trzy frakcje nasion – nierozdrobnione, grubą i drobną śrutę nasion. Prowadzono żywienie mieszankami w formie suchej sypkiej (grupa 1–3) oraz w formie granulowanej (grupa 4–6). Zwierzęta żywiono do woli przy stałym dostępie do wody przez okres 28 dni. Skład surowcowy mieszanek został przedstawiony w tabeli 6.1.

Tabela 6.1. Skład surowcowy i wartość pokarmowa mieszanek doświadczalnych

Komponenty (%)	Okres 1–14 d.	Okres 15–28 d.
Poekstrakcyjna śruta sojowa	17,00	15,50
Nasiona rzepaku	5,00	10,00
Pszenżyto	30,00	30,00
Pszenica	44,33	40,83
Dodatki	3,67	3,67
Szacowana wartość pokarmowa w 1 kg		
Energia metaboliczna (MJ/kg)	13,7	14,1
Białko ogólne (g)	181	180

Na podstawie uzyskanych badań stwierdzono, że stopień rozdrobnienia nasion rzepaku wpływa istotnie na wyniki odchowu rosnących świń (Tab. 6.2.). W całym doświadczeniu stwierdzono najwyższe przyrosty masy ciała prosiąt żywionych mieszanką granulowaną o największym stopniu rozdrobnieniu. Nie stwierdzono jednakże istotnych różnic w pobraniu paszy przez świnię i jej wykorzystaniu. Ponadto zaobserwowano, że zabieg granulacji pozwala na wyraźną poprawę przyrostów masy ciała i poprawia współczynnik wykorzystania paszy u świń. Przedstawione wyniki mogą wskazywać, że zarówno proces granulacji pasz, jak i stopień rozdrobnienia, są bardzo efektywnymi procesami umożliwiającymi udostępnienie większej puli składników pokarmowych z nasion rzepaku w mieszankach dla świń.

Tabela 6.2. Wyniki odchowu warchlaków żywionych mieszanką sypką lub granulowaną z nasionami rzepaku

Parametr	Przyrost masy ciała (kg)			Całkowite spożycie paszy (kg)			Współczynnik wykorzystania paszy (kg/kg)		
	1-14d	15-28d	1-28d	1-14d	15-28d	1-28d	1-14d	15-28d	1-28d
1 - NR C	6,88	9,10	15,98c	12,28	16,78	29,06	1,80	1,86	1,83
2 - NR G	6,69	8,59	15,20	12,09	17,43	29,52	1,82	2,04	1,94
3 - NR D	6,83	9,48	16,30	11,98	17,24	29,22	1,77	1,82	1,80
4 - NR C GRAN	7,04	9,81	17,74	12,35	17,06	29,40	1,59	1,78	1,67
5 - NR G GRAN	6,86	9,73	17,44	11,73	17,21	28,95	1,53	1,86	1,68
6 - NR D GRAN	7,96	10,30	18,30	12,27	18,03	30,30	1,55	1,71	1,62

NR – nasiona rzepaku, C – całe, G – grubo rozdrobnione, D – drobno rozdrobnione, GRAN – granulowane,
a, b – wartości oznaczone różnymi literami w kolumnie różnią się statystycznie istotnie od siebie ($P < 0,05$)

ŹRÓDŁO: Zalecenia dotyczące stosowania krajowych pasz białkowych pochodzenia roślinnego w żywieniu świń i drobiu. Praca zbiorowa pod. red. A. Rutkowski i A. Zaworska-Zakrzewska, 2020

Należy pamiętać, że sposób magazynowania jest jednym z kluczowych aspektów zachowania najwyższej jakości surowca paszowego. W przypadku nasion rzepaku jest to problematyczne z uwagi na wysoki, wynoszący ponad 40% udział tłuszczu surowego. Możliwe jest zapewnienie odpowiednich warunków przechowywania dla tego surowca tylko w postaci całego ziarna, a następnie bezpośrednio przed skarmianiem należy go rozdrobić i wprowadzić do mieszanek. Zatem mając na uwadze powyższe informacje jak i uzyskane wyniki możliwe jest stosowanie 5 lub 10% udziału nasion rzepaku w zależności od okresu odchowu w paszach granulowanych o optymalnym poziomie rozdrobnienia nasion.

Wykorzystanie poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu warchlaków

Interesujące i bardzo odważne badania zostały przeprowadzone w Niemczech. Zastosowano w nich bardzo uproszczone w składzie surowcowym mieszanki, w których głównym źródłem energii było ziarno żyta w ilości 60%, zaś źródło białka stanowiła mieszanina poekstrakcyjnej śruty sojowej (PŚS) i poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (PŚR) w różnych propor-

cyjach (Tab. 6.3.). Badaniem wzrostowym poddano warchlaki w wieku 47 dni o średniej masie ciała 15,1 kg. Wyniki podstawowych parametrów produkcyjnych zestawiono w tabeli 6.4.

Tab. 6.3. Składy surowcowe mieszanek paszowych [Kamphues i wsp. 2020]

Surowce paszowe	Składy mieszanek paszowych			
	PŚS	2/3PŚS:1/3PŚR	1/3PŚS:2/3PŚR	PŚR
Żyto	60,0	60,0	60,0	60,0
Poekstrakcyjna śruta sojowa (PŚS)	18,10	13,60	8,10	0,00
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa (PŚR)	0,00	6,70	16,10	28,00
Jęczmień	15,10	13,50	10,00	6,50
Lignoceluloza	2,00	1,50	1,00	0,70
Dodatki	4,80	4,70	4,80	4,80

Widocznym efektem zwiększania udziału poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w składzie mieszanki jest możliwość stopniowego ograniczania zawartości drogich, ale coraz częściej koniecznych do stosowania preparatów włókna lignocelulozowego. Jest to wynikiem wspomnianej już podwyższonej zawartości włókna surowego w produktach rzepakowych, pozwalającej relatywnie prosto bilansować ten składnik w diecie zwierząt.

Tab. 6.4. wskaźniki produkcyjne warchlaków żywionych mieszankami z rosnącym udziałem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej [Kamphues i wsp. 2020]

Parametry	Grupa doświadczalna			
	PŚS	2/3PŚS:1/3PŚR	1/3PŚS:2/3PŚR	PŚR
Początkowa masa ciała (kg)	15,48	15,08	15,04	15,02
Końcowa masa ciała (kg)	35,80	35,10	36,90	33,90
Przyrost całkowity m.c. (kg)	20,32	20,02	21,86	18,88
Przyrost dobowy m.c. (g)	724,1	715,0	780,7	674,3
Dobowe pobranie paszy (g)	1014	1038	1131	1002
Wykorzystanie paszy (FCR) (kg/kg)	1,58	1,65	1,64	1,79

Wyniki badań pokazują nieznaczne różnice najważniejszych wskaźników produkcyjnych pomiędzy grupami, z wyjątkiem zwierząt żywionych całkowicie bez udziału poekstrakcyjnej śruty sojowej, gdzie najniższy przyrost masy ciała spowodował też najniższe wykorzystanie paszy. Warto podkreślić, że najlepsze wyniki uzyskane zostały przez zwierzęta otrzymujące

mieszaninę PŚS i PŚR w proporcjach 1/3 do 2/3, zatem ze znaczną przewagą poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Dla wielu wynik może być zaskakujący, biorąc pod uwagę, że całkowity udział PŚR w tej mieszance wyniósł 16,1%, czyli dużo jak na obowiązujące standardy. Dlaczego tak się stało? Najprawdopodobniej w takiej proporcji uzyskano najbardziej optymalną wartość biologiczną białka, rozumianą jako bilans aminokwasów egzogennych. Warto zwrócić przy tym uwagę, że bilans ten wynika nie tylko z zastosowanych surowców białkowych, ale też specyficznego składu surowców zbożowych, na czele z kluczowym znaczeniem ziarna żyta, charakteryzującego się najwyższym procentowym udziałem lizyny w białku. Pamiętając o zaletach białka rzepaku (wysoka zawartość aminokwasów siarkowych), oraz jego niedoborach (niska zawartość lizyny i tryptofanu), zestawianie PŚR w mieszance z żytem lub pszenżytem wydaje się rozwiązaniem optymalnym, podczas gdy stosowanie go z wysokimi udziałami kukurydzy jest ryzykowne i wymaga bardziej radykalnego uzupełniania aminokwasów syntetycznych (przede wszystkim lizyny i tryptofanu).

Wykorzystanie poekstrakcyjnej śruty rzepakowej z innymi krajowymi źródłami białka w żywieniu tuczników

Uszlachetnienie nasion rzepaku ma duży wpływ na krajowy rynek paszowy. W 2017 roku instytucje zrzeszone w Polskim Stowarzyszeniu Producentów Oleju przerobiły ponad 2,50 mln ton surowych nasion rzepaku, z czego powstało blisko 1,20 mln ton pasz rzepakowych, w tym ponad 1,10 mln ton PŚR. Wg danych z 2018 roku przedstawionych przez Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej produkty te stanowiły ok. 20,3% krajowego zapotrzebowania na białko paszowe. Uzyskane w ostatnich 10 latach wyniki z doświadczeń żywieniowych wskazują jednoznacznie, że KŻBR (w tym pasze rzepakowe) są dobrym źródłem białka dla świń i mogą być bezpiecznym zamiennikiem poekstrakcyjnej śruty sojowej (PŚS) w mieszankach pełnoporcjowych w szczególności, kiedy wykorzystany jest w recepturze mieszanki więcej niż jednej surowiec białkowy.

W podjętych badaniach na rosnących świniami oceniano wpływ całkowitej substytucji PŚS w mieszankach (gr. 1) poekstrakcyjną śrutą rzepakową i nasionami łubinu żółtego (ŁŻ) w różnych kombinacjach. Tucz podzielono na 3 etapy – Starter, Grower i Finisher (Tab. 6.5.–6.7.).

Tabela 6.5. Skład surowcowy i wartość pokarmowa mieszanek wykorzystywanych w doświadczeniu [Starter]

Komponenty (%)	1	2	3	4	5
	100 %PŚS	75PŚR /25ŁŻ	50PŚR/50ŁŻ	25PŚR /75ŁŻ	100% PŚR
Pszonżyto	75,54	65,01	65,29	66,48	63,53
Poekstrakcyjna śruta sojowa	22	0	0	0	0
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	0	23	15	7,5	31,5
Łubin żółty	0,0 0	7,5	15	22	0
Dodatki	2,46	4,49	4,71	4,02	4,97
Szacowana wartość pokarmowa w 1 kg					
Energia metaboliczna (MJ/kg)	12,9-13,0				
Białko ogólne (g)	180				

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, ŁŻ – łubin żółty, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa

Tabela 6.6. Skład surowcowy i wartość pokarmowa mieszanek wykorzystywanych w doświadczeniu [Grower]

Komponenty (%)	1	2	3	4	5
	100 %PŚS	75PŚR /25ŁŻ	50PŚR/50ŁŻ	25PŚR /75ŁŻ	100% PŚR
Pszonżyto	74,15	63,14	63,81	64,71	61,57
Poekstrakcyjna śruta sojowa	22,5	0	0	0	0
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	0	23,5	15,3	7,5	32
Łubin żółty	0	7,5	15,3	22,5	0
Dodatki	3,35	5,86	5,59	5,29	6,43
Szacowana wartość pokarmowa w 1 kg					
Energia metaboliczna (MJ/kg)	13,3				
Białko ogólne (g)	181				

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, ŁŻ- łubin żółty, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa

Tabela 6.7. Skład surowcowy i wartość pokarmowa mieszanek wykorzystywanych w doświadczeniu (Finisher)

Komponenty (%)	1	2	3	4	5
	100 %PŚS	75PŚR /25ŁŻ	50PŚR/50ŁŻ	25PŚR /75ŁŻ	100% PŚR
Pszczyto	80,09	70,66	71,53	72,51	70,21
Poekstrakcyjna śruta sojowa	17	0	0	0	0
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	0	18	11,5	5,5	24
Łubin żółty	0	6	11,5	17	0
Dodatki	2,91	5,34	5,47	4,99	5,79
Szacowana wartość pokarmowa w 1 kg					
Energia metaboliczna (MJ/kg)	13,4-13,5				
Białko ogólne (g)	160-161				

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, ŁŻ – łubin żółty, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa

Najlepsze przyrosty masy ciała w pierwszym okresie stwierdzono w gr.1 (14,3 kg) i w gr. 4 (25% PŚR i 75% ŁŻ) – (13,6 kg). W poszczególnych okresach jak i w całym tuczu nie zanotowano istotnych różnic we wszystkich pozostałych analizowanych parametrach (spżycie paszy oraz współczynnik wykorzystania paszy) (Tab. 6.8.). Badania wykazały, że PŚR wraz z nasionami ŁŻ mogą być stosowane w różnych konfiguracjach jako całkowite zastępienie PŚS w diecie świń, jednakże z ekonomicznego punktu widzenia najkorzystniej zastąpić jest białko PŚS udziałem 25% PŚR i 75% ŁŻ (Zaworska-Zakrzewska, 2019).

Tabela 6.8. Wyniki produkcyjne tuczników żywionych mieszankami na bazie PŚR i ŁŻ

Parametry	Przyrost masy ciała (kg)				Dobowe pożycie paszy (kg)				Współczynnik wykorzystania paszy (kg/kg)			
	1-21	22-56	57-85	1-85	1-21	22-56	57-85	1-85	1-21	22-56	57-85	1-85
	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
100 %PŚS	0,681	1,092	1,05	0,974	1,53	2,70	3,21	2,59	2,26	2,50	3,06	2,67
75PŚR /25ŁŻ	0,598	0,985	1,03	0,902	1,52	2,69	3,17	2,58	2,56	2,80	3,13	2,88
50PŚR/50ŁŻ	0,612	0,997	1,02	0,906	1,56	2,73	3,22	2,59	2,52	2,76	3,2	2,88
25PŚR/75ŁŻ	0,650	0,986	1,05	0,922	1,52	2,73	3,22	2,59	2,36	2,79	3,09	2,82
100% PŚR	0,587	1,010	1,110	0,938	1,51	2,78	3,21	2,59	2,72	2,71	2,92	2,8

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, ŁŻ- łubin żółty, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa

Kolejne badania oceniały przydatność żywieniową mieszanek dla tuczników, w których PŚS (gr. 1) zastąpiono PŚR i nasionami łubinu wąskolistnego (ŁW) (gr 2). Test żywieniowy trwał 102 dni i został podzielony na dwa okresy – Grower 44 dni i Finisher 58 dni. Skład i wartość pokarmową mieszanek przedstawia tabela 6.9.

Tabela 6.9. Skład mieszanki w okresie Grower i Finisher na bazie koncentratów białkowych

Komponenty (%)	Grower		Finisher	
	PŚS	PŚR+ŁW	PŚS	PŚR+ŁW
Pszczytło	74,66	65,86	63,88	64,39
Poekstrakcyjna śruta sojowa	20	0	19,74	0
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	0	22,38	0	13,47
Łubin wąskolistny	0	6	11,5	17
Dodatki	5,34	5,76	4,88	5,14
Szacowana wartość pokarmowa w 1 kg				
Energia metaboliczna (MJ/kg)	12,9–13,0		12,7–12,8	
Białko ogólne (g)	179–180		172–174	

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa, ŁW – łubin wąskolistny

Całkowite zastąpienie PŚS w mieszankach dla świń śrutą rzepakową i łubinem wąskolistnym spowodowała niższe przyrosty w całym tuczu (Tab. 6.10.). Natomiast dieta rzepczano-łubinowa w okresie Grower spowodowała, że zwierzęta pobierały paszy więcej, a w drugim okresie mniej niż grupa żywiona PŚS. Ostatecznie włączenie KŻBR do diety nie wpłynęło znacząco na wykorzystanie paszy przez zwierzęta w czasie całego odchowu jednak zwierzęta z grupy doświadczalnej przyrosły w tuczu o około 2,5 kg mniej niż z grupy żywionej PŚS.

Tabela 6.10. Wyniki produkcyjne tuczników żywionych mieszankami na bazie PŚR i łubinem wąskolistnym

GRUPA	Przyrost masy ciała (kg)			Całkowite spożycie paszy (kg)			Współczynnik wykorzystania paszy (kg/kg)		
	1-44 d	45-102 d	1-102 d	1-44 d	45-102 d	1-102 d	1-44 d	45-102 d	1-102 d
PŚS	25,2a	24,3a	49,5a	51,9	70,3	122,2	2,07	2,90	2,47
PŚR + ŁW	23,3b	23,5b	46,8b	57,7	64,9	118,8	2,19	2,79	2,54

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, ŁW – łubin wąskolistny, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa

W następnym teście żywieniowym oceniano PŚR oraz nasiona grochu i /lub bobiku jako substytutu PŚS w żywieniu tuczników o masie początkowej 25 kg. Zwierzęta w gr. 1 otrzymywały mieszankę, w której jedyną paszą wysokobiałkową była PŚS, natomiast w grupach doświadczalnych PŚS zastąpiono w gr. 2 PŚR i nasionami bobiku, w gr. 3 PŚR i nasionami grochu, a w gr. 4 PŚR z nasionami grochu i bobiku. Zwierzęta żywione były przez okres 92 dni mieszankami typu Grower (35–65 kg przez 50 dni) i Finisher (65–100 kg przez 42 dni). Skład i wartość pokarmową mieszanek przedstawia tabela 6.11.

Tabela 6.11. Skład surowcowy i wartość pokarmowa mieszanek w okresie Grower i Finisher

Komponenty (%)	Grower				Finisher			
	PŚS	PŚR+B	PŚR+G	PŚR+B+G	PŚS	PŚR+B	PŚR+G	PŚR+B+G
Poekstrakcyjna śruta sojowa	13,1	0	0	0	9,5	0	0	0
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	0	12	12	12	0	8,5	8,5	8,5
Bobik	0	12	0	6	0	8,5	0	4
Groch	0	0	24	12	0	0	18	10
Pszczytło	82,975	70,765	58,695	64,73	88,141	79,255	69,708	73,729
Dodatki	3,925	5,235	5,305	5,27	2,359	3,745	3,795	3,771
Szacowana wartość pokarmowa w 1 kg								
Energia metaboliczna (MJ/kg)	13,5	13,46	13,44	13,45	13,36	13,42	13,4	13,41
Białko ogólne (g)	160,2	163,5	160,0	161,9	150,3	151,3	149,6	150,7

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa, B – bobik, G – groch

W całym okresie tuczu nie stwierdzono istotnego wpływu składu mieszanki na wyniki odchowu świń (Tab. 6.12.). Jedynie w pierwszym okresie tuczu stwierdzono lepsze przyrosty masy ciała u zwierząt otrzymujących w mieszance PŚR z nasionami grochu oraz PŚR z nasionami grochu i bobiku łącznie. Badania wykazały, że całkowite zastąpienie PŚS białkiem PŚR wraz z nasionami roślin bobowatych w dietach dla tuczników nie wpływa negatywnie na wyniki produkcyjne świń. W związku z powyższym nie ma przeszkód, by łącznie stosować je jako substytutu PŚS w mieszankach dla tuczników.

Tabela 6.12. Wyniki produkcyjne tuczników żywionych mieszankami z PŚR z grochu oraz z lub/i bobikiem

	Parametry	PŚS	PŚR+B	PŚR+G	PŚR+B+G
Grower	Przyrost masy ciała (kg)	38,0bc	36,79c	40,86ab	41,21a
	Dobowe przyrosty m.c (kg)	0,760bc	0,736c	0,817ab	0,824a
	Dobowe spożycie paszy(kg)	2,24	2,20	2,26	2,26
	Współczynnik wykorzystania paszy (kg/kg)	2,96	2,99	2,76	2,74
Finisher	Przyrost masy ciała (kg)	36,86	38,64	38,21	38,86
	Dobowe przyrosty m.c (kg)	0,878	0,920	0,910	0,925
	Dobowe spożycie paszy(kg)	2,63	2,63	2,65	2,63
	Współczynnik wykorzystania paszy (kg/kg)	3,02	2,88	2,94	2,88
Grower+Finisher	Masa końcowa (kg)	101,29	103,21	107,64	106,36
	Przyrost masy ciała (kg)	74,86	75,43	79,07	80,07
	Dobowe przyrosty m.c (kg)	0,814	0,820	0,859	0,870
	Dobowe spożycie paszy(kg)	2,42	2,40	2,44	2,43
	Współczynnik wykorzystania paszy (kg/kg)	2,98	2,93	2,85	2,80

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa, B – bobik, G – groch, a, b – wartości oznaczone różnymi literami w wierszu różnią się statystycznie istotnie od siebie ($P < 0,05$). ŹRÓDŁO: Zalecenia dotyczące stosowania krajowych pasz białkowych pochodzenia roślinnego w żywieniu świń i drobiu. Praca zbiorowa pod. red. A. Rutkowski i A. Zaworska-Zakrzewska. 2020.

Także inne krajowe badania w tym Hanczakowskiej i Świątkiewicz (2014) oraz Sobotki i in., (2020) wskazują, że mieszanka zawierająca PŚR czy makuch rzepakowy wraz z innymi KŻBR (groch, łubiny) w żywieniu tuczników w okresie Grower i Finisher, pozwala na uzyskanie zadowalających wyników produkcyjnych.

Poza krajowymi badania nad oceną wykorzystania pasz rzepakowych prace prowadziły w ostatnim dziesięcioleciu także liczne ośrodki zagraniczne. Oceniano w nich m.in. zróżnicowane od 1 do 20% poziomu PŚR w żywieniu prosiąt odsadzonych (od masy ciała 8 kg). Badacze stwierdzili, że najlepszymi przyrostami charakteryzowały się zwierzęta pobierające mieszankę z wyższymi udziałami pasz rzepakowych. W innych testach zastosowano trzy frakcje PŚR, w tym miałką, która cechowała się mniejszą zawartością włókna oraz większą

zawartością białka (41,9%), frakcją ciężką o zawartości 37,3% białka oraz śrutę, która nie była sortowana (39,2% białka). Badania dowiodły, że skarmianie PŚR o niskiej zawartości włókna, wpłynęło na poprawę strawności energii oraz białka.

Metody poprawienia wartości pokarmowej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej poprzez zastosowanie dodatków enzymatycznych

Wprowadzenie dodatków enzymatycznych do mieszanek dla zwierząt monogastrycznych poprawia strawność mieszanki, w tym białka, aminokwasów czy minerałów (Ca i P). Dobrze dobrany enzym paszy do mieszanki w praktyce daje pożądany efekt w postaci lepszych przyrostów masy ciała zwierząt i mniejszego zużycia paszy. Ponadto zastosowanie w mieszankach dla rosnących zwierząt dodatków enzymatycznych może poprawiać wykorzystanie związków trudno dostępnych dla organizmu, np. związanego fosforu, który znajduje się w większości pasz pochodzenia roślinnego, w tym w paszach rzepakowych. Przeprowadzony test żywieniowy pozwolił określić wpływ fitazy w dietach z PŚR i nasionami łubinu wąskolistnego (ŁW) na wyniki produkcyjne tuczników. Zwierzęta podzielono na 6 grup i żywiono *ad libitum* przy stałym dostępie do wody. Badanie podzielone było na 2 okresy: Grower – 44 dni, oraz Finisher – 35 dni. W dietach, gdzie zastosowano dodatek enzymatyczny poziom Ca i P został obniżony w do 70% zapotrzebowania świń. Skład surowcowy mieszanek przedstawia tabela 6.13.

Tabela 6.13. Skład surowcowy i wartość pokarmowa mieszanek w okresie Grower i Finisher

Komponenty (%)	Grower				Finisher			
	PŚS	PŚS + FIT	ŁW+PŚR	ŁW+ PŚR+ FIT	PŚS	PŚS + FIT	ŁW+PŚR	ŁW+ PŚR+ FIT
Poekstrakcyjna śruta sojowa	17,01	17,01	0	0	11	11	0	0
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	0	0	15	15	0	0	20	20
Łubin wąskolistny	0	0	9,98	9,98	0	0	0	0
Pszenżyto	79,89	80,8	70,01	70,93	86,44	87,94	76,59	77,01

Tabela 6.13. Skład surowcowy i wartość pokarmowa mieszanek w okresie Grower i Finisher; cd.

Komponenty (%)	Grower				Finisher			
	PŚS	PŚS + FIT	ŁW+PŚR	ŁW+PŚR+FIT	PŚS	PŚS + FIT	ŁW+PŚR	ŁW+PŚR+FIT
Kreda	1,29	1,1	1,2	1	1,3	0,9	1,3	0,9
Fosforan 1-Ca	0,73	0,0	0,73	0,0	0,23	0,0	0,23	0,0
Dodatki	1,08	1,08	3,08	3,08	1,03	0,74	1,88	1,86
FITAZA	0	0,01	0	0,01	0	0,01	0	0,01
Szacowana wartość pokarmowa w 1 kg								
EM (MJ/kg)	13,1				13,1			
BO (g)	17,3-17,5				15,4-15,5			

Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupami (tab. 6.14) w całkowitych i dziennych przyrostach masy ciała zwierząt, a także pobraniu i wykorzystaniu paszy oraz końcowej masie ciała w prowadzonym doświadczeniu, jednak zanotowano nieznaczne liczbowe różnice w ocenianych parametrach. Zwierzęta żywione mieszanką z dodatkiem enzymu fitazy uzyskiwały nieco wyższe średnie przyrosty masy ciała przy lepszym wykorzystaniu paszy w porównaniu do grup otrzymujących mieszanki bez dodatku. Należy podkreślić, że pomimo braku istotnych różnic pomiędzy grupami w grupach 2 i 4 (z obniżonym udziałem fosforanu w mieszankach w I okresie odchowu) w grupie 4 zwierzęta osiągnęły porównywalne wyniki, jak przy żywieniu z zalecanym pokryciem zapotrzebowania na P i Ca.

Tabela 6.14. Wyniki produkcyjne tuczników żywionych mieszankami z PŚR i ŁW oraz dodatkiem fitazy

Parametry	PŚS	PŚS+FIT	PŚR+ŁW	PŚR+ŁW+FIT	
Przyrost masy ciała (kg)	1-44 d	36,80	36,40	34,85	35,25
	45-79d	24,75	25,15	24,05	24,45
	1-79 d	61,55	60,61	58,90	59,70
Dobowy przyrost masy ciała (kg)	1-44 d	0,820	0,810	0,770	0,780
	45-79d	0,710	0,700	0,690	0,700
	1-79d	0,760	0,760	0,730	0,740

Tabela 6.14. Wyniki produkcyjne tuczników żywionych mieszankami z PŚR i ŁW oraz dodatkiem fitazy; cd.

Parametry	PŚS	PŚS+FIT	PŚR+ŁW	PŚR+ŁW+FIT
Całkowite spożycie paszy (kg)	1-44d	90,7	90,8	91,0
	45-79d	90,6	90,6	90,9
	1-79d	181,3	181,4	181,9
Współczynnik wykorzystania paszy (kg/kg)	1-44d	2,48	2,50	2,62
	45-79d	3,68	3,66	3,79
	1-79d	2,95	2,97	3,09

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa, PŚR – poekstrakcyjna śruta rzepakowa, ŁW- łubin wąskolistny, FIT- fitaza, ŹRÓDŁO: Zalecenia dotyczące stosowania krajowych pasz białkowych pochodzenia roślinnego w żywieniu świń i drobiu. Praca zbiorowa pod. red. A. Rutkowski i A. Zaworska-Zakrzewska. 2020.

Wyniki badań wskazują, że zastosowanie dodatku enzymatycznego fitazy w dietach dla tuczników umożliwia uzyskanie porównywalnych lub nieco lepszych wyników produkcyjnych przy niższym koszcie surowcowym mieszanki. Obserwacje te potwierdziły się także w badaniach innych krajowych zespołów badawczych, a także w testach terenowych. Większość firm paszowych wprowadziła obligatoryjnie dodatek fitazy do mieszanek dla świń. Nie należy jednak zapominać, że u świń efektywność i skuteczność enzymów paszowych uzależniona jest od rodzaju stosowanych surowców wchodzących w skład mieszanek, a także od wieku zwierząt oraz pochodzenia i ilości stosowanego dodatku.

Podsumowanie

Z uzyskanych wyników można wnioskować, że wykorzystanie pasz rzepakowych w połączeniu z innymi KŻBR jest możliwe i przy odpowiednim zbilansowaniu i optymalizacji wartości biologicznej białka mogą one z powodzeniem stanowić alternatywę w żywieniu świń. Pamiętać należy, że efekt ten można uzyskać wyłącznie przy zastosowaniu jednolitych partii surowców. Tymczasem w obecnym bilansie paszowym dostępność jednolitych i dużych partii surowców jest słaba, dodatkowo przy zmiennych i niestabilnych cenach bobowatych. Konieczne jest też właściwe zestawianie komponentów białkowych z wiodącymi w mieszance ziarnami zbóż, oraz optymalizacja bilansu aminokwasów poprzez zastosowanie suplementacji aminokwasami syntetycznymi. Nie mniej jednak dostrzega się coraz większy potencjał w PŚR i innych produktach rzepakowych. Wyniki badań wskazują, że PŚS można bez

pogorszenia wskaźników produkcyjnych świń w okresie Grower zastąpić białko w 75% PŚR i innymi KZBR, a w okresie Finisher nawet do 100%.

Tabela 6.15. Maksymalne, [rekomendowane /zalecane] udziały nasion rzepaku i poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej w mieszankach dla rosnących świń

	Prosięta odsadzone (od m.c. 12 kg)	Warchlaki (od m.c. 20 kg)	Tucznik (od m.c. 45 kg)	Tuczniaki (od m.c. 65)
Zalecany udział w mieszance				
Nasiona rzepaku	Do 5% (0%)		Do 10% (do 5%)	
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	Do 10% (do 5%)	Do 15% (do 10%)	Do 20% (do 15%)	



7. Podsumowanie: ekonomika produkcji świń żywionych z udziałem pasz rzepakowych



Każda grupa surowców paszowych ma w swoim zestawieniu produkt, który stanowi standard. Na bazie tego komponentu przeprowadza się analizy porównawcze surowców, stanowiących potencjalną alternatywę. Standard taki może mieć charakter lokalny, ograniczony do kraju, lub regionu geograficznego, bądź globalny, obowiązujący w skali całego świata. W przypadku surowców zbożowych, stanowiących główne źródło energii paszowej, polskim standardem jest ziarno jęczmienia. Należy jednak podkreślić, że jest to standard lokalny, ponieważ już w nie tak odległej Danii, standardem jest ziarno pszenicy. Pomimo licznych i coraz większych zastrzeżeń, jakie budzi poekstrakcyjna śruta sojowa, wciąż stanowi ona globalny, światowy standard, jako główne źródło białka paszowego pochodzenia roślinnego. Z tego powodu wszelkie analizy, czy to wartości odżywczej, czy koncentracji substancji antyżywnościowych, czy wreszcie opłacalności zastosowania produktów alternatywnych, w pierwszym rzędzie odnosi się właśnie do śruty sojowej.

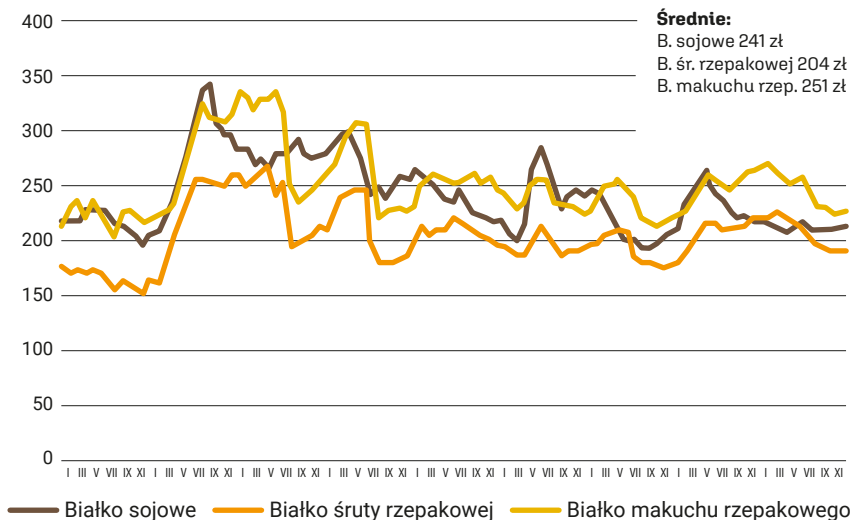
W zestawieniach ekonomicznych zastosowania alternatywnych źródeł białka paszowego, do których zalicza się także produkty rzepakowe, konieczne jest uwzględnienie kilku zmiennych, co znacząco komplikuje interpretację wyników. O ile porównanie cen surowców zbożowych daje dość klarowny i prosty obraz ekonomicznego potencjału zastosowania, o tyle w surowcach białkowych tak prosty mechanizm nie jest możliwy, z powodu dużo bardziej radykalnych różnic składu chemicznego, strawności i wartości biologicznej substancji odżywczych. Porównanie cen poekstrakcyjnej śruty rzepakowej i makucho rzepakowego ze stanowiącą standard paszowy poekstrakcyjną śrutą sojową zostało przedstawione w rozdziale 1, na wykresie 1.3 i wynika z niego jasno, że średnie wskaźniki cenowe produktów rzepakowych w ostatniej dekadzie oscylują na poziomie 40–45% niższym od sojowych. Tak proste porównanie sugeruje absolutną pewność opłacalności zastosowania produktów rzepakowych, jednak dla osiągnięcia rzeczywistego obrazu konieczna jest pogłębiona analiza pozwalająca oszacować koszt białka, a nie tylko samego surowca (Tab. 71.). Jednak poza samą zawartością białka w surowcu trzeba też uwzględnić zmienny, a często trudny do przewidzenia parametr jakim jest strawność i przyswajalność białka. Uwzględniając zatem obniżoną koncentrację białka i pogorszone wskaźniki jego strawności w surowcach rzepakowych (Wyk. 3.3) uzyskujemy nieco odmienny wynik analizy. Okazuje się bowiem, że białko makucho rzepakowego jest droższe, przewyższając w wartościach średnich zarówno białko sojowe jak i białko poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (Wyk. 71.).

Tabela. 7.1. Wartość białka na podstawie cen surowców paszowych i koncentracja białka ogólnego

Surowiec	Cena netto/ tonę surowca (zł)	Zawartość białka ogólnego (%)	Cena 1 kg białka (zł)
Śruta poekstrakcyjna sojowa Hipro	1 900,00	46	4,13
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	940,00	34	2,76
Łubin żółty	1 100,00	43	2,55
Groch	800,00	22	3,63
Drożdże paszowe	1 450,00	45	3,22

Analiza na podstawie cen zakupionych surowców w roku 2019. Wyniki opracowane na podstawie badań z programu „Zwiększanie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju” 2016-2020.

Wykres. 7.1. Porównanie kosztu białka sojowego i rzepakowego zastosowanego w paszach pełnoporcjowych, przy założeniu użycia jednego surowca (źródło danych: Projekt ENERGYFEED)

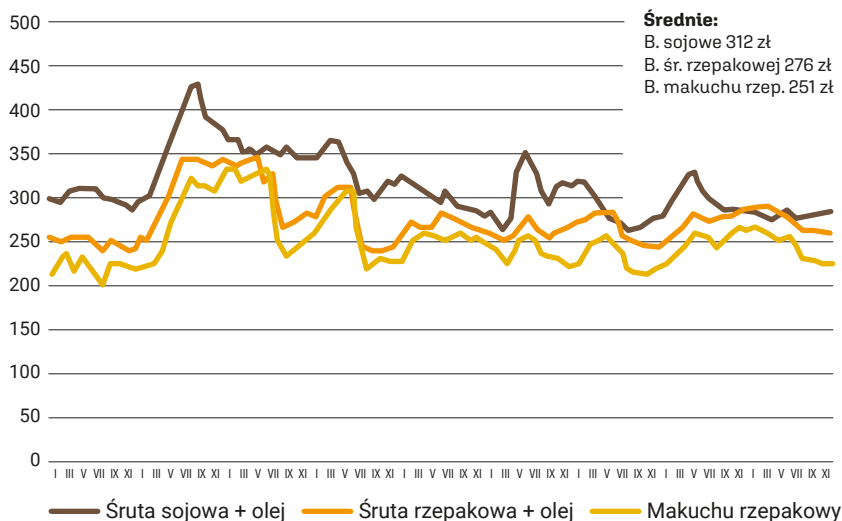


źródło danych: Projekt ENERGYFEED

Czy jednak ta analiza uwzględnia wszystkie aspekty ekonomiczne porównania tych trzech surowców? Zdecydowanie nie. Pomimo, iż białko jest najważniejszym składnikiem odżywczym analizowanych surowców, to jednak zawierają one też inne substancje, których

nie sposób pominąć. Żeby nie komplikować zagadnienia nadmiernie, podstawmy w analizie jeszcze jedną zmienną, jaką jest podwyższona zawartość oleju w makucho rzepakowym, pozwalająca na rezygnację z natłuszczenia mieszanki pełnoporcjowej. Konieczność natłuszczenia pasz produkowanych w oparciu o śruty poekstrakcyjne podnosi koszt ich zastosowania, stawiając makuch w pozycji ekonomicznego lidera wskaźników średnich. W ostatniej dekadzie tylko w kilku miesiącach koszt zastosowania makucho był porównywalny ze śrutą rzepakową, zaś zawsze był znacząco niższy od kosztu zastosowania poekstrakcyjnej śruty sojowej. Warto zwrócić uwagę, że choć różnica kosztu zastosowawczego śruty rzepakowej w stosunku do sojowej jest zdecydowanie mniejsza od różnicy w cenie samych surowców, to jednak i w tym przypadku na przestrzeni dekady białko śruty rzepakowej niemal zawsze było tańsze od sojowego (Wyk. 7.2.).

Wyk. 7.2. Porównanie kosztu białka sojowego i rzepakowego zastosowanego w paszach pełnoporcjowych, przy założeniu natłuszczenia pasz z udziałem śrut poekstrakcyjnych



źródło danych: Projekt ENERGYFEED

W Polsce produkuje się rocznie ok. 23 mln ton pasz, z czego ponad 11 mln ton to pasze przemysłowe. Wychodząc z założenia, że pasza pełnoporcjowa dla zwierząt monogastrycznych średnio zawiera 17 do 20% białka, to łącznie roczne potrzeby można szacować na 1,8–2,2 mln ton białka. Obecnie zdecydowana większość białka w paszach przemysłowych pokrywana jest z poekstrakcyjnej śruty sojowej (ok. 63,5%). Ok. 20,3% zapotrzebowania na białkowe surowce paszowe uzupełniają pasze rzepakowe, nasiona roślin bobowatych (ok. 8,2%),

poekstrakcyjna śruta słonecznikowa (ok. 6,7%), natomiast pozostałą część ok. 1,5% stanowią maczki zwierzęce i inne wysokobiałkowe komponenty np. drożdże paszowe czy wywary zbożowe. Wg Prognoz Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – PIB do krajowej produkcji pasz przemysłowych w bieżącym roku może zostać wykorzystanych ok. 950 tys. ton pasz rzepakowych, natomiast blisko 600 tys. ton zostanie wyeksportowana do krajów Europy Zachodniej – w głównej mierze do sąsiadów – Niemców. Mając na uwadze obecne ceny poekstrakcyjnej śruty sojowej i relacje do niej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, okazuje się, że w mieszankach głównie stosowany jest droższy, importowany surowiec, który Polska kupuje w regularnie rosnących ilościach (obecne szacunki wskazują na przekroczenie wartości 2,4 mln ton rocznie). Co gorsza, poza śrutą sojową do Polski importuje się też śrutę rzepakową. Skala importu jest co prawda niewielka oscylując w ostatniej dekadzie na poziomie 40–50 tys. ton rocznie z widoczną regularną tendencją spadkową, jednak warto mieć na uwadze, że jest to produkt zdecydowanie gorszej jakości od tego, który wytwarzają polskie olejarnie, a wysyłany jest za granicę. Pojawianie się zatem na rynku pewnych ilości produktu o obniżonej jakości i wartości pokarmowej może stanowić powód, dla którego postreganie śruty rzepakowej jako źródła białka paszowego oparte jest o zafałszowany obraz i dlatego nie cieszy się ona należną jej opinią. Być może rozwiązaniem tego problemu byłoby wprowadzenie nakazu etykietowania partii surowca w sposób jednoznacznie identyfikujący jego pochodzenie. Kolejnym aspektem handlu międzynarodowego w zakresie zaopatrzenia polskiego rynku paszowego, który należy wziąć pod uwagę jest import śruty słonecznikowej oscylujący na poziomie przewyższającym 400 tys. ton rocznie. Charakterystyka wartości paszowej tego surowca i koszt białka wprowadzanego z nim do mieszanki jest bodaj najbardziej zbliżona do poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, dlatego należy brać pod uwagę możliwość poprawy bilansu handlu zagranicznego poprzez częściową rezygnację ze śruty słonecznikowej. Z drugiej jednak strony chcąc ograniczyć stosowanie surowców genetycznie modyfikowanych (GMO) należałoby przede wszystkim ograniczać import śruty sojowej do Polski i eksport śruty rzepakowej z kraju, szukając tą metodą możliwości poprawy bilansu zużycia białka paszowego.

Przedstawioną analizę należy uzupełnić danymi wskazującymi na użytkowanie w Polsce dodatkowo ok. 12 mln. ton tzw. pasz gospodarskich, wytwarzanych w gospodarstwach rolnych utrzymujących zwierzęta, z których około 60% produkowanych jest na bazie premiksów z dodatkiem surowców białkowych, a ok. 40% w oparciu o koncentraty białkowe. W pierwszym przypadku, ze względu na tendencję do maksymalnego upraszczania receptur, głównym, a często nawet jedynym surowcem białkowym jest poekstrakcyjna śruta sojowa. To pokazuje, jak ogromny zasób rocznej produkcji pasz nie bierze w ogóle pod uwagę zastoso-

miast eksportu. W drugim przypadku produkty rzepakowe często są stosowane, ale jako komponent gotowego produktu handlowego, którym jest koncentrat.

Z przeprowadzonej w bieżącym roku analizy cen koncentratów białkowych dla świń wyprodukowanych na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz na krajowych surowcach białkowych (KŻBR) w tym poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej i krajowych ekstrudowanych nasionach soi NON-GMO wynika, że stosowanie komponentów krajowych zwykle jest opłacalne (Tab. 7.2.). Ponadto w poniższym zestawieniu przedstawiono różnice w kosztach koncentratów (w %), na bazie KŻBR przy cenie poekstrakcyjnej śruty sojowej wahającej się od 1250–1950 zł/t netto.

Tabela 7.2. Koszty surowcowe koncentratów białkowych wyprodukowanych dla świń na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej (PŚS) oraz krajowych źródłach białka roślinnego (KŻBR) w postaci poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (PŚR) i ekstrudowanych nasion soi (ENS), w roku 2020

Okres i rodzaj koncentratu	Rodzaj zastosowanego KŻBR w koncentracie	Koszt koncentratów paszowych			
		KŻBR	PŚS przy cenie 1250 zł/t	PŚS przy cenie 1950 zł/t	Różnica w kosztach koncentratów w %, na KŻBR
Warchlak	ENS/PŚR	1632	1545	2000	106%–82%
Tucznik grower	ENS/PŚR	1601	1450	1834	110%–87%
Tucznik finisher	ENS/PŚR	1311	1205	1471	109%–89%

Źródło: Zalecenia dotyczące stosowania krajowych pasz białkowych pochodzenia roślinnego w żywieniu świń i drobiu. Praca zbiorowa pod. red. A. Rutkowski i A. Zaworska-Zakrzewska, 2020.

Jak wynika z tabeli 7.2., zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej, poekstrakcyjną śrutą rzepakową i ekstrudowanymi nasionami soi w koncentraty białkowych dla warchlaków i tuczników może być opłacalne, jednakże czynnikiem determinującym jest cena rynkowa poekstrakcyjnej śruty sojowej. Jak jednak wskazuje analiza rynku w ostatniej dekadzie, wartość graniczna opłacalności zastosowania produktów rzepakowych zostaje osiągnięta i przekroczona w 92% czasu (110 miesięcy w okresie analitycznym obejmującym 120 miesięcy), zatem nieliczne są sytuacje, aby ich stosowanie było nieopłacalne (Wyk. 1.3., 7.2.).

Kolejna tabela przedstawia koszty surowcowe mieszanek pełnoporcjowych wyprodukowanych na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz KŻBR.

Tabela 7.3. Koszty surowcowe mieszanek pełnoporcjowych dla świń wyprodukowanych na bazie PŚS oraz na poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej i krajowych ekstrudowanych nasionach soi w roku 2020

Okres i rodzaj mieszanki	Rodzaj zastosowanego KŻBR w mieszance	Koszt mieszanki pełnoporcjowej			Różnica w kosztach w %, na KŻBR
		KŻBR	PŚS przy cenie 1250 zł/t	PŚS przy cenie 1950 zł/t	
Tucznik grower	ENS/PŚR	881	851	928	103%–95%
Tucznik finisher	ENS/PŚR	822	801	854	103%–96%

Źródło: Zalecenia dotyczące stosowania krajowych pasz białkowych pochodzenia roślinnego w żywieniu świń i drobiu. Praca zbiorowa pod. red. A. Rutkowski i A. Zaworska-Zakrzewska, 2020

Przedstawiona analiza wykazała, że podobnie jak ceny koncentratów, tak i ceny mieszanek dla tuczników, zawierających produkty rzepakowe zwykle są konkurencyjne w stosunku do pasz pełnoporcjowych opartych na poekstrakcyjnej śrucie sojowej (Tab. 7.2., Wyk. 7.2.). Należy też jednak pamiętać, że wartość biologiczna białka surowców pochodzenia roślinnego nie jest optymalna dla zwierząt monogastrycznych, niezależnie od tego który surowiec jest analizowany. Pewien poziom optymalizacji można uzyskać mieszając różne surowce białkowe w odpowiednio dobranych proporcjach, tak aby maksymalizować wykorzystanie potencjału produkcyjnego zwierząt. Biorąc pod uwagę coraz silniejsze tendencje do krytykowania przez konsumentów produktów pochodzenia zwierzęcego uzyskanych przy wykorzystaniu surowców GMO oraz brak stabilności składu i bezpieczeństwa toksykologicznego importowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej, należy rozważyć strategię bilansowania białka w mieszankach pełnoporcjowych z udziałem większej liczby surowców pochodzenia krajowego. Strategia taka musi jednak uwzględniać nie tylko wartość odżywczą i potencjał antyżywniowy surowców, ale też ich rynkową dostępność i relację ceny do jakości. Bez wątplenia biorąc pod uwagę wszystkie te uwarunkowania na polskim rynku paszowym, wiodąca rola w tak rozumianej strategii powinna przyspaść produktom rzepakowym, uzupełnianym innymi, pochodzącymi z rynku wewnętrznego surowcami, których wolumen produkcyjny jest niższy. Ostatecznym jednakże weryfikatorem proporcji musi być analiza ekonomiczna wskazująca optymalne proporcje surowców w mieszance z punktu widzenia opłacalności produkcji. Z analiz pokazanych w tabeli 7.1. wynika, że najtańszym źródłem białka jest łubin, zatem zestawienie go z produktami rzepakowymi powinno być rozwiązaniem optymalnym (Tab. 7.4.). Należy jednak pamiętać, że w analizie tej wzięto pod uwagę wysoką zawartość białka łubinu żółtego (43%). Taka sama analiza dla łubinu wąskolistnego, przy koncentracji białka 32%, dałaby wynik 3,44 zł/1 kg białka, czyli znacząco powyżej ceny białka rzepakowego.

Tab. 7.4. Porównanie kosztów mieszanek paszowych na bazie poekstrakcyjnej śruty sojowej, oraz wymieszanych w różnych proporcjach poekstrakcyjnej śrutie rzepakowej i nasionach łubinu żółtego

Przykładowa mieszanka	1	2	3	4
	100 %PŚS	75PŚR/25ŁŻ	50PŚR/50ŁŻ	25PŚR/75ŁŻ
Pszczyto	73,35	61,84	63,01	63,91
Poekstrakcyjna śruta sojowa	22,5	-	-	-
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	-	23,5	15,3	7,5
Łubin żółty	-	7,5	15,3	22,5
Różnica w kosztach 1 t mieszanki	880 zł	-22 zł	-60 zł	-100 zł
	100%	-2,50%	-6,80%	-11,70%

Wyniki opracowane na podstawie badań z programu „Ulepszanie rodzimych źródeł białka roślinnego, ich produkcji, systemu obrotu i wykorzystania w paszy” 2011-2015 oraz „Zwiększanie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju” 2016-2020. Ceny zakupionych surowców w roku 2015.

Zastosowanie na szerszą skalę łubinów napotyka jednak na pewne trudności. Po pierwsze, mnogość odmian łubinu wprowadza pewne zamieszanie w zakresie możliwości zastosowania śruty tych nasion w żywieniu świń. Przede wszystkim wchodzi w grę tylko tzw. słodkie odmiany (czyli te o obniżonej zawartości alkaloidów), łubinu żółtego i wąskolistnego. I tu pojawia się kolejny problem. Mogą one występować w ilościach nieznacznych, nie powodujących żadnych negatywnych konsekwencji, ale ich ilość może być podwyższona do poziomu warunkującego bardziej lub mniej nasilone działanie toksyczne. Wygląd surowca nie daje możliwości określenia koncentracji alkaloidów, a jego część dostępna na rynku, będąca surowcem możliwym do wykorzystania jedynie w żywieniu bydła ze względu na wysoką zawartość tych związków, dzięki konkurencyjnej cenie może czasem trafiać też do mieszanek dla świń. Z czysto żywieniowego punktu widzenia, rozumianego jako wartość mieszanki urozmaiconej, a przy tym w pełni zbilansowanej, znacznie lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie większej ilości różnych źródeł białka (Tab. 7.5.).

Tab. 7.5. Porównanie kosztów koncentratów paszowych na bazie poekstrakcyjnej śrutu sojowej, oraz wymieszanych w różnych proporcjach poekstrakcyjnej śrutie rzepakowej i nasionach roślin bobowatych

Surowce	40% koncentrat na bazie PŚS		40% koncentrat na bazie KŻBR	
	ilość kg	koszt zł/1 tona	ilość kg	koszt zł/1 tona
Śruta poekstrakcyjna sojowa Hipro	531,10	633,27	-	-
Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	-	-	166,7	156,7
Łubin żółty	-	-	133,3	146,63
Groch	-	-	166,7	133,36
Pszennyto	333,30	371,77	452,9	317,03
Pozostałe	135,60	408,56	80,40	236,76
Suma	1 tona	1255,58 zł	1 tona	990,48 zł
Różnica	265,10 zł (21,1%)			

Wyniki opracowane na podstawie badań z programu „Zwiększanie wykorzystania krajowego białka paszowego dla produkcji wysokiej jakości produktów zwierzęcych w warunkach zrównoważonego rozwoju” 2016–2020. Analiza na podstawie cen zakupionych surowców w roku 2019.

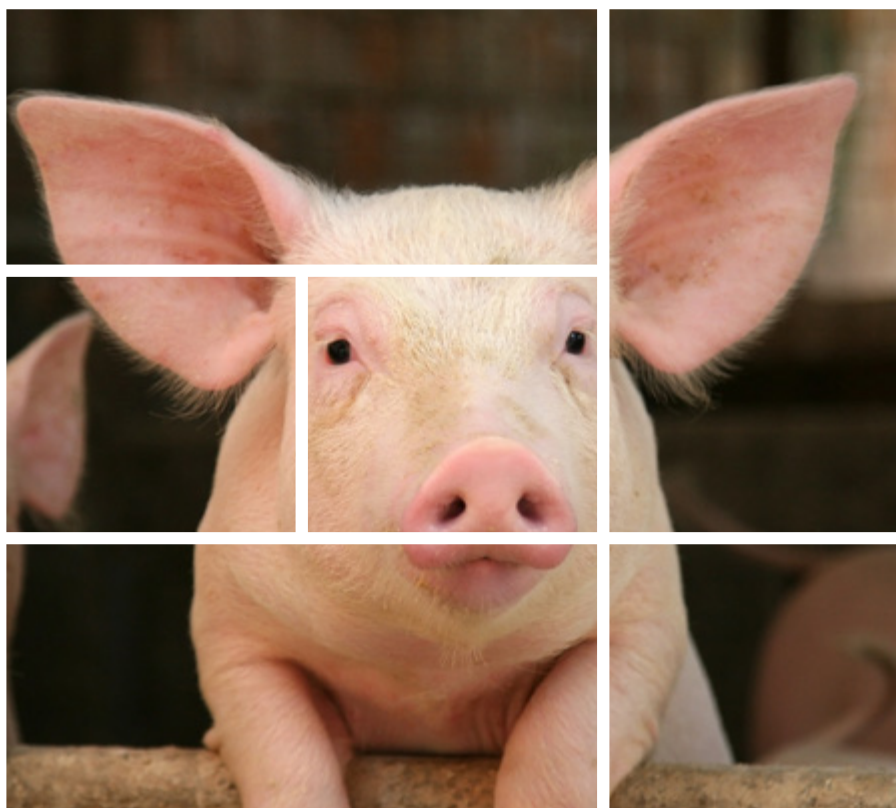
Tu jednak pojawia się kolejny i bodaj najważniejszy limit zastosowania paszowego nasion łubinu i pozostałych roślin bobowatych, mianowicie ich ograniczona dostępność. Areal upraw tych roślin po krótkim okresie silnego wzrostu do roku 2015, zaczął ponownie gwałtownie się obniżyć i obecnie oscyluje na poziomie nieznacznie przekraczającym 200 tys. ha, z czego ok. 75% stanowią rośliny pastewne, a ok. 50% słodkie odmiany łubinu. Ponadto przy niskich średnich wskaźnikach plonowania (wahających się w ostatniej dekadzie pomiędzy 1,4 a 1,8 t/ha łubinu i 1,9 do 2,3 t/ha grochu pastewnego) dostępność rynkowa nasion jest mocno ograniczona. Z tego też powodu wolumen paszowego zastosowania nasion roślin bobowatych w ostatnich latach regularnie się obniża od wartości ok. 470 tys. ton w roku 2015, do szacowanej aktualnie na poziomie ok. 280 tys. ton.

Co to oznacza w praktyce? Pomimo dobrych właściwości paszowych, potwierdzonych brakiem różnicowania się wskaźników produkcyjnych zwierząt żywionych z udziałem tych surowców, rezerwa białka paszowego pochodząca z tego źródła jest niewystarczająca. Przy dużym zróżnicowaniu zawartości białka pomiędzy surowcami (od 30 do 43% w łubinach, ok. 22% w grochu, ok. 27% w bobiku) średnia wartość całej klasy surowcowej to ok. 31%, dające 86 tys. ton białka w produkcji rocznej. Należy oczywiście po nie sięgać, pamiętając jednak, że jest to źródło dalece niewystarczające do tego, aby poważnie

myśleć o ograniczeniu importu i zaniechaniu zastosowania poekstrakcyjnej śrutu sojowej, szczególnie w intensywnej produkcji i tuczu przemysłowym. Rezerwą zdecydowanie większą jest wolumen eksportowy poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej, jak już wspomniano szacowany obecnie na ok. 600 tys. ton surowca, oznaczającego ok. 210 tys. ton czystego białka paszowego.

Zgodnie z danymi GUS w Polsce w 2019 roku ubojowi poddano ok. 20,5 mln tuczników, z czego znaczny odsetek stanowią tuczone w Polsce importowane warchlaki. Gdyby każdy tucznik w zakresie od 30 do 120 kg masy ciała dostawał paszę z rosnącym udziałem rzepaku od 5% w starterze do 15% w finiszarze, to średnie spożycie wynosiłoby ok. 30 kg/szt. co oznacza globalne krajowe zużycie na poziomie 615 tys. ton. Jest to więcej niż stanowi całkowita wartość eksportu poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej. Należy podkreślić, że w analizie tej nie wzięto pod uwagę możliwości skarmiania pasz rzepakowych u loch niskoprosnych. Przy udziale 10% śrutu rzepakowej w mieszance, zakładając ok. 550 tys. loch w pogłowie, w skali roku oznacza to kolejne blisko 30 tys. ton surowców rzepakowych. Specjaliści w zakresie żywienia bydła wskazują na potencjał pobrania ok. 1,3 mln ton pasz rzepakowych, zaś w żywieniu drobiu 470 tys. ton. Całkowita wartość sumaryczna może zatem oscylować na poziomie przekraczającym 2,4 mln ton, czyli znacząco powyżej aktualnych możliwości produkcyjnych przemysłu tłuszczowego. Ta kalkulacja wyraźnie pokazuje, że możliwe jest w Polsce zwiększenie produkcji i przetwórstwa rzepaku (o ok. 50%) i cały wolumen powstałych komponentów (śruta, makuchy, wytloki, ekspelery) mógłby zostać zagospodarowany na krajowym rynku produkcji zwierzęcej, bez konieczności eksportowania do Europy zachodniej. Przy uwzględnieniu utrzymującego się na obecnym poziomie eksportu, moglibyśmy zwiększyć produkcję pasz rzepakowych o ponad 90%. Pozostaje oczywiście pytanie o możliwość zbycia produkowanego oleju, ale w zakresie wykorzystania pasz rzepakowych, rezerwa możliwości zagospodarowania i tym samym znaczącego ograniczenia kosztów produkcji zwierzęcej jest ogromna. Wystarczy do niej odważnie sięgnąć, czego wszystkim uczestnikom rynku rolnego w Polsce życzą autorzy niniejszego opracowania.

8. Piśmiennictwo



1. Ashayerizadeh A., Dastar B., Shargh M.S., Mahoonak A.S., Zerehdaran S. (2017). Fermented rapeseed meal is effective in combating *Salmonella enterica* serovar *Typhimurium* infection and improving the growth performance of broiler chickens. *Veterinary microbiology*, 201, 93-102.
2. Boros D., Fraś A., Gołębiowska K., Gołębiwski D., Paczkowska O., Wiśniewska M. 2015. Wartość odżywcza i właściwości prozdrowotne ziarna odmian zbóż i nasion rzepaku zalecanych do uprawy w Polsce. Monografia pod. red. Boros D. i Fraś A. Monografie i Rozprawy Naukowe IHAR-PIB, nr 49: 1-119.
3. Brzóska F., Hanczakowski P., Koreleski J., Skomiał J., Strzetelski J., pod red (2010a). Tabele składu chemicznego i wartości pokarmowej pasz. Instytut Zootechniki w Krakowie PIB, ISBN.
4. Choi H.B., Jeong J.H., Kim D.H., Lee Y., Kwon H., Kim Y.Y. Influence of rapeseed meal on growth performance, blood profiles, nutrient digestibility and economic benefit of growing-finishing pigs. *Asian-Australas J Anim Sci.* 2015; 28(9):1345-1353. doi:10.5713/ajas.14.0802.
5. Daun J.K., Eskin M.N.A., Hickling D. 2011. Canola – Chemistry, Production, Processing, and Utilization. AOCs Monograph Series on Oilseeds. AOCs Press, Urbana, IL.
6. Drażbo A., Kozłowski K., Ognik K., Zaworska A., Jankowski J. (2019). The effect of raw and fermented rapeseed cake on growth performance, carcass traits, and breast meat quality in turkey. *Poultry science*, 98(11), 6161-6169.
7. Gacek K., Bartkowiak-Broda I., Batley J. 2018. Genetic and molecular regulation of seed storage proteins (ssps) to improve protein nutritional value of oilseed rape (*Brassica napus* L.) seeds. *Frontiers in Plant Science.* 9, article 890.
8. Gołębiowska K. 2018. Żółtonasienny rzepak ozimy jako źródło białka i energii w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Praca doktorska, IHAR-PIB Radzików.
9. Greła E.R. Roślinne koncentraty białkowe w żywieniu zwierząt. *Wiadomości zootechniczne, R. LIV*, 2016, 1, 99-106.
10. Greła E.R., Czech A., Kiesz M., Wlazło Ł., Nowakowicz-Dębek B. A fermented rapeseed meal additive: Effects on production performance, nutrient digestibility, colostrum immunoglobulin content and microbial flora in sows. *Animal Nutrition*, 2019, 5(4), 373-379. DOI: 10.1016/j.aninu.2019.05.004 .
11. Hanczakowska E., Świątkiewicz M. 2014. Legume seeds and rapeseed press cake as replacers of soybean meal in feed for fattening pigs. *Ann. Anim. Sci.*, 14: 4, 921-934.
12. Hanczakowska E., Węglarzy K., Bereza M. Effectiveness of rapeseed press cake (rpc) in sow feeding in two reproduction cycles. *Ann. Anim. Sci.*, 2012, 12(1), 95-104, DOI: 10.2478/v10220-012-0008-4.
13. Kaczmarek P., Korniewicz D., Lipiński K., Mazur-Kuśnirek M. (2019a). The effect of hydrothermally processed soybean-and rapeseed-based diets on performance, meat and carcass quality characteristics in growing-finishing pigs. *Annals of Animal Science*, 19(4), 1083-1097.
14. Kaczmarek P., Korniewicz D., Lipiński K., Mazur-Kuśnirek M. (2019b). The effect of hydrothermally processed soybean and rapeseed products on nutrient digestibility in growing-finishing pigs. Publisher UWM Olsztyn 2019, 49.
15. Kamphues J., Bunte S., Grone R., Wilke V., Hartung C. VonFelde A., Visscher C. Rye in compound feeds and diets for pigs. ENERGYFEED Conference, Ossa 13-14 Stycznia 2020.
16. Kasprowicz-Potocka M., Zaworska A., Kaczmarek S. A., Rutkowski A. 2016. The nutritional value of narrow-leaved lupine *Lupinus angustifolius* for fattening pigs. *Arch Anim Nutr*, 703, 209-223.

17. Kiesz M. Efektywność stosowania fermentowanych pasz białkowych na wyniki produkcyjne oraz status zdrowotny świń. Praca doktorska, UP Lublin, 2018.
18. Kuśnerek W., Potkanski A., Kusnerek S. (2005). Strawność całkowita i jelitowa u świń białka i aminokwasów poekstrakcyjnej śrutę rzepakowej przed i po ekstruzji w temperaturach 140 i 160 stopni C. *Rosliny Oleiste-Oilseed Crops*, 26(2), 537-548.
19. Mosenthin R., Messerschmidt U., Sauer N., Carré P., Quinsac A., Schöne F. (2016). Effect of the desolventizing/toasting process on chemical composition and protein quality of rapeseed meal. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7(1), 16.
20. Pastuszewska B., Dakowski P., Jabłecki G., Buraczewska L., Ochtabińska A., Świech E., Matyjek R., Taciak M. (2001). Wpływ warunków tostowania śrutę i ogrzewania odtłuszczonego wytloku rzepakowego na wartość pokarmową białka ocenianego na podstawie wskaźników *in vitro* i *in vivo*. *Rosliny Oleiste*, 22(1), 241-246.
21. Poulsen H.D., Blaabjerg K. Fermentation of rapeseed meal, sunflower meal and faba beans in combination with wheat bran increases solubility of protein and phosphorus. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2017, 97(1), 244-251.
22. Praca zbiorowa A. Rutkowski i A. Zaworska-Zakrzewska. 2020. Zalecenia dotyczące stosowania krajowych pasz białkowych pochodzenia roślinnego w żywieniu świń i drobiu. Wydawnictwo APRA, Bydgoszcz.
23. Projekt - ProRapeSeed, Innowacyjna technologia przetwórstwa rzepaku do żywienia drobiu. WPI. Zróżnicowanie genetyczne i strategia hodowlana poprawy jakości nasion rzepaku. Inicjatywa CORNET/22/2/2017. Projekt współfinansowany przez NCBiR.
24. Projekt ENERGYFEED, współfinansowany przez NCBR (umowa nr BIOSTRATEG2/297910/12/NCBR/2016).
25. Qiao H., Classen H.L. 2003. Nutritional and physiological effects of rapeseed meal sinapine in broiler chickens and its metabolism in the digestive tract. *J. Sci. Food Agric.* 83: 1430-1438.
26. Salazar-Villanea, S., Bruininx, E.M., Gruppen, H., Hendriks, W.H., Carré, P., Quinsac, A., van der Poel, A.F. (2016). Physical and chemical changes of rapeseed meal proteins during toasting and their effects on *in vitro* digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 7(1), 62.
27. Simon O. Non starch polysaccharide (nsp) hydrolysing enzymes as feed additives: mode of action in the gastrointestinal tract. *Lohmann Information*, 2000, 23, 7-13.
28. Sobotka W., Drażbo A., Stanek M. 2010. Effect of the source of vegetable dietary protein on nitrogen excretion to the environment in growing-finishing pigs. *Ecol. Chem. Engin.*, 17: 657-663.
29. Spasibonek S., Mikotańczyk K., Ćwiek-Kupczyńska H., Piętko T., Krótka K., Matuszczak M., Nowakowska J., Michalski K., Bartkowiak-Broda I. 2020. Marker assisted selection of new high oleic and low linolenic winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) inbred lines revealing good agricultural value. *Plos One*.
30. Tripathi M.K., Mishra A.S. 2007. Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 132: 1-17.
31. Zaworska A., Kasprówicz-Potocka M., Rutkowski A., Jamroz D. 2018. The influence of dietary raw and extruded field peas *Pisum sativum* L. on nutrients digestibility and performance of weaned and fattening pigs. *Anim. Feed Sci. Technol*, 27, 2018, 123-130.
32. Zaworska-Zakrzewska A., Kasprówicz-Potocka M., Nowak P., Wiśniewska Z., Rutkowski A. 2019. The nutritional value of yellow lupine *Lupinus luteus* for growing pigs. *J Agric Sci Technol. A.* 9,6; 351-363.



- z polskich pól dla krajowej hodowli
- realna alternatywa dla importowanych komponentów paszowych
- cenne źródło białka dla zwierząt gospodarskich





paszerzepakowe.pl



PÓLSKIE STOWARZYSZENIE
PRODUCENTÓW OLEJU

Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju

ul. Wspólna 56

00-684 Warszawa

e-mail: biuro@pspo.com.pl

pspo.com.pl

ISBN 978-83-959757-0-7



9 788395 975707



Publikacja została sfinansowana
z Funduszu Promocji Roślin Oleistych.

