

Produkty przetwarzania serwatki i ich zastosowanie w paszy dla kurcząt brojlerów – aspekt żywieniowy i fizjologiczny

Witold Szczurek

*Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy,
Dział Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa, 32-083 Balice k. Krakowa*

Dzięki upowszechnieniu technik separacji membranowej z płynnej serwatki odzyskuje się obecnie szereg cennych składników, w tym białko, laktozę i związki mineralne.

Polscy producenci oferują kilka typów odwodnionej serwatki w proszku o wysokiej zawartości laktozy i niskiej zawartości białka oraz koncentraty białek serwatkowych (WPC) o zawartości białka dochodzącej do 80%.



Suszona serwatka – *Dried whey* (fot. W. Szczurek)

W żywieniu zwierząt gospodarskich wysokobiałkowe produkty przetwarzania serwatki znajdują zastosowanie głównie w przypadku cieląt oraz prosiąt. Ostatnio wzrasta zainteresowanie prebiotycznym działaniem laktozy, która jest podstawowym składnikiem suchej masy proszku serwatkowego. Mikroflora przewodu pokarmowego ptaków metabolizuje ten węglowodan z wytworzeniem specyficznych kwasów organicznych. Korzystne działanie tych związków na skład mikroorganizmów zasiedlających jelita oraz stymulowanie rozwoju komórek nabłonka jelit może przyczynić się do poprawy strawności i wykorzystania przez drób składników odżywczych paszy. Z drugiej strony, zbyt intensywne procesy fermentacji laktozy mogą powodować zaburzenia czynności przewodu pokarmowego objawiające się biegunkami i pogorszeniem wyników odchowu. Do nierozwiązanych zagadnień należy między innymi ustalenie zakresu tolerancji kurcząt w różnym wieku na poziom tego węglowodanu w diecie.

Białko produktów serwatkowych jest doskonałym źródłem aminokwasów niezbędnych dla młodych ptaków, lecz wysoka cena jest główną przeszkodą dla szerszego wykorzystania WPC w żywieniu drobiu. Niektóre badania pozwalają zakładać, że niewielki dodatek białka serwatkowego może pobudzać rozwój kosmków jelitowych, a w konsekwencji poprawiać trawienie i wchłanianie przez ptaki składników odżywczych paszy. Wyniki eksperymentów modelowych sugerują także, że wprowadzenie do paszy dla kurcząt określonej ilości tego białka może korzystnie wpływać na przebieg procesów utleniania komórkowego, chroniąc organizm przed stresem oksydacyjnym.

Produkcja płynnej serwatki w Polsce i technologia jej przetwarzania

Systematyczny wzrost produkcji serów, wynoszący od kilku do kilkunastu procent rocznie, przyczynia się do wytwarzania przez krajowy przemysł mleczarski olbrzymich ilości płynnej serwatki. Wykorzystując dane o produkcji serów w 2001 roku, Pluta i in. (2002) oszacowali łączną ilość powstałej przy tym serwatki na ponad 2 mld litrów. Na podstawie podobnych obliczeń można przyjąć, że w 2006 roku, przy zwiększonej produkcji serów dojrzewających i twarogowych, odpowiednio do 265 i 302,4 tys. t (Rynek mleka,

2007), objętość serwatki otrzymanej w Polsce wzrosła do około 3,35 mld litrów.

Serwatka jest złożoną mieszaniną wielu wartościowych składników: białek, laktozy, związków wapnia i fosforu, kwasów organicznych i witamin. Według Bednarskiego (2001), do serwatki przechodzi 50–60% suchej masy mleka przerabianego na sery, w tym ponad 96% laktozy. Szczególnie istotnym zjawiskiem jest wysoki stopień migracji białek serwatkowych (albumin i globulin), wynoszący około 95%. W zależności od metody wytrącania białek z mleka oraz technologii produkcji zakłady mleczarskie wytwarzają dwa typy serwatki, które określa się jako: podpuszczkową (zwaną także słodką), otrzymywaną przy produkcji serów dojrzewających i kwasową – z produkcji twarogów. Serwatki te różnią się składem chemicznym i właściwościami fizykochemicznymi. Serwatka kwasowa (pH 3,8–4,6) charakteryzuje się wyższym udziałem kwasu mlekowego (do 0,7%) i popiołu surowego niż podpuszczkowa (pH 5,2–6,7) oraz niższą zawartością białek (Bednarski, 1997).

Według różnych ocen, z całkowitej ilości serwatki otrzymywanej w Polsce około 70% przypada na podpuszczkową. Obecnie nie ma problemów technicznych i technologicznych w przerobieniu serwatki tego typu, co pozwala na odzyskanie z niej najważniejszych składników – przede wszystkim białek serwatkowych, które w czasie przerobu płynnego surowca nie podlegają denaturacji. Jednocześnie, niski odczyn i wysoka zawartość soli ograniczają możliwość przetwarzania serwatki kwasowej, obniżając wydajność stosowanych metod (Gibowski, 2004; Jędrzejewska-Cicińska i Kozak, 2007).

Opracowanie i wdrożenie technik filtracji membranowej pozwala na oddzielanie od części płynnej oraz frakcjonowanie stałych składników serwatki w zależności od wielkości cząstek (tab. 1, rys. 1). Składniki mniejsze od porów w membranie przechodzą przez nie w postaci przesączu (permeatu). Pozostałe komponenty są zatrzymywane w tzw. koncentracie (retentat). Zależnie od gęstości membrany procesy te nazywane są odwróconą osmozą (RO), nanofiltracją (NF), ultrafiltracją (UF) lub mikrofiltracją (MF). Membrana RO zatrzymuje wszystkie rozpuszczone składniki serwatki. Membrany NF zatrzymują wszystkie substancje

rozpuszczone w serwatce poza jednowartościowymi jonami. W procesach UF następuje frakcjonowanie tłuszczu i białek serwatkowych z azotu niebiałkowego, laktozy i minerałów

o niższej masie cząsteczkowej. W procesie MF zatrzymywane są stałe cząstki serwatki, w tym tłuszcz, wielkocząsteczkowe białka i składniki mineralne oraz laktoza.

Tabela 1. Rodzaje filtracji membranowej stosowane w przetwórstwie serwatki ¹
 Table 1. Type of membrane filtration applied in whey processing ¹

Rodzaj Type	Rozmiary porów membrany (Å ²) Size of membrane pores (Å ²)	Zakres filtracji Filtration range	Główne zastosowanie Main application
Mikrofiltracja (MF) <i>Microfiltration (MF)</i>	10 ³ - 10 ⁴	cząstki stałe <i>solid particles</i>	oddzielanie fazy stałej od płynnej <i>solid/liquid separation</i>
Ultrafiltracja (UF) <i>Ultrafiltration (UF)</i>	30 - 100	molekuły <i>molecules</i>	frakcjonowanie <i>fractionation</i>
Nanofiltracja (NF) <i>Nanofiltration (NF)</i>	10 - 100	jony dwuwartościowe <i>divalent ions</i>	oczyszczanie <i>purification</i>
Odwrócona osmoza (RO) <i>Reverse osmosis (RO)</i>	jonowe <i>ionic</i>	jony <i>ions</i>	zagęszczanie <i>concentration</i>

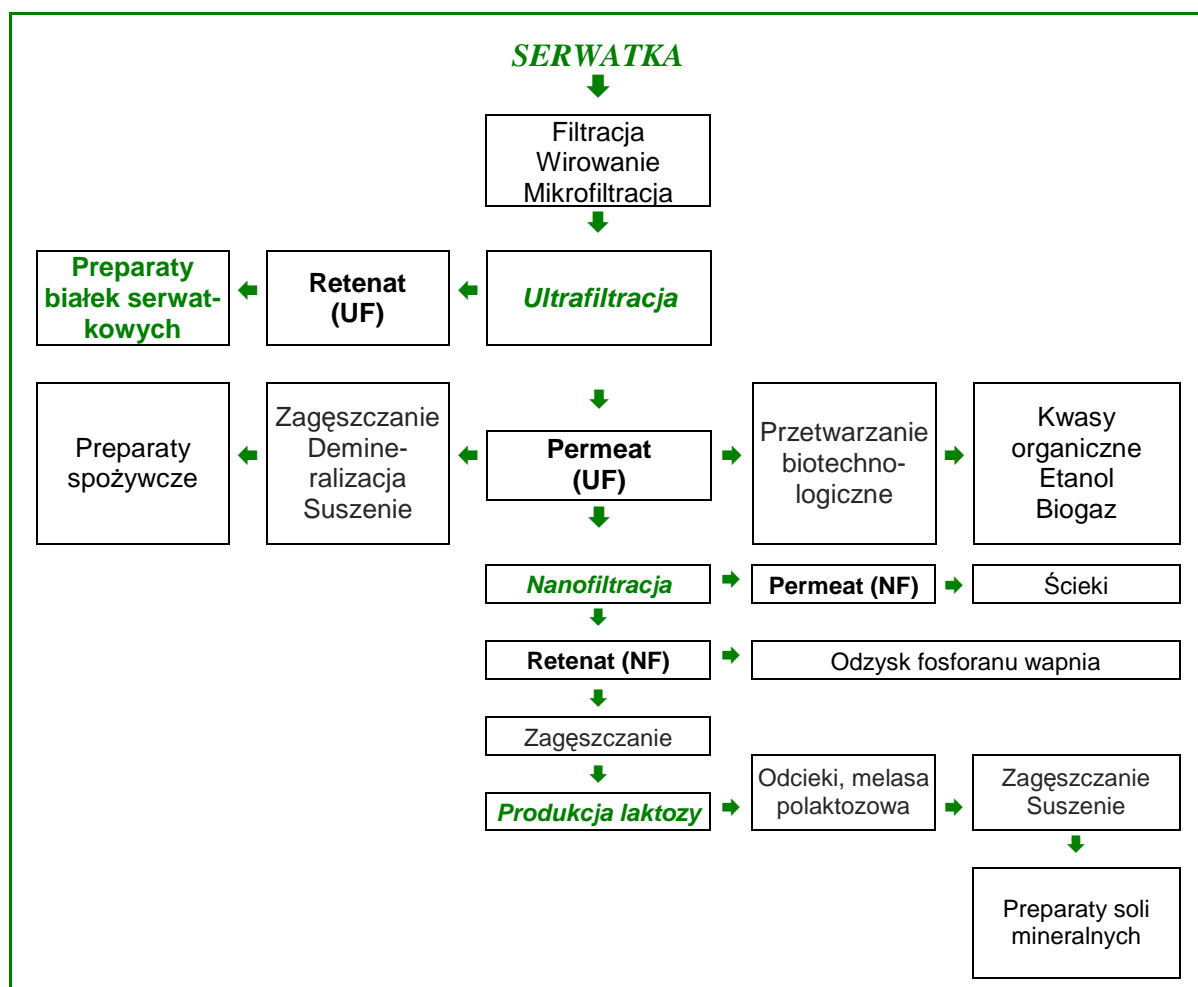
¹ Dubbin, 2005 (<http://www.geafiltration.com/library>); ² 1 Å (Angstrom) = 10⁻¹⁰ m = 0,1 nm.

W procesie RO płynna serwatka jest zazwyczaj pozbawiana części wody (2-, 3-krotne zagęszczenie) dla ułatwienia jej transportu w celu dalszego przerobu. Z serwatki zagęszczonej bezpośrednio metodą RO lub NF po wysuszeniu sposobem rozpyłowym uzyskuje się

proszek serwatkowy. Metoda UF pozwala na zateżnienie białek serwatkowych i uzyskanie produktów o różnej ich zawartości oraz zróżnicowanym udziale pozostałych składników. Ważnym kierunkiem wykorzystania permeatu po ultrafiltracji jest produkcja laktozy.



fot. W. Szczurek



Rys. 1. Uproszczony schemat blokowy wybranych procesów przetwarzania serwatki z użyciem technik membranowych (Bednarski, 2001)

Fig. 1. Simple block diagram of whey processing using membrane filtration technologies (Bednarski, 2001)

Produkty przetwarzania serwatki – skład, właściwości, zastosowanie

Krajowi producenci oferują obecnie dwa podstawowe rodzaje odwodnionej (minimum 95% suchej masy) serwatki typu słodkiego, zawierającej 10–14% białka ogólnego i 65–75% laktozy: serwatkę w proszku i serwatkę w proszku częściowo zdemineralizowaną. Produkty te charakteryzują się niską zawartością tłuszczu (około 1%) i zróżnicowanym udziałem składników mineralnych: 9,5 lub 5%.

Polskie przedsiębiorstwa wytwarzają także koncentraty białek serwatkowych (WPC) o deklarowanej minimalnej zawartości białka: 33,8% (WPC 34), 58% (WPC 60), 63% (WPC 65) lub 80% (WPC 80). Zawierają one odpowiednio od 50 do 6% laktozy, 12-8% tłuszczu

i 7-3% popiołu surowego. Krajowe firmy przetwarzające serwatkę podpuszczkową na laktozę spożywcza, stosowaną w przemyśle piekarniczym, cukierniczym, mleczarskim i mięsny, dostarczają produkt o zawartości czystej substancji przekraczającej 98%.

Głównymi składnikami białka zawartego w proszku serwatkowym i WPC (80–90% całej frakcji) są: β -laktoglobulina, α -laktoalbumina i immunoglobuliny (tab. 2). Należą do nich także: albumina osocza krwi bydłowej (BSA), metaloproteiny laktoferyna i laktotransferyna – białka wiążące żelazo oraz proteozy i peptony – występujące jako mieszanina fosfoglikoprotein o bardzo małej masie cząsteczkowej oraz produktów enzymatycznej degradacji białek mleka (Sikorski, 2000).

Tabela 2. Zawartość białek serwatkowych w mleku oraz płynnej serwatce (Gibowski, 2004)
 Table 2. The content of whey proteins in milk and liquid whey (Gibowski, 2004)

Rodzaj białka - Protein component	Mleko - Milk (g/l)	% ¹	Serwatka - Whey (g/l)	% ²
β -laktoglobulina - β -lactoglobulin	3,10	7,0–12,0	2,0–4,0	50–55
α -laktoalbumina - α -lactoalbumin	1,14	2,0–5,0	1,0–1,7	20–25
Immunoglobuliny - Immunoglobulins	0,62	1,3–2,7	0,6–1,0	10–15
Albumina surowicy bydłowej - Bovine serum albumin (BSA)	0,41	0,7–1,3	0,1–0,4	5–10
Pozostałe białka - Other proteins	1,03	2,0–6,0	0,6–1,8	5–20

¹ całości białek mleka – of total milk protein;

² całości białek serwatki – of total whey protein.

Białko serwatkowe stanowi bogate źródło aminokwasów niezbędnych zarówno dla człowieka jak i zwierząt monogastrycznych. Z zestawień tabelarycznych wynika, że zawiera

ono lizynę, treoninę, tryptofan, izoleucynę i leucynę w ilościach zdecydowanie wyższych od stwierdzanych w białku soi czy pszenicy (tab. 3).

Tabela 3. Porównanie składu aminokwasowego (g/100 g białka) koncentratów białka serwatki, soi i pszenicy (Tomkins i in., 1994)

Table 3. Comparison of amino acid composition (g amino acid/100 g CP) of whey, soy and wheat protein concentrates (Tomkins et al., 1994)

Rodzaj białka Protein type	Met + Cys	Lys	Thr	Trp	Arg	Ile	Leu	Val
Białko serwatki Whey protein	4,4	9,1	7,3	2,2	2,5	6,0	10,5	5,8
Białko sojowe Soy protein	2,8	6,3	4,1	1,3	6,1	4,8	7,9	5,2
Białko pszenicy Wheat protein	4,3	1,6	2,6	1,0	4,0	4,4	7,8	4,4

Z tego powodu oraz z uwagi na stosunkowo wysoką zawartość łatwo przyswajalnego wapnia i fosforu oraz witamin B₂, B₅ i B₁₂ białkowe produkty przetwarzania serwatki od dawna znajdują zastosowanie w żywieniu cieląt jako składnik preparatów mlekozastępczych (Davis i Drackley, 1998) oraz prosiąt we wczesnym okresie po odsadzeniu (Tywończuk i Lipiński, 2001).

O wysokich walorach odżywczych białek wyizolowanych z serwatki świadczą wyniki testów żywieniowych prowadzonych na

zwierzętach laboratoryjnych (głównie szczurach), w których bada się wskaźniki wartości biologicznej (ang. BV) oraz wydajności wzrostowej (ang. PER) białek pochodzących z różnych produktów żywnościowych (tab. 4).

Wartość BV białek serwatkowych, określająca ilość białka wykorzystanego do celów anabolicznych (zatrzymanego w organizmie) w stosunku do białka spożytego (pobranego z diety, strawionego i wchłoniętego) przewyższa referencyjną wartość tego wskaźnika przyjętą za 100 dla białek jaja kurzego.

Również wielkość PER, wyrażająca stosunek przyrostu masy ciała badanego osobnika do ilości białka pobranego w czasie do-

świadczenia, wskazuje na bardzo dobre wykorzystanie białek serwatki w procesach wzrostu (>3 g/g).

Tabela 4. Wielkość wskaźników wartości biologicznej (BV) oraz wydajności wzrostowej (PER) dla niektórych rodzajów białka (Hoffman i Falvo, 2004)

Table 4. The biological value (BV) and the protein efficiency ratio (PER) for some protein types (Hoffman and Falvo, 2004)

Rodzaj białka - Protein type	BV ¹	PER ²
Białka jaja kurzego - Whole egg protein	100	3,8
Białko sojowe - Soy protein	74	2,2
Gluten pszeniczny - Wheat gluten	64	0,8
Białko mleka krowiego - Cow milk protein	91	2,5
Kazeina - Casein	77	2,5
Białko mięsa wołowego - Beef protein	80	2,9
Białko serwatkowe - Whey protein	104	3,2

¹ w stosunku do wartości białek jaja kurzego przyjętej za 100 – in relation to the whole egg protein value as a value of 100;

² g przyrostu masy ciała na g białka spożytego - weight gain in grams per gram of protein consumed.

Z uwagi na wysoką wartość odżywczą białka i jego cenne właściwości funkcjonalne podstawowym odbiorcą omawianych produktów jest przemysł spożywczy, w tym wytwórcy specjalnej żywności dietetycznej i odżywek wysokobiałkowych. Białka serwatkowe wpływają m.in. na lepkość, zdolność utrzymywania wody i tworzenia piany, posiadają właściwości emulgacyjne i żelotwórcze. Stąd też, serwatka w proszku oraz WPC znajdują szerokie zastosowanie jako dodatek do niektórych przetworów mlecznych i garmazeryjnych, w produkcji wyrobów piekarniczych, cukierniczych i mięsnych (Gibowski, 2004). W przypadku produktów mięsnych oraz wyrobów zawierających duże ilości tłuszczów roślinnych w formie emulsji typu O/W (olej w wodzie) białka serwatkowe mogą spełniać rolę naturalnych przeciwutleniaczy. Wynika to z obecności w tych białkach czynnych grup tiolowych (pochodzących z cysteiny), które redukują nadtlówki (Browdy i Harris, 1997; O'Sullivan i in., 2004).

Płynna serwatka jako pasza

Jeszcze na początku obecnego dziesięciolecia około 90% otrzymywanej w kraju serwatki kwasowej i 40% serwatki podpuszczkowej w postaci naturalnej było wykorzystywane

w żywieniu zwierząt gospodarskich, głównie trzody chlewnej (Pluta i in., 2002). Przeznaczenie znacznej ilości nieprzetworzonej serwatki na paszę dla tych zwierząt będzie miało jednak prawdopodobnie coraz mniejsze znaczenie. Podejrzewa się również, że długotrwałe podawanie dużej ilości płynnej serwatki w okresie letnim może stanowić jedną z przyczyn wywołujących krwotoczny zespół jelitowy (HBS) u świń o wysokiej wydajności produkcyjnej (Pejsak, 2007).

W literaturze istnieją przykłady badań nad zastosowaniem świeżej serwatki podpuszczkowej wprowadzanej do paszy lub wody pitnej dla kurcząt rzeźnych odchowywanych do 7-10 tygodnia życia. W doświadczeniach Shariatmadari i Forbesa (2005) stwierdzono, że świeżą serwatkę można stosować w paszy dla starszych kurcząt (4-6 tydzień życia) po uprzednim jej rozcieńczeniu w stosunku 1:1. Wyniki uzyskane przez Kaneko i współautorów (2004) sugerują możliwość poprawy wyników odchowu u kurcząt posiadających stały dostęp do wody zawierającej 25% płynnej serwatki. W warunkach drobiarskich ferm towarowych o dużej skali produkcji stosowanie pasz mokrych, w tym zawierających płynną serwatkę, związane jest jednak z koniecznością instalowania specjalnych urządzeń podających.

Produkty przetwarzania serwatki w żywieniu drobiu

W żywieniu drobiu, fizjologiczne oraz ekonomiczne uzasadnienie może mieć stosowanie tych produktów jedynie w formie dodatków paszowych, pod warunkiem uzyskania odpowiednio zwiększonych efektów produkcyjnych. Zagadnieniu temu poświęcono stosunkowo nie-

wiele prac badawczych. Przedstawione ostatnio wyniki doświadczeń przeprowadzonych na kurczętach wskazują na korzystny wpływ wprowadzenia do paszy sproszkowanej serwatki stosowanej łącznie z preparatem zawierającym bakterie *Enterococcus faecium* lub z preparatem bakteriowym (*E. faecium*) i zakwaszaczem na wyniki odchowu do 21. lub 35. dnia życia (tab. 5).

Tabela 5. Wpływ suszonej serwatki (70–80% laktozy) stosowanej jednocześnie z innymi dodatkami paszowymi na wyniki odchowu rosnących kurcząt brojlerów

Table 5. The effect of dried whey (70–80% lactose) when applied simultaneously with other feed additives on performance of growing broiler chickens

Dni żywienia Days of feeding	Badany dodatek Additive tested	Względne wskaźniki odchowu Relative performance		Źródło danych Data source
		WG ¹ (%)	FC ² (%)	
1-21	bez dodatku - without additive	100,0	100,0	Samil i in. (2007)
	serwatka (3,5%) + probiotyk <i>E. faecium</i> Whey (3.5%) + <i>E. faecium</i> probiotic	109,6	91,6	Samil et al. (2007)
1-35	bez dodatku – without additive	100,0	100,0	Rutkowski i in. (2005 a)
	srwatka (1,5%) + zakwaszacz (Salacid balance) + probiotyk <i>E. faecium</i> whey (1.5%) + acidifier (Salacid balance) + <i>E. faecium</i> probiotic	105,8	95,0	Rutkowski et al. (2005 a)

¹przyrost masy ciała – body weight gain; ²zużycie paszy (kg/kg) – feed conversion (kg/kg).

Produkty serwatkowe jako źródło laktozy

Od połowy lat 90. postępuje proces wycofywania z użycia substancji antybiotykowych (ASP) stosowanych w żywieniu drobiu jako dodatki stymulujące wzrost i produktywność tych zwierząt. Jednocześnie rośnie zainteresowanie, a wraz z tym ilość prac badawczych i wdrożeń nowych nad dodatkami paszowymi o działaniu alternatywnym względem ASP (Koreleski i Świątkiewicz, 2006). Do dodatków tych zaliczane są m.in. niestrawne substancje z grupy oligo- i polisacharydów określane mianem prebiotyków. Działanie prebiotyków w przewodzie pokarmowym związane jest głównie z regulacją pH, a oprócz to z korzystnym wpływem na skład jelitowej flory bakteryjnej.

W odróżnieniu do ssaków ptaki nie trawią laktozy. Badania, w tym eksperymenty z wykorzystaniem techniki izotopowej (Hume

i in., 1992), wykazały, że mikroflora zasiedlająca przewód pokarmowy kurcząt, zwłaszcza jelita ślepe, metabolizuje laktozę z wytworzeniem kwasu mlekowego i krótkołańcuchowych, niedysocjowanych kwasów tłuszczowych – LKT (tab. 6).

Zakwaszające i bakteriostatyczne (względem niekorzystnych mikroorganizmów) działanie kwasu mlekowego i LKT, a także stymulujący wpływ LKT na rozwój komórek nabłonka jelit nieprzeżuwaczy (Sakata i Inagaki, 2001) mogą w efekcie przyczyniać się do poprawy strawności i wykorzystania przez ptaki składników odżywczych paszy.

W niektórych badaniach wykazano, że wprowadzenie do diety czystej laktozy, oprócz obniżenia pH treści jelitowej, może w znacznym stopniu hamować rozwój bakterii z rodzaju *Salmonella* (*S. enteritidis*, *S. typhimurium*) w prze-

wodzie pokarmowym oraz redukować ich zasiedlenie w narządach wewnętrznych młodych kurcząt (Hinton i in., 1991; Tellez i in., 1993).

Do nierozwiązanych zagadnień wynikających ze stosowania dodatków laktozy w żywieniu kurcząt należy między innymi ustalenie zakresu tolerancji ptaków w różnym wieku na poziom tego węglowodanu w diecie. Zbyt intensywne procesy fermentacji zachodzące w jelitach ślepych młodych osobników otrzymujących laktozę w wysokich dawkach mogą powodować zaburzenia czynności przewodu pokarmowego objawiające się rozwołnieniem odchodów, bie-

gunkami i pogorszeniem wyników odchowu (Douglas i in., 2003). Dotychczasowe wyniki badań w tym zakresie wskazują na znaczne zróżnicowanie „bezpiecznego” poziomu czystej laktozy w paszy (0,02, 2,5 lub 4%), przynoszącego poprawę wskaźników wzrostu kurcząt w okresie pierwszych 2–3 tygodni życia (Douglas i in., 2003; Rutkowski i in., 2005 b; Waldroup i in., 1992). Badania te wykazały także, że zarówno wysoki (5%), jak i bardzo niski (0,02%) udział laktozy w mieszance paszowej może istotnie obniżyć końcowe wyniki odchowu ptaków (tab. 7).

Tabela 6. Wpływ dodatku laktozy do paszy na zawartość kwasu mlekowego (KM), sumy lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) oraz pH treści jelit ślepych u kurcząt
Table 6. Effect of dietary lactose on the concentration of lactic acid (LA), total volatile fatty acids (VFA) in the caeca of chickens and caecal pH

Dni żywienia <i>Days of feeding</i>	Zawartość laktozy w paszy (%) <i>Lactose level in the diet (%)</i>	KM LA	LKT ¹ VFA ¹	pH	Źródło danych <i>Data source</i>
		μM/g			
1-10	0	2,2	72,4	5,7	Hinton i in. (1991)
	2,5	13,8	80,1	4,9	Hinton et al. (1991)
1-19	0	17,0	41,0	6,3	Tellez i in. (1993)
	10	38,0	97,0	5,4	Tellez et al. (1993)

¹zawartość sumy kwasów (octowego, propionowego i masłowego) – *total concentration of acetic, propionic and butyric acid.*

Tabela 7. Wpływ czystej laktozy podawanej z paszą na wyniki odchowu kurcząt brojlerów oraz stan odchodów lub ściółki
Table 7. The effect of purified lactose included in the diet on performance of growing broiler chickens and excreta or litter condition

Dni żywienia <i>Days of feeding</i>	Zawartość laktozy w paszy (%) <i>Lactose level in the diet (%)</i>	Względne wskaźniki odchowu <i>Relative performance</i>		Ocena stanu odchodów/ściółki <i>Evaluation of the excreta/litter</i>	Źródło danych <i>Data source</i>
		WG ¹ (%)	FC ² (%)		
1-21 ³	0	100,0	100,0		
	2,5	101,0	98,7		Waldroup i in. (1992)
	5	98,5	97,4		Waldroup et al.

Produkty serwatkowe w żywieniu drobiu

	7,5	95,0	96,1		(1992)
	0	100,0	100,0	11,25 ⁴	
1-49 ³	2,5	102,0	97,1	11,50 ⁴	
	5	97,6	97,1	33,75 ⁴	
	7,5	91,7	96,6	50,00 ⁴	
	0	100,0	100,0	1,7 ⁵	Douglas i in. (2003)
1-21	2	103,3	99,2	2,0 ⁵	Douglas et al. (2003)
	4	102,9	101,5	2,2 ⁵	
	6	98,2	105,3	2,5 ⁵	
1-14	0	100,0	100,0		Rutkowski i in. (2005 b)
	0,02	106,8	96,4		Rutkowski et al. (2005 b)
1-42	0	100,0	100,0		
	0,02	95,7	102,1		

¹przyrost masy ciała – *body weight gain*; ²zużycie paszy (kg/kg) – *feed conversion (kg/kg)*;

³kogutki – *males*; ⁴procent powierzchni podłogi boksu pokrytej odchodami w dniu zakończenia odchowu – *percentage of the surface area of the pen that was caked over at the end of rearing*; ⁵wizualna ocena według skali od 1 do 5, gdzie:

1 - odchody suche, zwarte, 5 - bardzo mokre, luźne (biegunka) – *visual evaluation of fecal material using a score of 1 to 5 in which 1 was dry and formed and 5 was very watery and loose (diarrhoea)*.

Produkty serwatkowe jako źródło białka

Białkowe produkty serwatkowe są idealnym źródłem aminokwasów dla młodego drobiu (tab. 3). Według danych krajowych z końca sierpnia 2008, obliczona cena netto białka zawartego w sproszkowanej serwatce i koncentratkach WPC kształtowała się na poziomie od 11 do 33 zł za 1 kg (Rynek mleka, 2008; www.ostrowia.pl). W analogicznym okresie cena netto 1 kg białka pochodzącego ze śruty sojowej (46% BO) wynosiła około 2,40 zł. W praktyce ogranicza to, a wręcz wyklucza możliwość użycia preparatów serwatkowych jako zasadniczego źródła białka (aminokwasów) w paszach stosowanych w masowym odchowie drobiu.

Istnieją jednak przesłanki świadczące o tym, że nawet niewielki udział białek serwatkowych w paszy może stymulować rozwój kosmków jelitowych oraz poprawiać wskaźniki hematologiczne krwi kurcząt (Gulsen i in., 2002; Samil i in., 2007), a w konsekwencji polepszać trawienie i wchłanianie składników pokarmowych, zdrowotność i produktywność ptaków. W badaniach wykazano również, że β -

laktoglobulina wchodząca w skład tych białek stanowi źródło dipeptydu γ -glutamylcysteiny, który jest prekursorem glutationu – niskocząsteczkowego związku tiolowego o silnych właściwościach przeciwutleniających (Anderson i Meister, 1983).

Zredukowany glutation (GSH) usuwa wolne rodniki i tym samym chroni błony komórkowe, DNA i białka organizmu przed stresem oksydacyjnym, a także przed ksenobiotykami (Lorenc-Koci, 2003).

Znaczący spadek stężenia w wątrobie i erytrocytach substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBA-RS), świadczący o zmniejszeniu aktywności wolnych rodników, uzyskano w badaniach modelowych na szczurach laboratoryjnych otrzymujących dietę z 10% udziałem izolatu białek serwatkowych (92% białka, 3% substancji mineralnych, 0,5% laktozy i tłuszczu). Spadek ten był skorelowany ze wzrostem wątrobowego poziomu GSH. Obserwowano przy tym zahamowanie procesów hemolizy erytrocytów we krwi tych zwierząt (tab. 8).

Tabela 8. Wpływ izolatu białek serwatkowych (WP) w diecie szczurów laboratoryjnych na poziom GSH w wątrobie, substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBA-RS) w wątrobie i erytrocytach (RBC) oraz hamowanie hemolizy erytrocytów (Zommara i in., 1997)

Table 8. Effect of dietary whey protein isolate (WP) on the content of GSH in the liver, thiobarbituric acid reactive substances (TBA-RS) in the liver and red blood cells (RBC) and inhibition of RBC hemolysis in rats (Zommara et al., 1997)

Dieta Diet	GSH ¹	TBA-RS		Hamowanie hemolizy RBC Inhibition of RBC hemolysis (%)
		wątroba – liver	RBC	
		µM/kg		
Podstawowa Basal	879	24,1	6,40	89,8
WP ²	993*	18,9*	4,91	95,8*

¹glutation, forma zredukowana – *glutathione, reduced form*;

²10% w diecie podstawowej – *10% in basal diet*;

*różnice potwierdzone statystycznie – *significant differences*.

Stwierdzenie podobnego działania białka pochodzącego z serwatki u kurcząt brojlerów jest jednym z elementów poznawczych badań prowadzonych aktualnie w Instytucie Zootechniki-PIB i może mieć istotne implikacje praktyczne. Stosowanie dodatku WPC do paszy może wzmacniać naturalną odporność organizmu i zapobiegać ujemnym skutkom zwiększonej syntezy wolnych rodników u ptaków poddanych działaniu niekorzystnych warunków środowiskowych. Można również przypuszczać, że antyoksydacyjne działanie białek serwatkowych będzie wspomagać lub zastępować podobne funkcje innych egzogennych substancji, np. witamin. Warto przy tym odnotować, że produkty przetwarzania serwatki należą do grupy środków

żywienia zwierząt dopuszczonych do stosowania w rolnictwie ekologicznym.

Stymulujący wpływ białek serwatkowych i laktozy na rozwój histomorfologiczny jelit kurcząt we wczesnej fazie wzrostu może przynieść w późniejszym okresie żywienia ptaków (po zaprzestaniu podawania tych białek) poprawę wykorzystania składników pokarmowych paszy. Potwierdzenie tej hipotezy w oparciu o wyniki prowadzonych doświadczeń wzrostowych i testów strawnościowych pozwoli rozważyć korzyści wynikające z krótkookresowego stosowania produktów serwatkowych w paszy dla rosnących kurcząt, z uwzględnieniem efektów produkcyjnych i ekonomicznych.

Literatura

Anderson M.E., Meister A. (1983). Transport and direct utilization of gamma-glutamylcyst(e)ine for glutathione synthesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 80 (3): 707–711.

Bednarski W. (1997). Zagospodarowanie produktów ubocznych. W: S. Ziajka (red.), *Mleczarstwo – zagadnienia wybrane*. ART, Olsztyn, ss. 319–344.

Bednarski W. (2001). Doskonalenie technologii oraz organizacji przetwarzania serwatki w Polsce. *Przem. Spoż.*, 2: 32–34.

Browdy A.A., Harris N.D. (1997). Whey improves oxidative stability of soybean oil. *J. Food Sci.*, 62 (2): 348–50 (376).

Davis C.L., Drackley J.K. (1998). Milk replacers: formulation and use. In: *The development, nutrition and management of the young calf*. Iowa State Press, USA, ss. 207–257.

Douglas M.W., Persia M., Parsons C.M. (2003). Impact of galactose, lactose and Grobionic-B70 on growth performance and energy utilization when fed to broiler chicks. *Poultry Sci.*, 82: 1596–1601.

- Gibowski P. (2004). Zastosowanie białek serwatkowych w przemyśle spożywczym. *Prz. Mlecz.*, 9: 10–13.
- Gulsen N., Coskun B., Umucalilar H.D., Inal F., Boydak M. (2002). Effect of lactose and dried whey supplementation on growth performance and histology of the immune system in broilers. *Arch. Anim. Nutr.*, 56: 131–139.
- Hinton A., Corrier D.E., Zipriz R.L., Spates G.E., Deloach J.R. (1991). Comparison of the efficacy of cultures of cecal anaerobes as inocula to reduce *Salmonella typhimurium* colonization in chicks with or without dietary lactose. *Poultry Sci.*, 70: 67–73.
- Hoffman J.R., Falvo M.J. (2004). Protein – which is best? *J. Sports Sci. Med.*, 3: 118–130.
- Hume M.E., Kubena L.E., Beirer R.C., Hinton A., Corrier D.E., Deloach J.R. (1992). Fermentation of [¹⁴C]lactose in broiler chicks by cecal anaerobes. *Poultry Sci.*, 71: 1464–1470.
- Jędrzejewska-Cicińska M., Kozak K. (2007). Przetwarzanie permeatów powstających podczas filtracji membranowej serwatki do paliw gazowych. *Prz. Mlecz.*, 1: 16–18.
- Kaneko K., Tobisa M., Furuse M., Ohashi T. (2004). Effect of whey on growth and lipid accumulation in broilers. *Jap. Poultry Sci.*, 41 (1): 1–7.
- Koreleski J., Świątkiewicz S. (2006). Zakaz stosowania antybiotyków paszowych – co dalej? *Pasze Przem.*, 2/3: 22–29.
- Lorenc-Koci E. (2003). Neuroprotekcjne właściwości glutationu i ich znaczenie w schorzeniach neurodegeneracyjnych. *Mat. XX Zimowej Szkoły Instytutu Farmakologii PAN, Kraków – Mogilany*, ss. 169–185.
- O’Sullivan C.M., Lynch A.M., Lynch P.B., Buckley D.J., Kerry J.P. (2004). Assessment of the antioxidant potential of food ingredients in fresh, previously frozen and cooked chicken patties. *Int. J. Poultry Sci.*, 3 (5): 337–344.
- Pejsak Z. (2007). Krwotoczny zespół jelitowy – narastający problem w tuczarniach i chlewniach wykorzystujących serwatkę. *Trzoda Chl.*, 3: 104–108.
- Pluta A., Kratochwil A., Domańska E. (2002). Porównanie otrzymywania i zagospodarowania serwatki podpuszczkowej i kwasowej w aspekcie ochrony środowiska. *Prz. Mlecz.*, 10: 448–452.
- Rynek mleka (2007). Rynek mleka – stan i perspektywy. Analizy rynkowe. IERiGŻ, ARR, MRiRW. Warszawa, 33: 9–10.
- Rynek mleka (2008). Notowania z okresu 25–31.08.2008 r. Zintegrowany System Rolniczej Informacji Rynkowej, MRiRW, nr 35.
- Rutkowski A., Kaczmarek S., Józefiak D. (2005 a). Alternatives for flavomycin in broiler chicken nutrition. *Proc. 15th Europ. Symp. Poultry Nutr., Balatonfured, Hungary, 25–29 09.2005*, ss. 253–255.
- Rutkowski A., Kaczmarek S., Józefiak D. (2005 b). The effect of selected prebiotics on performance and ileal microbiota of broiler chickens. *Proc. 15th Europ. Symp. Poultry Nutr., Balatonfured, Hungary, 25–29 09.2005*, ss. 333–335.
- Sakata T., Inagaki M. (2001). Organic acid production in the large intestine: implication for epithelial cell proliferation and cell death. In: A. Piva, K.E. Bach Knudsen, J.E. Lindberg (eds), *The good environment of pigs*. Nottingham University Press. Nottingham, ss. 85–94.
- Samil H.E., Senkoğlu N., Koc F., Kanter M., Ağa A. (2007). Effects of *Enterococcus faecium* and dried whey on broiler performance, gut histomorphology and intestinal microbiota. *Arch. Anim. Nutr.*, 61 (1): 42–49.
- Shariatmadari F., Forbes J.M. (2005). Performance of broiler chickens given whey in the food and/or drinking water. *Brit. Poultry Sci.*, 46 (4): 498–505.
- Sikorski Z.E. (2000). Charakterystyka białek głównych surowców żywnościowych. W: Z.E. Sikorski (red.), *Chemia żywności. Skład, przemiany i właściwości żywności*. WN-T, Warszawa, ss. 336–337.
- Tellez G., Dean C.E., Corrier D.E., Deloach J.R., Jaeger L., Hargis B.M. (1993). Effect of dietary lactose on cecal morphology, pH, organic acids and *Salmonella enteritidis* organ invasion in leghorn chicks. *Poultry Sci.*, 72: 636–642.
- Tomkins T., Sowinski J., Drackley J.K. (1994). New developments in milk replacers for pre-ruminants. *Proc. 55th Minnesota Nutrition Conference, University of Minnesota, St. Paul, USA*, ss. 71–90.
- Tywończuk J., Lipiński K. (2001). Żywnienie prosiąt i warchlaków. W: *Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo. 2. Podstawy szczegółowego żywienia zwierząt*, WN PWN, ss. 245–258.
- Waldroup A.L., Yamaguchi W., Skinner J.T., Wal-

droup P.W. (1991). Effects of dietary lactose on incidence and levels of Salmonellae on carcasses of broiler chickens grown to market age. *Poultry Sci.*, 71: 288–295.

Zommara M., Toubo H., Sakono M., Imaizumi K.

(1997). Prevention of peroxidative stress in rats fed on a low vitamin E-containing diet by supplementing with a fermented bovine milk whey preparation: effect of lactic acid and β -lactoglobulin on the anti-peroxidative action. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 62 (4): 710–717.

DRIED WHEY PRODUCTS AND THEIR USE IN DIETS FOR BROILERS NUTRITIONAL AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS

Summary

The main aim of this paper is to focus on the application of dried whey products as feed additives in broiler chicken nutrition. Based on the literature, the effects of supplementing diets with whey derivatives (whey powder or lactose) on growth performance, intestinal population of pathogenic bacteria, organic acid and morphometric changes in the intestinal tract of chickens are presented. In addition, the paper gives figures for the domestic production of liquid whey, estimated from the production of cheese and curd, and describes briefly whey derivatives produced in Poland as well as the typical applications and parameters of membrane filtration technology used in whey processing.

This monograph summarizes the fractional composition, amino acid profile, nutritional value and properties of whey protein, with emphasis on its antiperoxidative activity. Considering experimental data obtained with rodent models, possible nutritional and health benefits of adding high-protein whey products to the diets for growing chickens are discussed. The beneficial role of dietary lactose in the production of short-chained volatile fatty acids (VFA) and lactic acid by intestinal cultures (prebiotic effect) is also stressed. However, data from different studies have shown that both low and high levels of lactose inclusion in the diet may decrease performance of birds grown to market age and cause incidence of diarrhoea. Thus, there is a need for further comparative studies with broilers to determine the optimum dietary level of lactose or powdered whey with high lactose content.

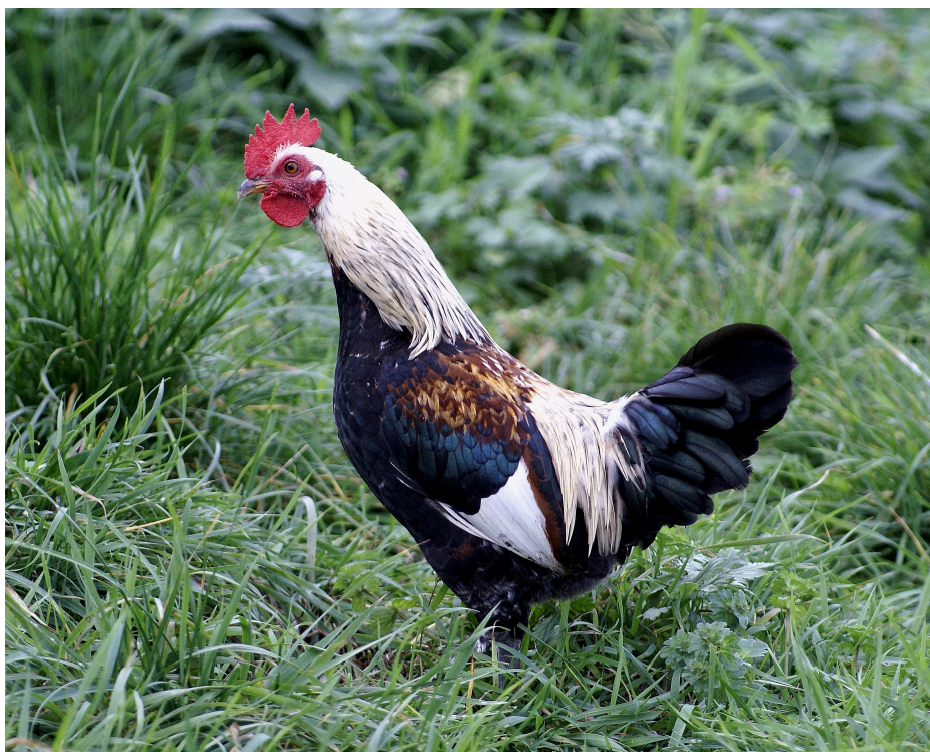


foto. B. Borys