

# Alternatywne dla soi pasze białkowe w żywieniu świń i drobiu

Eugeniusz R. Grela

z Instytutu Żywnienia Zwierząt i Bromatologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

## Feed alternative to soybean protein in pigs and poultry nutrition

Grela E.R., Institute of Animal Nutrition and Bromatology, University of Life Sciences in Lublin

The best protein feed in monogastric animals nutrition is soybean meal. On the world market, soy is mainly available in genetically modified (GM) form. Researchers and practitioners are increasingly interested in the sources of feed alternative for GM soybeans. Poland has a real chance of becoming independent of the import of GMO products used in animal nutrition. Our domestic protein sources include rapeseed and sunflower meal, legume seeds (peas, lupins), fish and insect meal, yeast and alfalfa concentrate. The cultivation of legumes, including non-GM soybeans, sweet lupins, peas and field beans with low anti-nutritional factors should be increased and popularized. Effective methods should be developed and implemented for the treatment of rapeseed and sunflower meals by fermentation. The aim of this paper was to present the aspects arising from replacing soybeans meal with native sources of protein feeds.

**Keywords:** protein source, nutrition, pigs, poultry, performance, health.

**N**a wstępie warto postawić pytanie – czy i w jakim zakresie istnieje możliwość substytucji genetycznie modyfikowanej soi paszami rodzimego pochodzenia w żywieniu drobiu i świń? Na obecnym etapie wiedzy trudno o jednoznaczną odpowiedź, ale takie możliwości istnieją, a ich uzasadnienie z praktycznymi wskazaniem można odnaleźć w poniższym artykule.

Zwierzęta monogastryczne, głównie świnię i drób, potrzebują w żywieniu pasz białkowych o wysokiej wartości biologicznej, determinowanej składem aminokwasowym (tab. 1). Wobec nadal obowiązującego zakazu stosowania mączek zwierzęcych w żywieniu zwierząt gospodarskich, to właściwie soja i jej produkty, głównie poekstrakcyjna śruta sojowa, są obecnie podstawowym surowcem do produkcji mieszanek paszowych dla świń i drobiu. Na rynku światowym soja dostępna jest głównie w postaci genetycznie zmodyfikowanej (GMO). Polska co roku sprowadza około 2,5 miliona ton tego surowca. W związku z próbami wprowadzenia zakazu stosowania genetycznie zmodyfikowanych pasz, w tym soi, w żywieniu zwierząt, cały czas trwają prace nad odpowiednim jej zamiennikiem (1). W zapisie ustawy z 22 listopada 2018 r. (2) minister rolnictwa i rozwoju wsi został zobowiązany do opracowania planu wykorzystania krajowych źródeł białka oraz zminimalizowania deficytu białka paszowego poprzez zwiększone pozyskiwanie ze źródeł krajowych. Celem tej ustawy było też przesunięcie terminu wejścia w życie zakazu wytwarzania, wprowadzania do obrotu i stosowania w żywieniu zwierząt

pasz genetycznie zmodyfikowanych oraz organizmów genetycznie zmodyfikowanych przeznaczonych do użytku paszowego do dnia 1 stycznia 2021 r. (2). Obecnie resort Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi proponuje przedłużenie memorandum dotyczącego stosowania pasz GMO dla zwierząt do 1 stycznia 2024 r. Będzie to wymagać od hodowców roślin uzyskania nowych odmian, a od technologów zastosowania odpowiednich zabiegów uzdatniania rodzimych pasz, zaś od producentów zwierząt wprowadzenia tych rozwiązań do praktyki chowu i hodowli zwierząt, ale bez pogorszenia efektów produkcyjnych zwierząt. Całkowite zastąpienie białka genetycznie modyfikowanej soi krajowymi nasionami roślin bobowatych (dawniej: strączkowych) lub rodzimymi śrutami poekstrakcyjnymi jest obecnie utrudnione ze względu na graniczne udziały tych pasz w dawkach dla zwierząt (tab. 2). Dotyczy to szczególnie mieszanek paszowych dla drobiu rzeźnego i młodych świń ze względu na nadmierną zawartość węglowodanów strukturalnych (włókna) oraz substancji antyodżywczych. W białkowych komponentach roślinnych najczęściej występują: toksyczne aminokwasy, saponiny, glikozydy cyjanogenne, garbniki, kwas fitynowy, gossypol, szczawiany, goitrogeny, lektyny, kwasy chłorogenowe, inhibitory proteazy i amylazy (3).

Obecnie rozważane są różne pasze pozyskiwane z dostępnych źródeł, mogących być potencjalnym zamiennikiem śruty sojowej. Jest to problem, z którym borykamy się już od lat 70. ubiegłego wieku, kiedy realizowano rządowy program PR-4. Obecnie coraz więcej wysokobiałkowych roślin może być uprawiana w naszym kraju, włącznie z soją non GMO, zwiększając produkcję i dostępność tych pasz w żywieniu zwierząt. Poprzez zastosowanie różnych technologii termoplastycznych i mikrobiologicznych można poprawić wartość odżywczą i przydatność paszową, a przede wszystkim zwiększyć zawartość białka o optymalnym dla świń i drobiu profilu aminokwasów. Należy więc stawiać na hodowlę i uprawę nowych odmian roślin, rozwijać nowe energooszczędne technologie uzdatniania pasz krajowych, takich jak np. poprzez fermentację, oraz poszukiwać innych alternatywnych pasz, np. mączka z owadów, koncentrat z lucerny, DDGS (suszony wywar gorzelniany z substancjami rozpuszczalnymi) czy mączka z glonów (alg).

## Nasiona roślin bobowatych

Nasiona roślin bobowatych mogą stanowić interesującą alternatywną paszę dla importowanej soi (4). W 2018 r. w kraju zebrano 416 tys. ton nasion bobowatych, przy średnim plonie 18,5 q/ha (5). Nasiona

tych roślin zawierają znaczne ilości białka surowego, bowiem od około 20% w grochu i fasoli do ponad 40% w nasionach łubinu żółtego (tab. 1). Umiejętnie stosowane nasiona grochu, łubinu czy bobiku mogą być cennym źródłem białka w mieszankach dla świń (4, 6). Groch i peluszką wpływają dodatnio na jakość mięsa i tłuszczu (twarda i jędrna słonina). Najlepszymi paszami dla świń (poza ewentualnie uprawianą już w kraju soją bez udziału GMO) są: łubin żółty, groch siewny, łubin wąskolistny, bobik i ciecierzycza, a najmniej polecanymi – łądzwian siewny,

wyka siewna, łubin biały i surowa fasola. W łubinie jest więcej białka niż w grochu i bobiku, ale zawartość metioniny i cysteiny jest dość niska (tab. 1). W ostatnich latach odnotowano duże zainteresowanie wykorzystaniem nasion łubinów w Europie, ponieważ ich profil aminokwasowy jest porównywalny z białkiem soi. Wiele opracowań sugeruje, że nasiona łubinów słodkich można stosować od 5 do 15%, a nawet 20% mieszanki pełnodawkowej dla świń, w zależności od wieku i stadium rozwoju zwierząt (tab. 2). Duże nadzieje związane są z hodowlą nowych

**Tabela 1.** Skład chemiczny i wartość pokarmowa wybranych pasz białkowych w przeliczeniu na 88% suchej masy (41, 42, 43, 44)

Składniki, g/kg	PŚS	PŚSł	PŚRz	PŚRzf	Łubin żółty	Groch siewny	Drożdże pastewne	DDGS	APC	Glony	Mączka rybna	Owady	SDBP
Białko ogólne	430	331	381	365	383	227	426	338	545	545	647	505	780
Tłuszcz surowy	18	28	24	22	47	12	12	65	105	145	47	189	35
Włókno surowe	66	175	112	95	144	58	0	92	5,8	12,5	0	70	0
Popiół surowy	63	62	75	70	48	34	106	36	100	104,5	162	64	92
EM dla świń, MJ/kg	12,9	11,3	11,0	11,8	14,2	13,7	12,3	11,2	15,5	13,8	14,2	15,8	15,2
EM dla drobiu, MJ/kg	9,3	6,3	6,5	8,4	9,4	10,2	10,4	9,6	12,8	10,4	12,9	12,8	11,5
Lizyna ogólna	25,9	11,8	20,6	19,5	19,2	16,3	29,4	10,5	31,0	34,5	50,4	30,7	69
Metionina + cystyna	12,5	13,4	17,1	17,0	11,6	5,7	10,6	14,4	15,0	11,3	26,3	12,6	16,2
Treonina	16,6	12,0	16,8	16,5	12,2	8,6	20,4	11,6	24,0	26,5	27,8	18,2	43
Tryptofan	5,7	4,1	5,0	4,8	3,1	2,1	4,7	5,1	12,0	3,6	7,8	5,3	13
Wapń	3,5	3,2	6,6	7,0	2,9	0,8	5,0	3,3	32,6	29,6	33,2	9,4	1,0
Fosfor ogólny	5,4	8,8	11,2	9,5	5,7	3,6	14,3	6,7	7,8	31,4	27,6	8,5	1,8
Fosfor przyswajalny	2,1	2,9	2,4	4,2	2,3	1,6	14,3	3,2	6,5	25,7	23,7	7,7	1,5

Objaśnienia:

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa; PŚSł – poekstrakcyjna śruta słonecznikowa; PŚRz – poekstrakcyjna śruta rzepakowa; PŚRzf – poekstrakcyjna śruta rzepakowa fermentowana; DDGS – suszony podestylacyjny wywar gorzelniany z pszenicy; APC – koncentrat białkowy z lucerny; Glony – spirulina; Owady – mączka z owadów *Hermetia* ssp.; SDBP – suszone osocze krwi.

**Tabela 2.** Zalecenia w mieszankach pełnodawkowych (88% suchej masy), maksymalne udziały w% (opracowanie własne)

Gatunek i grupa produkcyjna	PŚS	PŚSł	PŚRz	PŚRzf	Łubin żółty	Groch siewny	Drożdże pastewne	DDGS	APC	Glony	Mączka rybna	Owady <sup>1)</sup>	SDBP
Prosięta (10–25 kg)	15	3	5	8	10	10	5	8	3	5	10	5	7
Tuczniaki młodsze (25–70 kg)	20	7	10	10	15	25	5	15	4	8	7	5	4
Tuczniaki starsze (70 kg – ubój)	15	12	15	5	10	15	3	20	2	3	2	0	0
Lochy luźne i w ciąży	10	15	15	5	10	10	3	20	3	3	3	3	2
Lochy karmiące	20	10	10	15	15	15	5	15	5	5	8	5	2
Knury	15	5	8	10	10	10	3	10	3	3	5	5	1
Kury nioski	15	15	7	5	15	15	4	15	5	5	2	5	0
Kurczęta rzeźne	20	5	10	8	10	10	5	10	3	3	5	5	4
Indyki	15	10	5	5	10	15	5	15	3	5	5	5	3
Gęsi	10	15	10	5	10	15	3	12	5	5	3	3	0
Kaczki	10	15	10	5	10	12	3	15	5	5	3	3	0
Strusie	15	10	5	5	5	10	3	10	5	5	3	5	2
Przepiórki i bażanty	10	10	8	5	10	15	3	15	5	5	3	5	1

Objaśnienia:

PŚS – poekstrakcyjna śruta sojowa; PŚSł – poekstrakcyjna śruta słonecznikowa; PŚRz – poekstrakcyjna śruta rzepakowa; PŚRzf – poekstrakcyjna śruta rzepakowa fermentowana; DDGS – suszony podestylacyjny wywar gorzelniany; APC – koncentrat białkowy z lucerny; Glony – spirulina; Owady<sup>1)</sup> – mączka z owadów (*Hermetia* ssp) po dopuszczeniu; SDBP – suszone osocze krwi.

odmian. Dla przykładu w Danii wyhodowano fasolę odmiany Merlin, w której zawartość białka wyniosła blisko 45% suchej masy, co zbliża ją do soi. Mimo wielu niewątpliwych zalet nasiona bobowatych zawierają różne substancje antyodżywcze (ANFs), jak inhibitory proteaz, alkaloidy, lektyny, garbniki i fitiny (3), które w znacznym stopniu utrudniają ich większe wykorzystanie w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Związki te można niwelować poprzez różne zabiegi termoplastyczne, np. mikronizację lub ekspandowanie, a przede wszystkim poprzez hodowlę nowych odmian o niskim poziomie substancji przeciwożywczych (ANFs).

### Śruty poekstrakcyjne

Bardzo interesującym krajowym źródłem białka są produkty z nasion rzepaku i innych roślin oleistych. Należy tutaj wymienić makuchy oraz poekstrakcyjne śrutę. Powstają po wytłoczeniu (makuchy) lub ekstrakcji (śruta) oleju i mogą zawierać 26–50% białka (tab. 1). Najbardziej rozpowszechniona i dostępna na rynku krajowym jest poekstrakcyjna śruta rzepakowa (PŚRz), której białko jest bogatsze w aminokwasy siarkowe (metionina i cystyna) niż śrutę sojową, a udział tryptofanu w obu śrutach jest podobny. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa cechuje się mniejszym poziomem energii metabolicznej (tab. 1), gdyż zawiera znacznie więcej włókna surowego (11–12%) w porównaniu ze śrutą sojową (3–5%). Czynniki przeciwożywcze (ANF) to głównie glukozytolany, kwas fitynowy i składniki włókna surowego, które utrudniają jej szersze i bezpieczne wykorzystanie w żywieniu zwierząt (3). Polska wyprodukowała około 1713 tys. ton nasion rzepaku i rzepiku, przy średnim plonie w 2018 r. 25,5 q/ha (5). Produkcja poekstrakcyjnej śrutę rzepakowej w latach 2017–2019 wyniosła około 1,4–1,7 mln ton rocznie. Są to więc znaczące ilości w bilansie krajowych pasz białkowych. Badania ostatnich lat zmierzają do jej uzdatnienia przez obniżenie zawartości włókna surowego i glukozytolanów, a zwiększenie ilości dostępnego białka, a zwłaszcza aminokwasów egzogennych, głównie lizyny (7). Jednym z ciekawszych rozwiązań mogących stanowić alternatywę dla soi GMO okazuje się być proces fermentacji poekstrakcyjnej śrutę rzepakowej. W trakcie fermentacji dochodzi do rozkładu węglowodanów i wytworzenia różnych cennych produktów, jak kwasy organiczne, witaminy, enzymy oraz niektóre peptydy (8). Komponenty paszowe ulegają fermentacji przy pomocy mikroorganizmów, np. bakterii, grzybów lub drożdży. Procesowi fermentacji towarzyszy także znacząca eliminacja szkodliwych bakterii oraz zmniejszenie poziomu glukozytolanów i powstałych produktów ich rozpadu, co poprawia bezpieczeństwo żywienia, a poprzez syntezę lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) – zwiększa smakowitość i walory dietetyczne paszy (1). Wykazano, że taka pasza jest chętniej pobierana przez zwierzęta oraz cechuje się lepszą przyswajalnością składników odżywczych. Konsekwencją tego jest poprawa zarówno strawności składników pokarmowych, jak i efektów produkcyjnych. Pasze

fermentowane mogą być stosowane zarówno w systemie żywienia na mokro, jak też po wysuszeniu stanowią cenny komponent do mieszanek sypkich lub granulowanych w żywieniu zwierząt monogastrycznych. Zalecane ilości w żywieniu świń i drobiu podano w tabeli 2.

Innym komponentem białkowym może być poekstrakcyjna śruta słonecznikowa (9, 10). Zawartość białka waha się od 23% w całych nasionach do 40% w śrucie uprzednio odłuszczonej. Zawiera w zależności od stopnia obłuszczenia spore ilości włókna surowego (17–19%), w tym pektyn i arabinoksylianów oraz związków fenolowych, które obniżają strawność składników pokarmowych i wchłanianie aminokwasów (9). Stosowanie dodatku enzymów celulozycznych może poprawić wykorzystanie składników pokarmowych (10). Białko śrutę słonecznikowej charakteryzuje się dobrym składem aminokwasowym, zawiera więcej lizyny i metioniny w stosunku do innych śrut (tab. 1). Może być wykorzystywana w żywieniu wielu grup zwierząt, jednakże ze względu na duży udział włókna ma ograniczone zastosowanie w żywieniu zwierząt najmłodszych, czyli prosiąt i warchlaków, oraz kurcząt rzeźnych i indyków. Badania sugerują, że śruta słonecznikowa może stanowić w mieszankach dla tuczników do 7–12%, zaś dla loch do 15%. Może być również z powodzeniem stosowana w dawkach pokarmowych dla drobiu, ze szczególnym uwzględnieniem kaczek i gęsi oraz przepiórek i bażantów (tab. 2).

### Suszony podestylacyjny wywar gorzelniany – DDGS

DDGS (dried distillers grains with solubles) to wysuszony produkt uboczny z przemysłu alkoholowego uzyskiwany z ziarna zbóż, najczęściej z kukurydzy lub pszenicy (11, 12). Po sfermentowaniu skrobi pozostaje białko (w granicach 30–40%) o cennym składzie aminokwasowym oraz mineralnym (tab. 1). DDGS kukurydzy ma znacznie niższy udział białka (25–30%) niż DDGS pszenicy (34%). Poziom białka zależy od surowca, warunków fermentacji i suszenia, dlatego wartość pokarmową DDGS należy wyliczać w oparciu o aktualne analizy chemiczne (12). Profil aminokwasowy jest zbliżony do białka drożdży, gdzie występuje duży udział aminokwasów niezbędnych, szczególnie lizyny, metioniny z cystyną, tryptofanu oraz treoniny. Cennymi składnikami DDGS są też witaminy oraz mikroelementy, których jest 2–3-krotnie więcej niż w ziarnie zbóż (12). DDGS stanowić może alternatywny surowiec paszowy w stosunku do śrutę rzepakowej, a w części może zastępować również śrutę sojową. Udział suszonego wywaru gorzelnianego w dawce pokarmowej dla poszczególnych grup produkcyjnych zwierząt zestawiono w tabeli 2. Salim i wsp. (13) sugerują, że wysokiej jakości DDGS z kukurydzy można żywić brojlery i kury nieśne bez ujemnego wpływu na wzrost i wydajność. Uwagę jednak zwraca możliwość występowania zanieczyszczenia mikotoksynami, gdyż do destylacji wykorzystuje się gorszej jakości zboża.

## Mączki z owadów

W poszukiwaniu alternatywnych pasz w odniesieniu do soi z udziałem GMO uwagę zwraca wykorzystanie owadów jako składnika diety zwierzęcej (14, 15, 16, 17). Zgodnie z rozporządzeniem Komisji (18) rozszerzono liczbę gatunków zwierząt gospodarskich o następujące gatunki owadów: muchy – mucha czarna (*Hermetia illucens*) i mucha domowa (*Musca domestica*); chrząszcze – mącznik młynarek (*Tenebrio molitor*) i pleśniakowiec lśniący (*Alphitobius diaperinus*); świerszcze – świerszcz domowy (*Acheta domestica*), świerszcz bananowy (*Gryllobates sigillatus*) i świerszcz kubański (*Gryllus assimilis*). Rozporządzenie to dopuszcza stosowanie przetworzonego białka owadów gospodarskich do produkcji pasz dla zwierząt akwakultury, zwierząt futerkowych, a także karmy dla psów i kotów. W 2017 r. wystąpiło do Komisji Europejskiej o zgodę na wykorzystanie mączki z owadów w żywieniu drobiu. Czynione są próby zastosowania mączek z owadów w żywieniu trzody chlewnej. Istotną barierą w wykorzystaniu mączek owadzych w żywieniu zwierząt jest też niedostateczna podaż owadów, tj. brak profesjonalnych ferm o wysokiej produktywności, jak również niemożność zagwarantowania ich stałych dostaw. Brak wystandaryzowanych procedur hodowlanych oraz norm żywieniowych sprawia, że dostępne na rynku owady nie spełniają wymogów jakościowych. Jednocześnie, ze względu na brak technologii, koszt produkcji owadów jest obecnie zbyt wysoki, by konkurować z już wykorzystywanymi źródłami białka. Dotychczasowe badania dokumentują, że zawartość składników odżywczych (tab. 1) można porównać do soi, jeśli chodzi o białko (14, 17), natomiast praktycznie nie zawiera włókna, ale spore ilości tłuszczu – od 10 do 25%, a w przypadku larw *Tenebrio molitor* nawet do 43%. Według Makkara i wsp. (19) oraz Józefiaka i wsp. (20) owady zawierają znaczne ilości białka (42–63% s.m.). Skład mączek owadzych zależy od gatunku owada, stadium rozwojowego, warunków produkcji, składu komponentów podłoża, na którym owady są hodowane (14, 20). Mączki z larw muchy zawierają więcej treoniny, waliny, izoleucyny, leucyny i lizyny niż mączki rybne. Również strawność aminokwasów białka owadziego jest wysoka i waha się od 91 do 95% (17, 19). Ponadto larwy zawierają sporo tłuszczu, przez co stanowią lepsze źródło energii w porównaniu do zbóż czy strączkowych. Tłuszcze ekstrahowane z owadów cechują się wysoką strawnością dla drobiu oraz korzystnym profilem kwasów tłuszczowych. Muchy black soldier (czarny żołnierz) w składzie kwasów tłuszczowych zawierają nawet 62% kwasu laurynowego, który wykazując aktywność przeciw niektórym drobnoustrojom, wspomaga działanie układu odpornościowego. Większość aktualnie prowadzonych badań dotyczących wartości odżywczej owadów stosowanych w żywieniu drobiu, obejmowała larwy żółtego mącznika i latających czarnych żołnierzy (19). Czynnikiem ograniczającym stosowanie w paszach drobiowych mączek z owadów jest zawartość chityny, której udział jest różny w zależności od

gatunku i wieku larw. Dodatek chitynazy może ten problem złagodzić. Mączki z owadów mogą stanowić dobry dodatek białkowo-tłuszczowy w żywieniu nie tylko ryb, mięsożernych i futerkowych, ale także po wprowadzeniu stosownych rozporządzeń także dla drobiu i świń.

## Algi (glony)

Algi mogą być pozyskiwane ze źródeł naturalnych, jak i uprawiane w sztucznych stawach, np. mikroalgi fototroficzne. Spirulina (*Arthrospira platensis*) należy do jednokomórkowych mikroalg, żyjących w naturalnych lub w sztucznych zbiornikach wodnych (21, 22). Najbardziej popularna z alg jest spirulina – od dłuższego czasu wykorzystywana w różnych krajach jako dodatek w żywieniu ludzi i zwierząt ze względu na dużą wartość odżywczą (23). Zawiera od 60 do 70% białka o wysokiej biodostępności, dlatego bywa nazywana zielonym mięsem (jest najbogatszym źródłem pełnowartościowego białka), 10–20% węglowodanów, 7–15% tłuszczu (w tym kwas gamma-linolenowy), 5–9% minerałów, witamin, aminokwasów i przeciwutleniaczy. Udział popiołu jest wysoki i zawiera dużo siarki, potasu, sodu i chloru (22, 23). Za materiały paszowe uznaje się algi żywe lub przetworzone – świeże, chłodzone lub mrożone, algi suszone, mączkę z alg, olej z alg oraz ekstrakt z alg (wodny lub alkoholowy) i mączkę z wodorostów morskich. Istnieje około 10 tys. zidentyfikowanych gatunków glonów, z czego około 5% jest wykorzystywane jako żywność dla ludzi lub pasza dla zwierząt (22). W wielu badaniach żywieniowych wykazano przydatność biomasy glonów jako cennego suplementu paszy, który z powodzeniem może zastąpić konwencjonalne źródła białka (21). Wodorosty morskie stabilizują mikroflorę żołądka, a nawet ograniczają agresję i kanibalizm. U drobiu dodatek mikroalg zwiększył zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) i karotenoidów w żółtkach jaj. Według Gerard i wsp. (24) algi mogą zastąpić soję w żywieniu drobiu, nie obniżając jego dobrostanu. W badaniach Carrillo i wsp. (25) dodatek alg nie wpływał na nieśność, pobranie paszy, masę jaja i grubość skorup jaj. Zawartość cholesterolu w jajach w grupie doświadczalnej była o 5% niższa niż w grupie kontrolnej. Najlepsze wyniki zanotowano w grupie z 10% dodatkiem alg, w której obserwowano największy przyrost masy ciała, spadek zawartości tłuszczu, wzrost zawartości białka we krwi i wątrobie w porównaniu z grupą kontrolną. Pora zbioru (wiosna lub jesień) może mieć istotny wpływ na jakość alg. W pracy przeglądowej Chojackiej i wsp. (22) wykazano przydatność różnych alg w żywieniu drobiu i świń. Na podstawie tych uogólnień oraz wyników badań wielu innych autorów opracowano zalecenia udziału mączek z wodorostów w żywieniu drobiu i świń (tab. 2). Ograniczenia w stosowaniu mikro- i makroalg w żywieniu drobiu wynikają z trudności ich pozyskania, opłacalności i problemów związanych z certyfikacją oraz wpływem na jakość produktu (jaja i mięso).



## Mączki rybne i z osocza krwi

W związku z dotychczas obowiązującym, a wprowadzonym 1 listopada 2003 r., zakazem stosowania mączek mięsno-kostnych i kostnych z ssaków i drobiu w żywieniu zwierząt gospodarskich, wartościowym produktem pochodzenia zwierzęcego są mączki rybne i z osocza krwi. Mączki rybne w zależności od użytego surowca (całe ryby lub odpadki z procesu przetwórstwa) mogą zawierać 450–700 g białka ogólnego w 1 kg. Jest to białko bogate w lizynę i metioninę, cechuje się wysoką, ponad 90% strawnością (26). Zawartość tłuszczu jest dość zmienna, dzięki czemu mączki rybne charakteryzują się zróżnicowaną koncentracją energii metabolicznej (12,5–14,2 MJ/kg). Są dobrym źródłem wapnia, magnezu i fosforu. W mieszankach paszowych dla drobiu mogą być stosowane w ilości od 2 do 5% (27). Nie zaleca się przekraczania 10% mączki w mieszankach paszowych dla ptaków ze względu na możliwość wystąpienia posmaku rybiego w mięsie i jajach (26). Powstawanie zapachu rybiego związane jest z odkładaniem się w ich lipidach długołańcuchowych kwasów tłuszczowych pochodzących z mączki rybnej, głównie kwasu klupanodonowego (dokozapentaenowy – DPA, C22:5, omega-3). Ze względu na wysoką zawartość białka pełnowartościowego jest zalecaną paszą dla tuczników w pierwszej fazie tuczu. W drugiej fazie mączkę rybną należy ograniczyć, a na dwa tygodnie przed ubojem wycofać w całości, gdyż zapach tłuszczu rybiego kumuluje się w tłuszczu świni i może nadawać mięsu rybi zapach. Należy zwrócić uwagę na przechowywanie mączek rybnych i mieszanek z ich udziałem, gdyż tłuszcz łatwo jętknieje. Koniecznie należy dodawać antyoksydanty (naturalne lub syntetyczne).

Inną paszą o wysokiej zawartości białka dopuszczoną w żywieniu zwierząt gospodarskich jest suszone rozpyłowo osocze krwi świń – spray-dried porcine plasma – SDBP (28, 29). Może zawierać od 70 do 80% białka o wysokiej zawartości lizyny, przy mniejszej zawartości aminokwasów siarkowych (28). Suszone rozpyłowo osocze jest różnorodną mieszanką wielu funkcjonalnych składników, takich jak immunoglobuliny, albuminy, fibrynogen, lipidy, czynniki wzrostu, biologicznie aktywne peptydy, transferyna, enzymy, aminokwasy i inne składniki, które wykazują aktywność biologiczną systemowo w jelitach, niezależnie od wnoszonej wartości odżywczej (28). Wśród głównych frakcji białkowych w suszonym osoczu krwi wyróżnić można albuminy (ok. 50%),  $\alpha$ -globuliny (15%),  $\beta$ -globuliny (15%) oraz  $\gamma$ -globuliny, w skład których wchodzi najcenniejsze immunoglobuliny (15%). Dodatek SDBP jest szczególnie zalecany w przypadku pasz dla prosiąt ssących i odsadzonych. Obecność immunoglobulin zapobiega przypadkom choroby obrzękowej i innych zaburzeń towarzyszących często odsadzeniu prosiąt (28). SDBP wpływa na równowagę mikrobiologiczną środowiska jelit, szczególnie narażoną na zaburzenie w okresie odsadzenia. Mechanizm działania i cele stosowania mączki z osocza krwi są więc bardzo podobne do wykorzystania mrożonej siary w późniejszym okresie odchovu świń. Zawarte w osoczu immunoglobuliny i glikoproteiny wiążą

ponadto szkodliwe bakterie, co umożliwia ich wydalenie z kałem na zewnątrz organizmu. Przeciwdziała to osiedlaniu się tych mikroorganizmów na nabłonku jelitowym i ogranicza występowanie stanów zapalnych (28). Jest to dość droga pasza, zalecana głównie w mieszankach dla prosiąt w ilości 2–5%. Badania Carter i wsp. (30) wskazują na korzystny wpływ nawet 0,5% dodatku SDPP na wyniki produkcyjne loch i prosiąt. Włączenie 10–20 g SDPP do 1 kg mieszanki typu starter dla kurcząt brojlerów miało pozytywny wpływ na efekty produkcyjne, odporność i poprawę mikrobiomu jelit ptaków zarażonych *Salmonella soefia* (31). Analiza wielu publikacji (29) pozwala wysnuć wniosek, że SDBP poprawia zdrowie i funkcje jelit we wczesnej fazie rozwoju młodych organizmów i wspiera reakcję układu odpornościowego lokalnie w jelicie i układowo w całym organizmie, zmniejszając w ten sposób potrzebę przekazywania składników odżywczych w celu wspierania aktywacji układu odpornościowego i kierowania ich w kierunku funkcji produkcyjnych, poprawiając w ten sposób efektywność produkcyjną świń i drobiu.

## Drożdże pastewne

Drożdże, głównie *Sacharomyces cerevisiae*, ale także *Yarrowia lipolytica* i inne szczepy mogą być stosowane w żywieniu zwierząt jako źródło białka, witamin z grupy B, niektórych biopierwiastków i enzymów (32). Ma to istotne znaczenie wobec zakazu stosowania do pasz mączek pochodzenia zwierzęcego i antybiotyków paszowych (33). Dość wysoka jest zawartość energii metabolicznej w drożdżach, na ogół 11–14 MJ/kg, w zależności od ilości tłuszczu. Zawartość białka jest nie mniejsza niż 50% suchej masy. Jest ono szczególnie cenne z uwagi na dużą ilość lizyny (32). Przyjmuje się, że udział drożdży paszowych w mieszankach nie powinien przekraczać 10% całkowitej ilości białka w diecie. W mieszankach dla drobiu zaleca się stosowanie drożdży pastewnych w ilości 2–3%. Trzeba pamiętać, że drożdże są ubogie w argininę, stąd zaleca się stosowanie tego aminokwasu, także metioniny, jako dodatku paszowego w mieszankach o znacznej zawartości drożdży. Z przeglądu badań (32, 33) wynika, że już dobre efekty produkcyjne uzyskano, stosując 0,5–3 g żywych drożdży *Sacharomyces cerevisiae* do 1 kg mieszanki dla rosnących kurcząt rzeźnych. Czynnikiem ograniczającym stosowanie drożdży w żywieniu zwierząt są występujące w nich kwasy nukleinowe (34). Badania żywieniowe potwierdziły korzystny wpływ drożdży na florę przewodu pokarmowego, a także stymulację wzrostu i rozwoju młodych zwierząt oraz ich zdrowotność i produktywność (32, 33). Ze względu na zawartość związków wpływających na płodność (selen, witamina E, kwas foliowy) dodatek drożdży zalecany jest dla zwierząt rozplodowych. Dzięki temu u loch obserwuje się wyraźniejsze objawy rui, korzystny wpływ na rozwój płodów, zwiększenie liczby żywo urodzonych prosiąt i masy ich ciała, zmniejszenie liczby upadków prosiąt, a także obniżenie liczby przypadków występowania zapalenia macicy i wymienia pozytywny wpływ na stan racic (32). U knurów hodowlanych poprawia się kondycja i witalność, obserwuje się także zwiększenie

ilości ejakulatu i poprawę jego jakości, czego wymierną korzyścią jest dłuższe użytkowanie rozplodowe. Uprosią dodatek drożdży wspomaga efektywność działania układu enzymatycznego, co przejawia się poprawą pobierania paszy i zwiększeniem przyswajalności składników pokarmowych, a zatem lepszymi wynikami odchowu. Wiele badań poświęca się też wiązaniu mikotoksyn przez drożdże (35, 36). Poziom mikotoksyn podczas podawania drożdży suszonych zmniejszał się nawet o 30–50%, zarówno w przypadku świń, jak i drobiu. Drożdże poprawiają również smakowość paszy. Wykazują one także działanie prebiotyczne, jak też probiotyczne (32, 34).

### Koncentrat białkowy z lucerny (APC)

W medycynie ludowej od lat wykorzystywano niezwykłe właściwości lecznicze lucerny, powszechnie kojarzonej raczej z rośliną pastewną. Obecnie na rynku paszowym występuje w postaci kilku produktów, jak susz z lucerny oraz koncentrat białkowo-ksantofilowy, określane jako APC lub też PX (37). Zawartość składników odżywczych w koncentracji APC jest wysoka (tab. 1). Uwagę zwraca udział białka (ponad 55%) o korzystnym profilu aminokwasowym (tab. 2). Koncentrat APC z lucerny zawiera także około 10% popiołu surowego, w którym odnotowuje się dość wysoki udział wapnia i żelaza (tab. 1). Koncentrat ten cechuje się dość wysoką zawartością tłuszczu surowego (średnio 10%), w którym przeważają kwasy tłuszczowe wielonienasycone z dominującym udziałem kwasów z rodziny omega-3, a więc o korzystnej także dla ludzi i zwierząt proporcji kwasów n-6/n-3 (37). Koncentrat APC z lucerny stanowi cenne źródło β-karotenu (prowitamina A) oraz innych witamin, takich jak E, K oraz B<sub>9</sub>. W żywieniu drobiu, z uwagi na zawartość ksantofili i karotenów, zalecany jest dla kur nieśnych oraz brojlerów. Jego 1–2% udział w mieszance nadaje pożądaną barwę żółtkom jaj (38). Badania własne wykonane na prosiętach, lochach i tucznikach wykazały istotną poprawę efektów produkcyjnych pod wpływem 1,5–3,0% dodatku ekstraktu APC (37). W innych badaniach oceniono efektywność PX w żywieniu tuczników przy obniżonym poziomie białka na efekty produkcyjne oraz na ograniczenie wydalania azotu do środowiska (39). Zwierzęta grupy doświadczalnej osiągały lepsze efekty produkcyjne oraz, co istotne, wyraźnie zmniejszyła się ilość wydalanego azotu. Badania wykonane na rosnących indykach i karpkach (40), wykazały, że najlepsze efekty produkcyjne obserwowano w grupie otrzymującej 3% koncentratu APC. Można więc stwierdzić, że preparat APC może zająć znaczące miejsce w żywieniu zwierząt jako źródło składników pokarmowych, głównie białka, a przede wszystkim jako fitobiotyk poprawiający efekty produkcyjne, jakość produktów pochodzenia zwierzęcego oraz stymulujący zdrowie zwierząt.

### Podsumowanie

Zastąpienie poekstrakcyjnej śrutu sojowej nie jest łatwym, ale w dużym stopniu realnym i możliwym zadaniem. Wykorzystując dotychczasową wiedzę

o wartości pokarmowej rodzimych pasz białkowych oraz przestrzegając zasad bezpiecznego ich stosowania, możliwe jest wyeliminowanie śrutu sojowej z dawki pokarmowej bez znaczących strat dotyczących produktywności zwierząt. Polska ma realne szanse na znaczące uniezależnienie się od importu produktów sojowych GMO stosowanych w żywieniu zwierząt. W tym względzie należy dopracować technologię uzdatniania poekstrakcyjnej śrutu rzepakowej, głównie na drodze fermentacji. Należy również wyhodować czy też zaadaptować oraz spopularyzować uprawę roślin bobowatych, w tym soi non GMO, łubinów słodkich oraz grochu i bobiku o małym udziale czynników antyodżywczych (tanin, alkaloidów, inhibitorów proteaz, cukrów nieskrobiowych). Ponadto trzeba opracować albo dostosować do krajowych możliwości technologie pozyskiwania koncentratów białkowych z lucerny, owadów, alg czy wodorostów.

### Piśmiennictwo

1. Grell E.R., Czech A.: Pasze alternatywne w odniesieniu do soi genetycznie modyfikowanej w żywieniu zwierząt. *Wiad. Zoot.* 2019, 57, 66–77.
2. Ustawa z dnia 22 listopada 2018 r. o zmianie ustawy o paszach. *Dz. U.*, 2018, poz. 2430.
3. Akande K., Doma U., Agu H., Adamu H.: Major antinutrients found in plant protein sources: their effect on nutrition. *Pak. J. Nutr.* 2010, 9, 827–832.
4. Jeroch H., Lipiec A., Abel H., Zentek J., Grell E.R., Bellof G. (eds): *Körnerleguminosen als Futter und Nahrungsmittel*. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 2016.
5. GUS: *Mały rocznik statystyczny*. Warszawa, 2019.
6. Hanczakowska E., Księżak J. (2012). Krajowe źródła białkowych pasz roślinnych jako zamienników śrutu sojowej GMO w żywieniu świń. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 2012, 39, 171–187.
7. Nega T., Woldes Y.: Review on nutritional limitations and opportunities of using rapeseed meal and other rape seed by-products in animal feeding. *J. Nutr. Health Food Eng.* 2018, 8, 43–48.
8. Canibe N., Jensen B.B.: Fermented liquid feed – microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2012, 173, 17–40.
9. Alagawany M., Farag M.R., Abd El-Hack M.E., Dhama K.: The practical application of sunflower meal in poultry nutrition. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 2015, 3, 634–648.
10. Liu J., Xu X., Zhao P.F., Tian Q.Y., Zhang S., Li P., Li Q.Y., Piao X.S.: Evaluation of energy digestibility and prediction of digestible and metabolizable energy in sunflower seed meal fed to growing pigs. *Ital. J. Anim. Sci.* 2015, 14, 35–38.
11. Böttger C., Südekum K.-H.: Review: protein value of distillers dried grains with solubles (DDGS) in animal nutrition as affected by the ethanol production process. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2018, 244, 11–17.
12. Belyea R.L., Rausch K.D., Clevenger T.E., Singh V., Johnston D.B., Tumbleson M.E.: Sources of variation in composition of DDGS. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2010, 159, 122–130.
13. Salim H.D., Kruk Z.A., Lee B.D.: Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. *World's Poul. Sci. J.* 2010, 66, 411–432.
14. Anankware P.J., Fening K.O., Osekre E., Obeng-Ofori D.: Insects as food and feed: a review. *Int. J. Agric. Res. Rev.* 2015, 3, 143–151.
15. European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on a risk profile related to production and consumption of in-sects as food and feed. *EFSA J.* 2015, 13, 4257–4317.
16. Nowak V., Persijn D., Rittenschober D., Charrondiere U.R.: Review of food composition data for edible insects. *Food Chem.* 2016, 193, 39–46.
17. Sánchez-Muros M.J., Barroso F.G., Manzano-Agugliaro F.: Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. *J. Cleaner Prod.* 2014, 65, 16–27.
18. Rozporządzenie Komisji (UE) 2017/893 z dnia 24 maja 2017 r. zmieniające załączniki I i IV do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 999/2001 oraz załączniki X, XIV i XV do rozporządzenia Komisji (UE) nr 142/2011 w odniesieniu do przepisów dotyczących przetworzonego białka zwierzęcego (Dz. Urz. L 138/92 z dn. 25.5.2017).
19. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P.: State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2014, 197, 1–33.

20. Józefiak D., Józefiak A., Kierończyk B., Rawski M., Świątkiewicz S., Długosz J., Engberg R.M.: Insects – A natural nutrient source for poultry – A review. *Ann. Anim. Sci.* 2016, **16**, 297–313.
21. Becker E.W.: Micro–algae as a source of protein. *Biotech. Adv.* 2007, **25**, 207–210.
22. Chojnacka K., Saeid A., Michalak I.: Możliwości zastosowania biomasy alg w rolnictwie. *Chemik* 2012, **66**, 1235–1248.
23. Hayes M.: Microalgal proteins for feed, food and health. W: *Microalgae–Based Biofuels and Bioproducts*, 2017, 347–368.
24. Gerrard C.L., Smith J., Nelder R., Bright A., Colley M., Clements R., Pearce B.D.: 100% organic poultry feed: can algae replace soybean expeller in organic broiler diets? *Org. Farm.* 2015, **1**, 38–45.
25. Carrillo S., López E., Casas M.M. Avila E., Castillo R.M., Carranco M.E., Calvo C., Pérez–Gil F.: Potential use of seaweeds in the laying hen ration to improve the quality of n–3 fatty acid enriched eggs. *J. Appl. Phycol.* 2008, **20**, 721–728.
26. Cho J.H., Kim I.H.: Fish meal – nutritive value. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2011, **95**, 685–692.
27. Beski S.S.M., Swick R.A., Iji P.A.: Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Anim. Nutr.* 2015, **1**, 47–53.
28. Campbell J.M., Polo J., Russell L.E., Crenshaw J.D.: Review of spray–dried plasma’s impact on intestinal barrier function. *Livest. Sci.* 2010, **133**, 239–241.
29. Campbell J.M., Crenshaw J.D., González–Esquerra R., Polo J.: Impact of spray–dried plasma on intestinal health and broiler performance. *Microorganisms*, 2019, **7**, 219–230.
30. Carter S.D., Lindemann M.D., Chiba L.I., Estienne M.J., Lima G.J.M.: Effects of inclusion of spray–dried porcine plasma in lactation diets on sow and litter performance. *Livest. Sci.* 2018, **216**, 32–35.
31. Beski S.S., Swick R.A., Iji P.A. 2016. Effect of dietary inclusion of spray–dried porcine plasma on performance, some physiological and immunological response of broiler chickens challenged with *Salmonella* sofia. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2016, **100**, 957–66.
32. Elghandour M.M.Y., Tan Z.L., Abu Hafs S.H., Adegbeye M.J., Greiner R., Ugbogu E.A., Cedillo Monroy J., Salem A.Z.M.: Saccharomyces cerevisiae as a probiotic feed additive to non and pseudo–ruminant feeding: a review *J. Appl. Microbiol.* 2019, **128**, 658–674.
33. Ogbuewu I.P., Okoro V.M., Mbajjorgu E.F., Mbajjorgu C.A.: Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and its effect on production indices of livestock and poultry – a review. *Comp. Clin. Pathol.* 2018, **28**, 669–677.
34. Vohra A., Syal P., Madan A.: Probiotic yeasts in livestock sector. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2016, **219**, 31–47.
35. Piotrowska M., Masek A.: *Saccharomyces cerevisiae* cell wall components as tools for ochratoxin a decontamination. *Toxins*, 2015, **7**, 1151–1162.
36. Kim S.W., Holanda D.M., Gao X., Park I., Yiannikouris A.: Efficacy of a yeast cell wall extract to mitigate the effect of naturally co–occurring mycotoxins contaminating feed ingredients fed to young pigs: Impact on gut health, microbiome, and growth. *Toxins* 2019, **11**, 633.
37. Grela E.R., Pietrzak K.: Production technology, chemical composition and use of alfalfa protein–xanthophyll concentrate as dietary supplement. *J. Food Process. Technol.* 2014, **5**, 373–377.
38. Grela E.R., Knaga S., Mieczan A., Zięba G.: Effects of dietary alfalfa protein concentrate supplementation on performance, egg quality, and fatty acid composition of raw, freeze–dried, and hard–boiled eggs from Polbar laying hens. *Poult. Sci.* 2020, **99**, 2256–2265.
39. Grela E.R., Semeniuk V.: Effects of adding protein–xanthophyll (PX) concentrate of alfalfa to reduced–crude protein, amino acid supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance and meat quality of pigs. *J. Central. Eur. Agric.* 2008, **8**, 669–676.
40. Czech A., Grela E.R.: Application of protein–xanthophyll concentrate from alfalfa (*Medicago sativa*) in animal nutrition. *Sci. Tech. Bull. Lviv*, 2011, **12**, 157–164.
41. Grela E.R., Skomiał J. (red.): *Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń*. IFiZZ PAN, Jabłonna, wyd. II, 2015, 67–86.
42. Smulikowska S., Rutkowski A. (red.): *Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla drobiu*. IFiZZ PAN, Jabłonna, wyd. V 2018, 109–123.
43. Sauvant D., Perez J.M., Tran G.: *Tables of composition and nutritional value of feed materials*. INRA Editions. 2004, 110, 158, 188, 192, 198, 212, 274.
44. Kyntäjä S., Partanen K., Siljander–Rasi H., Jalava T.: *Tables of composition and nutritional values of organically produced feed materials for pigs and poultry*. MTT Report 164, 2014, 13–21.