

Roślinne koncentraty białkowe w żywieniu zwierząt

Eugeniusz R. Grela

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii,
ul. Akademicka 13, 20-934 Lublin*

W racjonalnym żywieniu zwierząt dąży się do uzyskania pożądaných efektów produkcyjnych przy jak najmniejszych nakładach na pasze i oszczędnych technologiach żywienia. Spośród wielu materiałów paszowych istotną rolę, zwłaszcza w żywieniu zwierząt monogastycznych, pełnią pasze białkowe. Wobec zakazu stosowania w żywieniu zwierząt gospodarskich (bydło, świnie, drób) pasz pochodzenia zwierzęcego (mączki mięsne, mięsno-kostne i kostne) wykorzystuje się roślinne pasze białkowe: śruty poekstrakcyjne, nasiona roślin bobowatych (dawniej strączkowych) i niektóre produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego (drożdże piwne, mączka z guaru) oraz koncentraty białkowe pozyskiwane z ziemniaków, lucerny, ziarna zbóż czy innych roślin (Knorr i in., 1977; Grela i Pietrzak, 2014; Palliyeguru i in., 2010). Nieco odrębnym zagadnieniem jest stosowanie pasz wysokobiałkowych, pozyskiwanych z różnych komponentów poddanych fermentacji (np. śruta rzepakowa poekstrakcyjna), a następnie wysuszonych. Stanowią one także wysokiej jakości źródło białka w żywieniu świń i drobiu (Müller i Bielfeldt, 2013; Shi i in., 2015). Jako interesujące źródło białka dla ludzi i zwierząt jawi się także spirulina, koncentrat białkowy pozyskiwany z glonów (Ali i Saleh, 2012; Chojnacka i in., 2012). Zastosowanie koncentratów białkowych w żywieniu zależy od ich wartości pokarmowej, ceny i efektywności w chowie zwierząt.

Jednym z takich wysokobiałkowych materiałów paszowych może być koncentrat białkowo-ksantofilowy (protein-xanthophyll concentrate – PX, inne określenia to alfalfa protein concentrate – APC lub l'Extrait Foliaire de Lu-

zerne – EFL), pozyskiwany z lucerny (*Medicago sativa* L.). Technologia przerobu zielonej masy lucerny na koncentrat białkowy polega na poddaniu rozdrobnionej zielonki tłoczeniu, w wyniku czego otrzymuje się frakcję stałą (tzw. wytłoki), która może być poddana dalszemu suszeniu w suszarni bębnowej oraz frakcję ciekłą (tzw. zielony sok), zawierającą około 10–20% s.m., którą poddaje się dalszemu rozdzielaniu przy pomocy wirówek (Grela i Pietrzak, 2014). Z frakcji ciekłej wydziela się na zasadzie termokoagulacji wysokobiałkowy koncentrat o konsystencji pasty, poddawany następnie suszeniu oraz odciek z wirówki (tzw. serum), który może być suszony wraz z wytłokami. Obróbka cieplna pozwala wyeliminować mikroflorę bakteryjną i inaktywować termowrażliwe substancje przeciwnżywieniowe, np. inhibitory trypsyny (EFSA, 2009). W celu ochrony witamin i pigmentów stosuje się przeciwutleniacze, najczęściej kwas askorbinowy. Koncentrat jest następnie granulowany i składany w szczelnych silosach, wypełnionych gazem obojętnym.

Według raportu EFSA (2009), koncentrat APC praktycznie nie zawiera toksyn wytwarzanych przez *Aspergillus flavus*, pestycydów, metali ciężkich, a jego charakterystyka mikrobiologiczna jest zgodna z normami żywnościowymi dla ludzi i zwierząt. Jest produktem bezpiecznym nawet w długotrwałej suplementacji. Zawartość składników odżywczych w koncentracie APC jest wysoka (tab. 1).

Uwagę zwraca udział białka (ponad 55%) o interesującym profilu aminokwasowym (tab. 2). Koncentrat APC z lucerny zawiera także około 10% substancji mineralnych (popiołu surowego), wśród których 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 dla ludzi i zwierząt

proporcji kwasów *n-6/n-3* (tab. 3). Koncentrat APC z lucerny stanowi cenne źródło β -karotenu (prowitamina A) oraz innych witamin, takich jak E, K oraz B₉ (tab. 2). Każda z nich jest niezbędna dla prawidłowego funkcjonowania organizmu zwierząt i ludzi.

Tabela 1. Zawartość składników odżywczych i mineralnych w 1 kg koncentratów białkowych (dane własne niepublikowane)

Table 1. Content of nutrients and minerals in 1 kg of protein concentrates (own unpublished data)

Składniki odżywcze <i>Nutrients</i>	PPC	S	APC	Składniki mineralne <i>Minerals</i>	PPC	S	APC
Sucha masa – <i>Dry matter</i>	92,3	93,0	91,3	Wapń – <i>Calcium</i> , g	3,0	7,0	33
Popiół surowy – <i>Crude ash</i>	2,6	7,5	10,3	Fosfor – <i>Phosphorus</i> , g	4,0	8,0	7,9
Tłuszcz surowy – <i>Crude fat</i>	1,4	8,0	10,8	Magnez – <i>Magnesium</i> , g	0,3	4,0	1,4
Włókno surowe – <i>Crude fibre</i>	0,67	4,0	0,63	Potas – <i>Potassium</i> , g	5,5	16	6,7
Białko surowe <i>Crude protein</i>	78,0	65,0	55,2	Sód – <i>Sodium</i> , g	0,1	9,0	0,1
Bez N wyciągowe <i>N-free extractives</i>	9,6	8,5	14,3	Żelazo – <i>Iron</i> , mg	455	1500	472
NDF	6,0	13,9	10,7	Mangan – <i>Manganese</i> , mg	5,0	50	85
ADF	1,7	16,2	1,13	Miedź – <i>Copper</i> , mg	35	12	10
ADL	0,4	2,9	0,03	Cynk – <i>Zinc</i> , mg	21	30	17
				Selen – <i>Selenium</i> , mg	1,0	1,0	0,8

Objaśnienia: PPC – *potato protein concentrate* – koncentrat białkowy z ziemniaków; APC – *alfalfa protein concentrate* – koncentrat białkowy z lucerny, S – *spirulina* – *algae protein concentrate* – koncentrat białka glonów.

Tabela 2. Zawartość aminokwasów (g) i witamin (mg) w 1 kg koncentratów roślinnych
Table 2. Content of amino acid (g) and vitamins (mg) in 1 kg of protein concentrates

Aminokwasy – <i>Amino acids</i>	PPC ¹⁾	S ²⁾	APC ³⁾	Witaminy – <i>Vitamins</i>	PPC ⁴⁾	S ⁵⁾	APC ³⁾
Lizyna – <i>Lysine</i>	57,3	21,2	29,6	β -karoten – <i>β-carotene</i>	Bd	1400	76,7
Metionina – <i>Methionine</i>	16,0	9,1	10,2	E	Bd	1000	500
Cystyna – <i>Cystine</i>	11,4	4,2	5,1	B ₁	Bd	35	2,5
Treonina – <i>Threonine</i>	42,1	22,1	21,8	B ₂	Bd	40	4,5
Tryptofan – <i>Tryptophan</i>	12,6	7,3	11,8	B ₆	Bd	8,0	80,0
Izoleucyna – <i>Isoleucine</i>	76,6	25,5	24,9	Kwas foliowy <i>Folic acid</i>	Bd	0,1	1,3
Leucyna – <i>Leucine</i>	41,3	39,8	43,4	Niacyna – <i>Niacin</i>	Bd	140	6,0
Walina – <i>Valine</i>	50,6	32,4	29,0	Kwas pantotenowy <i>Pantothenic acid</i>	Bd	1,0	4,3
Histydyna – <i>Histidine</i>	15,4	8,2	12,8	B ₁₂	Bd	3,2	0,0
Arginina – <i>Arginine</i>	35,7	26,3	27,5	C	Bd	-	600
Fenylalanina – <i>Phenylalanine</i>	48,3	24,8	29,0	K	Bd	22	100
Tyrozyna – <i>Tyrosine</i>	40,2	17,8	20,3	Biotyna – <i>Biotin</i>	Bd	0,1	0,20

¹⁾ Grela i Skomiał (2015); ²⁾ Becker (2004); Pastuszewska i in. (2009); Singh i in. (2005); ³⁾ EFSA (2009); Pietrzak i Grela (2014); ⁴⁾ Bb – brak danych – *no data*; ⁵⁾ Ali i Saleh (2012).

Tabela 3. Profil kwasów tłuszczowych (% sumy kt) w 1 kg koncentratów roślinnych
(dane własne niepublikowane)

Table 3. Fatty acid composition (% of total FA) in 1 kg of protein concentrates (own unpublished data)

Kwasy tłuszczowe – Fatty acids	PPC	S	APC
Palmitynowy – Palmitic	25,4	40,5	14,3
Stearynowy – Stearic	5,9	2,0	2,7
Oleinowy – Oleic	1,8	12,5	1,9
Linolowy – Linoleic, n-6	29,2	12,6	14,4
Linolenowy – Linolenic, n-3	20,7	19,4	40,4
SFA	32,9	45,4	19,2
MUFA	3,2	14,3	3,4
PUFA	52,7	35,2	59,8
n-6/n-3	1,41	0,65	0,36

Przedstawione w tabelach wartości dla APC znajdują potwierdzenie w dotychczasowych wynikach badań własnych (Grela i Pietrzak, 2014) oraz EFSA (2009).

Dotychczas wykonano już sporo badań na zwierzętach z wykorzystaniem tego koncentratu jako dodatku do mieszanek paszowych dla świń, drobiu, owiec, bydła i ryb. Badania na kurczętach i świniami, otrzymujących dodatek APC, potwierdziły jego działanie hipocholesterolemiczne w przypadku kurcząt, natomiast nie wpłynął on na wskaźniki odchowu kurcząt ani świń (Ueda i Ohshima, 1989). Inne badania prowadzone na tucznikach, porównujące skuteczność różnych dawek tego preparatu (2, 4 i 6%) wykazały, że jedynie dodatek 2% preparatu APC poprawił ich efekty produkcyjne (Tartari i in., 1992). Pozytywny wpływ ekstraktu z lucerny (*Polysavon*) na odporność brojlerów, jak i na obniżenie odkładania tłuszczu sadełkowego, bez istotnego wpływu na ich wydajność, odnotowali także Dong i in. (2007). Pożądane efekty stosowania tego preparatu stwierdzono też w żywieniu krów mlecznych, u których obserwowano wzrost zawartości β -karotenu i witaminy E w surowicy oraz w mleku (Calderon i in., 2007). Badania wykonane na tucznikach wykazały wyraźny wpływ dodatku koncentratu APC na efekty produkcyjne zwierząt, gdyż stwierdzono ich wyższe przyrosty przy niższym zużyciu paszy i lepsze umięśnienie w porównaniu do grupy kontrolnej (Grela i Kowalczyk-Vasilev, 2010). W innych badaniach oceniono efektywność APC w żywieniu tuczników przy obniżonym poziomie białka na efekty produkcyjne oraz ograniczenie wydalania azotu do środowiska (Grela i in., 2008). Zwierzęta grupy doświad-

czalnej osiągały lepsze efekty produkcyjne oraz – co istotne – wyraźnie zmniejszyła się ilość wydalanego z kałem i moczem azotu. Analiza składu kwasów tłuszczowych tłuszczu polędwicy tuczników, żywionych preparatem z lucerny, wykazała tendencję do zmniejszenia udziału kwasów nasyconych na korzyść nienasyconych. Wykonano także badania na rosnących indykach, którym podawano 1,5 lub 3% dodatek preparatu APC (Krauze i Grela, 2010). Najlepsze efekty produkcyjne obserwowano w grupie, otrzymującej 3% koncentratu APC – najwyższe przyrosty i najniższe zużycie paszy. Jednocześnie, w obydwu grupach eksperymentalnych preparat z lucerny znacząco ograniczył upadki zwierząt. W żywieniu kur niosek uzyskano lepsze wybarwienie żółtka jaja oraz zmniejszoną peroksydację lipidów (Grela i in., 2014). Zastosowanie 5% koncentratu APC w paszy treściwej dla karpia przyczyniło się do zwiększenia całkowitej długości i masy ciała ryb oraz lepszego współczynnika wykorzystania paszy (Rechulicz i in., 2014). Jagnięta żywione mieszanką treściwą z udziałem 1,5 lub 3% koncentratu APC cechowały się wzrostem całkowitego potencjału antyoksydacyjnego (FRAP) oraz niższą aktywnością katalazy i dysmutazy ponadtlenkowej w osoczu krwi (Ognik i in., 2012). W podsumowaniu badań, dotyczących stosowania koncentratu APC z lucerny można stwierdzić, że preparat ten 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. Duże nadzieje stwarza wykorzystanie APC w profilaktyce niektó-

rych schorzeń u ludzi, przede wszystkim niedożywionych oraz z problemami na tle układu krwionośnego (Grela i Pietrzak, 2014).

Jednym z produktów ubocznych w przemyśle skrobiowym, obok pulpy (wycierki) ziemniaczanej, jest koncentrat białka ziemniaczanego (potato protein concentrate – PPC). Otrzymuje się go w wyniku odwodnienia i wysuszenia soku komórkowego, pozostałego po wyplukiwaniu skrobi z bulw ziemniaka, po uprzedniej koagulacji białka. Produkt ten jest bardzo zasobny w białko, które może stanowić nawet do 80% masy koncentratu (tab. 1). Białko ziemniaczane charakteryzuje się wysoką strawnością, w granicach 75–80%. Skład aminokwasowy białka ziemniaczanego jest również korzystny (tab. 2), gdyż zawartość aminokwasów egzogennych jest nawet wyższa niż w poekstrakcyjnej śrutce sojowej, a zbliżona do pasz pochodzenia zwierzęcego (Knorr i in., 1977; Pastuszewska i in., 2009; Sauvante i in., 2002). Koncentrat białka ziemniaczanego zawiera również około 7% skrobi, która nie została wyplukana w wyniku procesu technologicznego. W profilu kwasów tłuszczowych przeważają wielonienasycone (tab. 3), co również znajduje potwierdzenie w publikacji Sauvante i in. (2002). Surowiec ten zawiera niewiele włókna surowego, poniżej 1%. Spośród związków antyżywnościowych koncentrat z ziemniaków zawiera glikozydy, głównie solanidynę, związek o niezbyt dużej szkodliwości w żywieniu zwierząt (Tuśnio i in., 2013). Można zaryzykować stwierdzenie, że koncentrat ziemniaczany jest jednym z bardziej wartościowych źródeł białka roślinnego (Pastuszewska i in., 2007). Specyfika składu chemicznego koncentratu białka ziemniaczanego oraz jego cena sprawiają, że powinien być stosowany w żywieniu zwierząt młodych. Białko to jest ponad dwukrotnie droższe od sojowego, a jego cena jest zbliżona do białka mączki rybnej. Sprawia to, że jego stosowanie w tuczu świń jest mocno ograniczone. Białko ziemniaczane może być natomiast użyte jako komponent mieszanek paszowych dla prosiąt i warchlaków, stanowiąc alternatywę dla pasz pochodzenia zwierzęcego lub częściowo zastępując w nich poekstrakcyjną śrutę sojową (Tuśnio i in., 2011). Kerr i in. (1998) za zadowalające efekty w odchowie prosiąt uznają 3–5% udział koncentratu z ziemniaków w mieszance pełnodawkowej. W badaniach Sardiego i in. (2005) wskazano na możliwość

zastąpienia mączki rybnej przez 6% dodatek koncentratu PPC, gdyż w teście 50-dniowym na prosiątach (7,5–30 kg) uzyskano lepsze przyrosty masy ciała o 11,2% oraz niższe zużycie paszy o 4%. Spielmann i in. (2009) stwierdzili zmniejszenie koncentracji cholesterolu ogólnego i frakcji LDL w surowicy krwi prosiąt po zastosowaniu koncentratu PPC zamiast kazeiny. Koncentrat ziemniaczany znajduje również zastosowanie w żywieniu drobiu rzeźnego. Palliyeguru i in. (2010) zastosowali 15,8% koncentratu ziemniaczanego (76% białka) w miejsce mączki rybnej w odchowie brojlerów w okresie 15–31 dni życia, uzyskując jednak mniejsze przyrosty masy ciała o 8,3% i słabsze wykorzystanie paszy o 3,8%. Także Fernando i in. (2011) stwierdzili niższe o 7,7% pobranie paszy i o 7,8% niższe przyrosty masy ciała kurcząt rzeźnych przy zastąpieniu poekstrakcyjnej śrutki sojowej białkiem koncentratu ziemniaczanego. Jednocześnie, odnotowano zbliżone wykorzystanie paszy oraz śmiertelność na podobnym poziomie w obydwu grupach. W odchowie cieląt koncentrat z ziemniaków może być z powodzeniem stosowany w ilości 3–4,5% preparatu mlekozastępczego (Knaus i in., 1994). Zastosowanie 60 g koncentratu/kg suchej masy paszy pełnodawkowej w opasie bydła mięsnego (315–380 kg) przyczyniło się do poprawy strawności masy organicznej, w tym związków azotowych z 0,59 przy udziale śrutki sojowej do 0,65 przy zastosowaniu PPC oraz zwiększenia koncentracji aminokwasów egzogennych w surowicy krwi o 7,1% (Fridmont i in., 2009). Koncentrat z ziemniaków może także znaleźć zastosowanie w żywieniu pstrąga tęczowego w zastępstwie do 40% mączki rybnej (Tusche i in., 2013) lub też łososia atlantyckiego (Refstie i Tiekstra, 2003) przy stosowaniu go w ilości nawet 21% w miejsce mączki rybnej.

Spirulina (S), białko alg, oprócz wysokiej (około 65%) zawartości białka, posiada również witaminy hydrofilne, w tym także witaminę o właściwościach zbliżonych do B₁₂ oraz β-karoten i tokoferole, a także składniki mineralne, zwłaszcza żelazo (tab. 1) i jod (Ali i Saleh, 2012; Perosa i in., 2015). Jest również bogata w kwasy fenolowe i kwas γ-linolenowy (Becker, 2004; Gaese, 2012). W profilu kwasów tłuszczowych dominują kwas palmitynowy oraz NNKT (tab. 3). Bioróżnorodność związków bio-

logicznie czynnych predysponuje spirulinę jako nutraceutyk dla ludzi i zwierząt (Perosa i in., 2015). Spirulina ma delikatne ściany komórkowe, a zawartość włókna surowego wynosi około 4%. Jest istotnym pożywieniem dla ludzi i zwierząt ze względu na interesujący skład aminokwasowy białka (tab. 2). Białko to ma wysoką wartość biologiczną i jest dość dobrze przyswajane przez zwierzęta (Shields i Lupatsch, 2012; Singh i in., 2005). Wykazuje działanie antywirusowe, wzmacnia system immunologiczny, stabilizuje pracę wątroby. Spirulina dobrze się wchłania, normalizuje poziom cholesterolu we krwi (Kovač i in., 2013). Poprawia wzrok, stan włosów, sierści i kopyt. Stanowi najlepsze źródło kwasu gamma-linoleinowego (GLA), niezbędnego do prawidłowego funkcjonowania mózgu, serca i innych elementów organizmu. Spośród polisacharydów na uwagę zasługują alginiany, laminaryna i fukoidyna, które wykazują działanie prebiotyczne, a więc sprzyjające rozwojowi korzystnej mikroflory w przewodzie pokarmowym zwierząt (Chojnacka i in., 2012; Gaese, 2012).

Dotychczas wykazano przydatność preparatów z glonów (spiruliny) w żywieniu bydła, owiec, świń, drobiu i ryb jako częściowy substytut maczki rybnej lub poekstrakcyjnej śruty sojowej (Gaese, 2012; Holman i Malau-Aduli, 2013; Lum i in., 2013). Spirulina, tak jak koncentrat APC, jest bogata w witaminy, ksantofile i niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), stąd też w niektórych badaniach wykazano, że stosując w mieszankach dla kurcząt rzeźnych dodatek spiruliny w ilości 12–17% nie trzeba dodawać preparatów mineralno-witaminowych (Venkataraman i in., 1994). Niektóre badania informują, że dodatek spiruliny zwiększa intensywność barwy żółtka, a nawet obniża poziom cholesterolu w jajach (Holman i Malau-Aduli, 2013). Dodatek 4% spiruliny od 21. dnia tuczu kurcząt rzeźnych polepsza barwę tuszki do preferowanej przez konsumenta (Toyomizu i in., 2001). Dodatek mikroalg zwiększył zawartość NNKT i karotenoidów w żółtku jaja (Fredriksson i in., 2006). W pracy przeglądowej Lum i in. (2013) wskazali na dość różne ilości spiruliny dodawanej do mieszanek dla kur niosek i brojlerów – od 0,3 do 17%. Analizując efekty produkcyjne z wielu prac przytoczonych w publikacji Chojnackiej i in. (2012), można zalecić sto-

sowanie tego koncentratu białkowego w ilości 2–3% dla kur niosek oraz 2–4% dla kurcząt rzeźnych (tab. 4). W żywieniu świń dodatek ten może być uwzględniany w mieszankach dla prosiąt w ilości 1–5%, a efekty produkcyjne są zbliżone do żywienia z udziałem maczki rybnej (Grinstead i in., 2000). Poprzez stosowanie niektórych glonów w dawkach dla tuczników można zwiększyć koncentrację jodu w wieprzowinie (Baňoch i in., 2012). W żywieniu loch dobre efekty w reprodukcji (większa masa ciała prosiąt przy urodzeniu) uzyskano stosując dodatek spiruliny w dawce pokarmowej (Fevrier i Seve, 1975). Niektórzy autorzy sugerują, że koncentratem ze spiruliny, pochodzącej z produkcji biopaliw, można zastąpić nawet jedną trzecią poekstrakcyjnej śruty sojowej w mieszankach pełnoporcyjnych w żywieniu prosiąt i drobiu (Holman i Malau-Aduli, 2013). W żywieniu przeżuwaczy dodatek spiruliny poprawia syntezę białka mikrobiologicznego w żwaczu, krowy wchodzą w lepszej kondycji do następnej laktacji, zwiększa się produkcja mleka, a nawet koncentracja niektórych składników odżywczych w mleku (Holman i Malau-Aduli, 2013). Wykazano także korzystny wpływ dodatku spiruliny na profil kwasów tłuszczowych mleka, gdyż zwiększa się udział kwasów nienasyconych (Papadopoulos i in., 2002), w tym także kwasu DHA (Stamey i in., 2012). Zastosowanie spiruliny dla krów waha się od 2 do 200 g dziennie w dawce pokarmowej. Za uzasadniony ekonomicznie i żywieniowo można uznać dodatek w granicach 5–10 g/kg suchej masy dawki dla krów mlecznych (tab. 4). W niektórych badaniach wykazano przydatność glonów z dużym udziałem NNKT do obniżenia ilości wytwarzanego przez krowy metanu, co może być bardzo pożądane w lansowanej obecnie strategii redukcji emisji gazów cieplarnianych (Fievez i in., 2007).

Roślinne pofermentacyjne koncentraty białkowe (fermented protein concentrate – FPC) są pozyskiwane w wyniku opatentowanych technologii produkcji, a uzyskane produkty zawierają 30–50% wysokowartościowego białka. Przykładem mogą być koncentraty białkowe EP 100 i EP 200, pozyskiwane z fermentacji takich pasz, jak poekstrakcyjna śruta rzepakowa, sojowa, pszenica i ziemniaki, po czym są suszone i konfekcjonowane do sprzedaży.

Tabela 4. Wartość energetyczna w MJ EM/kg (kalkulacja własna) i zalecany udział koncentratów roślinnych w żywieniu zwierząt

Table 4. The energy value in MJ ME/kg (own calculation) and the recommended share of protein concentrates in animal nutrition

Gatunek Species	Wartość energetyczna Energy value			Zalecany udział w paszy pełnodawkowej (%) Recommended share in complete diet (%)		
	PPC	S	APC	PPC	S	APC
Przeżuwacze – Ruminants	13,5	13,2	13,1	3–5	0,5–1,0	3–4
Świnie – Pigs	17,2	15,8	15,1	5–8	3–5	2–3
Drób – Poultry	11,4	11,2	11,2	5–7	2–4	2–3
Pstrągi – Trout	12,5	13,4	12,7	3–5	5–10	3–4

W wyniku fermentacji poekstrakcyjnej śruty rzepakowej następuje eliminacja wielu związków szkodliwych, głównie glukozydnów i fitynianów oraz zwiększa się wartość biologiczna białka, a także istnieje możliwość modyfikacji flory bakteryjnej przewodu pokarmowego zwierząt (Canibe i in., 2012). Potwierdzają to badania na tucznikach, w których zastosowano pofermentacyjną śrutę rzepakową w ilości 31,2% w początkowym okresie i 16,5% w końcowym okresie tuczu, uzyskując efekty produkcyjne (przyrosty dzienne 880 g oraz zużycie paszy poniżej 2,5 kg/kg przyrostu) podobne, jak przy udziale poekstrakcyjnej śrutu sojowej (Müller i Bielfeldt, 2013). Badania Xu i in. (2012) wykazały, że fermentowaną śrutą rzepakową można z powodzeniem zastąpić 10% poekstrakcyjnej śrutu sojowej w żywieniu kurcząt rzeźnych, a w żywieniu kaczek bardzo dobre efekty daje zastąpienie w 100% śrutu sojowej fermentowaną śrutą rzepakową (Xu i in., 2011), dzięki czemu koszty paszy będą mniejsze. Pofermentacyjne koncentraty białkowe mogą więc

stanowić interesujące źródło wartościowego białka oraz innych substancji biologicznie czynnych (enzymy, kwasy organiczne, witaminy) w żywieniu zwierząt.

Podsumowanie

Roślinne koncentraty białkowe, jak APC z lucerny, PPC z ziemniaków, spirulina (S) z glonów oraz pofermentacyjne produkty białkowe (FPC) mogą stanowić interesujące uzupełnienie pasz własnych (zboża, nasiona bobowatych, ziemniaki) w żywieniu zwierząt gospodarskich i ryb. Pasze te zawierają znaczne ilości białka ogólnego – w granicach 50–80% – o korzystnym profilu aminokwasowym. Dostarczają wielu składników mineralnych, witamin i kwasów tłuszczowych. Wartość energetyczną wybranych koncentratów oraz zalecenia odnośnie zastosowania w mieszankach pełnodawkowych dla zwierząt zestawiono w tab. 4. Zastosowanie koncentratów białkowych w żywieniu będzie zależę od ich wartości pokarmowej, ceny i efektywności w chowie zwierząt.

Literatura

- Ali S.K., Saleh A.M. (2012). Spirulina – an overview. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.*, 4, 3: 9–15.
- Baňoch T., Svoboda M., Kuta J., Saláková A., Fajt Z. (2012). The effect of iodine from iodine-enriched alga *Chlorella* spp. on the pork iodine content and meat quality in finisher pigs. *Acta Vet. Brno*, 81: 339–346.
- Becker W. (2004). Microalgae in human and animal nutrition. In: *Handbook of Microalgal Culture*. Edited by Richmond A. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd; pp. 312–351.
- Calderon F., Chauveau-Duriot B., Pradel P., Martin B., Graulet B., Doreau M., Noziere P. (2007). Variations in carotenoids, vitamin A and E, and color in cow's plasma and milk following a shift from hay diet to diets containing increasing levels of carotenoids and vitamin E. *J. Dairy Sci.*, 90: 5651–5664.
- Canibe N., Jensen B.B. (2012). Fermented liquid feed – microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 173: 17–40.
- Chojnacka K., Saeid A., Michalak I. (2012). Możliwości zastosowania biomasy alg w rolnictwie. *Chemik*, 66, 11: 1235–1248.
- Dong X.F., Gao W.W., Tong J.M., Jia H.Q., Sa R.N., Zhang Q. (2007). Effect of Polysavon (alfalfa extract) on abdominal fat deposition and immunity in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 86: 1955–1959.
- EFSA (2009). Opinion on the safety of “Alfalfa protein concentrate” as food. *EFSA J.*, 997: 1–19.

- Fernando P.S., Rose S.P., Mackenzie A.M., Silva S.S.P. (2011). Effect of diets containing potato protein or soya bean meal on the incidence of spontaneously-occurring subclinical necrotic enteritis and the physiological response in broiler chickens. *Br. Poultry Sci.*, 52, 1: 106–114.
- Fevrier C., Seve B. (1975). Incorporation of a spiruline (*Spirulina maxima*) in swine food. *Ann. Nutr. Aliment.*, 29: 625–650.
- Fievez V., Boeckart C., Vlaeminck B., Mestdagh J., Demeyer D. (2007). *In vitro* examination of DHA-edible micro-algae. 2. Effect on rumen methane production and apparent degradability of hay. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 136: 80–95.
- Fredriksson S., Elwinger K., Pickova J. (2006). Fatty acid and carotenoid composition of egg yolk as an effect of microalgae addition to feed formula for laying hens. *Food Chem.*, 99: 530–537.
- Froidmont E., Wathélet B., Oger R., Romne'e J.M., Colinet A., Cloet D., Didelez M., Pichon J.C, Boudry C., Jean G., Bartiaux-Thill N. (2009). Nutritional properties of potato protein concentrate compared with soybean meal as the main protein source in feed for the double-musled Belgian Blue bull. *Animal*, 3: 200–208.
- Gaese H. (2012). Chemical composition and potential application of *Spirulina platensis* biomass. *Int. J. Agr. Env.*, 4: 32–40.
- Grela E.R., Kowalczyk-Vasilev E. (2010). Skład chemiczny, wartość pokarmowa i przydatność produktów z lucerny w żywieniu ludzi i zwierząt. W: Lucerna w żywieniu ludzi i zwierząt. Stowarzyszenie Rozwoju Regionalnego i Lokalnego „PROGRESS”, Dzierżkówka, 6: 13–24.
- Grela E.R., Pietrzak K. (2014). Production technology, chemical composition and use of alfalfa protein-xanthophyll concentrate as dietary supplement. *J. Food Proc. Technol.*, 5, 10: 373–377.
- Grela E.R., Skomiał J. (red.) (2015). Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. IFiZZ PAN, Jabłonna.
- Grela E.R., Semeniuk W., Florek M. (2008). Effect of protein-xanthophyll (APC) concentrate of alfalfa additive to crude protein-reduced diets on nitrogen excretion, growth performance and meat quality of pigs. *J. Cent. Europ. Agric.*, 4: 669–676.
- Grela E.R., Ognik K., Czech A., Matras J. (2014). Quality assessment of eggs from laying hens fed a mixture with lucerne protein concentrate. *J. Anim. Feed Sci.*, 23, 3: 236–243.
- Grinstead G.S., Tokach M.D., Dritz S.S., Goodband R.D., Nelssen L.D. (2000). Effects of *Spirulina platensis* on growth performance of weanling pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 83: 237–247.
- Holman B.W.B., Malau-Aduli A.E.O. (2013). Spirulina as a livestock supplement and animal feed. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 97: 615–623.
- Kerr C.A., Goodband R.D., Smith J.W., Musser R.E., Bergström J.R., Nessmith W.B. Jr., Tokach M.D., Nelssen J.L. (1998). Evaluation of potato proteins on the growth performance of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 76, 12: 3024–3033.
- Knaus W., Wetscherek W., Lettner F. (1994). Use of soy protein concentrate in combination with potato protein in milk replacers for veal calves. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 48, 1–2: 111–119.
- Knorr D., Kohler G.O., Betschart A.A. (1977). Potato protein concentrates: The influence of various methods of recovery upon yield, compositional and functional characteristics. *J. Food Proc. Preserv.*, 1, 3: 235–247.
- Kovač D.J., Simeunović J.B., Babić O.B., Mišan A.Č., Milovanović I.L. (2013). Algae in food and feed. *Food Feed Res.*, 40: 21–32.
- Krauze M., Grela E.R. (2010). Influence of protein-xanthophyll (APC) concentrate of alfalfa additive in turkey diet on performance and some blood indices. *Archiv Geflügelk.*, 74, 4: 226–232.
- Lum K.K., Kim J., Lei X.G. (2013). Dual potential of microalgae as a sustainable biofuel feedstock and animal feed. *J. Anim. Sci. Biotech.*, 4: 53–60.
- Müller K., Bielfeldt J. (2013). Kann Soja durch Raps auch im Mastfutter ersetzt werden. *Baureblatt*, 8: 50–51.
- Ognik K., Patkowski K., Grela E.R. (2012). Effect of a protein-xanthophyll concentrate from alfalfa and of genotype and sex of lambs on their blood redox profile. *Bull. Vet. Inst. Pulawy*, 56: 161–169.
- Palliyeguru M.W.C.D., Rose S.P., Mackenzie A.M. (2010). Effects of dietary protein concentrates on the incidence of subclinical necrotic enteritis and growth performance of broiler chickens. *Poultry Sci.*, 89: 34–43.
- Papadopoulos G., Goulas C., Apostolaki E., Abril R. (2002). Effects of dietary supplements of algae, containing polyunsaturated fatty acids, on milk yield and the composition of milk products in dairy ewes. *J. Dairy Res.*, 69: 357–365.
- Pastuszewska B., Taciak M., Tuśnio A. (2007). Koncentrat białka ziemniaczanego w żywieniu zwierząt monogastrycznych. *Post. Nauk Roln.*, 59, 5: 91–106.
- Pastuszewska B., Tuśnio A., Taciak M., Mazurczyk W. (2009). Variability in the composition of potato protein concentrate produced in different starch factories – A preliminary survey. *Anim. Feed Sci. Technol.*

- 154, 3–4: 260–264.
- Perosa A., Bordignon G., Ravagnan G., Zinoviev S. (eds) (2015). Algae as a potential source of food and energy in developing countries: Sustainability, technology and selected case studies. Venezia, Edizioni Ca' Foscari – Digital Publishing.
- Rechulicz J., Ognik K., Grela E.R. (2014). The effect of adding protein-xanthophylls concentrate (APC) from alfalfa (*Medicago sativa*) on growth parameters and redox profile in muscles of carp *Cyprinus carpio* (L.). *Turkish J. Fish. Aquatic Sci.*, 14, 3: 697–703.
- Refstie S., Tiekstra H.A.J. (2003). Potato protein concentrate with low content of solanidine glycoalkaloids in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 216: 283–298.
- Sardi L., Paganelli R., Parisini P., Simoli M., Maretli G. (2005). The replacement of fishmeal by plant proteins in piglet production. *Ital. J. Anim. Sci.*, 4, Suppl. 2: 449–451.
- Sauvant D., Perez J. M., Tran G. (eds) (2002). Tables of composition and nutritional value of feed materials. INRA.
- Shi Ch., Hu J., Yu J., Yu B., Huang Z., Mao X., Zheng P., Chen D. (2015). Solid state fermentation of rapeseed cake with *Aspergillus niger* for degrading glucosinolates and upgrading nutritional value. *J. Anim. Sci. Biotechnol.*, 6: 13–20.
- Shields R.J., Lupatsch I. (2012). Algae for aquaculture and animal feeds. *J. Anim. Sci.*, 21: 23–37.
- Singh S., Kate B.N., Banerjee U.C. (2005). Bioactive compounds from cyanobacteria and microalgae: an overview. *Crit. Rev. Biotechnol.*, 25: 73–95.
- Spielmann J., Kluge H., Stangl G.I., Eder K. (2009). Hypo-lipidaemic effects of potato protein and fish protein in pigs. *J. Anim. Physiol. Nutr.*, 93: 400–409.
- Stamey J.A., Shepherd D.M., de Veth M.J., Corl B.A. (2012). Use of algae or algal oil rich in *n-3* fatty acids as a feed supplement for dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 95: 5269–5275.
- Tartari E., Benatti G., Destefanis G., Bosticco A., Zoccarato I., Brugiapaglia A. (1992). Lucerne leaf protein concentrate for growing/finishing pigs. *Rivista Suinic.*, 33, 1: 31–34.
- Toyomizu M., Sato K., Taroda H., Kato T., Akiba Y. (2001). Effects of dietary spirulina on meat colour in muscle of broiler chickens. *Br. Poultry Sci.*, 42: 197–202.
- Tusche K., Nagel F., Arning S., Wuertz S., Susenbeth A., Schulz C. (2013). Effect of different dietary levels of potato protein concentrate supplemented with feed attractants on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 183, 3–4: 202–209.
- Tuśnio A., Pastuszewska B., Święch E., Taciak M. (2011). Response of young pigs to feeding potato protein and potato fibre – nutritional, physiological and biochemical parameters. *J. Anim. Feed Sci.*, 20: 361–378.
- Tuśnio A., Taciak M., Trawczyński C., Barszcz M., Skomial J., Pastuszewska B. (2013). Potato sprouts as a potential source of solanidine glycoalkaloids for nutritional studies. *J. Anim. Feed Sci.*, 22: 371–373.
- Ueda H., Ohshima M. (1989). Nutritive value of alfalfa leaf protein concentrate prepared from low saponin variety in chicks and pigs. *Japan. J. Zoot. Sci.*, 60, 6: 561–566.
- Venkataraman L.V., Somasekaran T., Becker E.W. (1994). Replacement value of blue-green alga (*Spirulina platensis*) for fish meal and a vitamin-mineral premix for broiler chicks. *Br. Poultry Sci.*, 3: 373–381.
- Xu F.Z., Li L.M., Xu J.P., Qian K., Zhang Z.D., Liang Z.Y. (2011). Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serum parameters in ducks. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 24: 678–684.
- Xu F.Z., Zeng X.G., Ding X.L. (2012). Effects of replacing soybean meal with fermented rapeseed meal on performance, serum biochemical variables and intestinal morphology of broilers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 25, 12: 1734–1741.

VEGETABLE PROTEIN CONCENTRATES IN ANIMAL NUTRITION

Summary

In the process of animal nutrition optimization, particularly when the amino acid needs are balanced, crystalline amino acids and vegetable protein concentrates are used very often. For this purpose, the by-products of the food industry (brewer's yeast, guar flour, potato juice concentrate) and protein concentrates derived from alfalfa as well as some other protein components exposed to fermentation process like rapeseed meal are used. An interesting source of protein for humans and animals is spirulina, derived as a protein concentrate from sea algae. This paper describes the chemical composition, nutritional value and usefulness as well as the recommendations in feeding livestock and fish of the following concentrates: APC from alfalfa, PPC from potato, and algae spirulina (S). The feeds contain large amounts of protein in the range of 50–80% with an interesting amino acid profile, providing a variety of minerals, vitamins and fatty acids. The use of such protein concentrates in nutrition depends on the nutritive value of feed and economic efficiency in animal husbandry.