Jan Kumider, Maria Walów*

CHARAKTERYSTYKA FIZYKOCHEMICZNA KONCENTRATÓW BIAŁEK SERWATKOWYCH POZYSKIWANYCH W WARUNKACH PRZEMYSŁOWYCH

W krajowym przemyśle mleczarskim stosowane są od kilku lat dwie różne technologie przetwarzania serwatki. Jedna z nich ukierunkowana jest na pozyskiwanie laktozy, druga zaś ma na celu otrzymywanie etanolu na drodze biochemicznej przemiany laktozy.

W obu przypadkach uzyskuje się podobny półprodukt — koncentrat białek serwatkowych. Koncentraty te przeznaczone są obecnie w całości na cele paszowe. Taki kierunek wykorzystania tych wysokobiałkowych koncentratów wydaje się być nieracjonalny.

Przyczyną takiego stanu jest, między innymi, niedostateczne poznanie właściwości fizykochemicznych koncentratów uzyskiwanych w warunkach przemysłowych.

Wprawdzie najnowsza literatura [1-6] ujmuje bardzo szeroko i dość szczegółowo zagadnienie właściwości fizykochemicznych koncentratów białek serwatkowych, łącznie ze wskazaniem możliwości wykorzystania ich dla celów spożywczych, to jednak dotyczy ona niemal wyłącznie koncentratów białek serwatkowych pozyskiwanych na drodze ultrafiltracji i przeważnie w skali laboratoryjnej. W przypadku natomiast koncentratów białek serwatkowych pozyskiwanych metodą termiczno-kwasowej koagulacji, stosowanej w krajowym przemyśle mleczarskim w skali przemysłowej (podczas pozyskiwania laktozy i otrzymywania etanolu z serwatki), doniesienia literaturowe są fragmentaryczne i niepełne, a nawet kontrowersyjne.

Dlatego celem badań było:

1) dokonanie szczegółowej charakterystyki fizykochemicznej koncentratów białek serwatkowych pozyskiwanych metodą termiczno-kwasowej koagulacji w pełnej skali technicznej;

2) w oparciu o uzyskane wyniki dokonanie próby określenia przydatności tych koncentratów dla celów spożywczych.

Przedstawiony przedmiot badań jest istotny dla praktyki przemysłowej i gospodarki żywnościowej, ponieważ w najbliższych latach będzie czynnych osiem zakładów przetwarzających serwatkę, które będą pozyskiwać około 120 tys. ton koncentratów o zawartości około 12 tys. ton białka.

---

* Instytut Mleczarstwa w Warszawie.

1.Część doświadczalna

1.1. Materiały

1.1.1. Surowy koncentrat białek serwatkowych

– uzyskiwany podczas przetwarzania serwatki kwasowej i mieszanej (kwasowa + podpuszczkowa) dla otrzymywania etanolu na linii technologicznej w Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej w Koninie, w której zastosowano periodyczną metodę termiczno-kwasowej koagulacji, a do oddzielenia koncentratu metodę sedymentacyjno-dekantacyjną.
Materiał oznaczono: KBK – surowy koncentrat białek serwatkowych, KBKM – surowy koncentrat białek serwatkowych z serwatki mieszanej.

1.1.2. Sproszkowany koncentrat białek serwatkowych

– uzyskano przez sproszkowanie surowego metodą rozpyłową.
Materiał oznaczono: KSK – sproszkowany koncentrat białek serwatkowych.

1.1.3. Surowy koncentrat białek serwatkowych

– uzyskiwany podczas przetwarzania serwatki podpuszczkowej lub mieszanej (kwasowej + podpuszczkowej) przy pozyskiwaniu laktozy z serwatki na linii technologicznej w Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej w Turku, na której zastosowano ciągłą metodę termiczno-kwasowej koagulacji, a do oddzielenia wirówkę Centry Whey.
Materiał oznaczono: KBT-surowy koncentrat białek serwatkowych, KBTM – surowy koncentrat białek serwatkowych z serwatki mieszanej.

1.1.4. Sproszkowany koncentrat białek serwatkowych

– uzyskany przez sproszkowanie surowego metodą rozpyłową.
Materiał oznaczono: KST – sproszkowany koncentrat białek serwatkowych.

1.1.5. Surowy koncentrat białek serwatkowych

– uzyskany z serwatki mieszanej (kwasowej + podpuszczkowej) na drodze ultrafiltracji w skali 1/4 technicznej w Stacji Doświadczalnej Instytutu Mleczarstwa we Wrześni.
Materiał oznaczono: KBW – surowy koncentrat białek serwatkowych.

1.1.6. Sproszkowany koncentrat białek serwatkowych

– uzyskano przez sproszkowanie surowego metodą rozpyłową.
Materiał oznaczono: KSW – sproszkowany koncentrat białek serwatkowych.

1.2. Metody

Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkową w/g normy PN-78/A-86030. Do oznaczania zawartości białka stosowano metodę Kjeldahla opisaną w normie PN-75/A-04018. Skład aminokwasowy białek serwatkowych oznaczono przy użyciu analizatora aminokwasów typ AAA-119 firmy Mikrochema. Zawartość popiołu oznaczono w/g metody opisanej w normie PN-

78/A-86030. Zawartość pierwiastków Ca, Na, K, Mg, Pb, Mn, Cu, Zn, Fe oznaczono metodą absorpcji atomowej na spekrtofotometrze absorpcji atomowej firmy Pye Unicam. Zawartość kwasu mlekowego oznaczono metodą miareczkową w/g normy PN-78/A-86030.
Dla koncentratów sproszkowanych określono ponadto następujące właściwości:
1) stopień rozpuszczalności – do tego celu używano metodę opisaną przez W.Chojnowskiego [8].
2) zdolność zatrzymywania wody oznaczono przy użyciu aparatu Baumanna [7].

2. Omówienie wyników

Zestawione w tabelach od 1. do 6. wielkości przedstawiają charakterystykę chemiczną, a jedna z nich (tabela 4.) również właściwości fizyczne surowych i sproszkowanych koncentratów białek serwatkowych.

Tabela 1. Skład chemiczny surowych koncentratów białkowych otrzymanych z różnych rodzajów serwatki.

Rodzaj koncentratu	Symbol koncentratu	Sucha masa g/100 g	Udział % w suchej masie				Woda g/100 g
			białko	laktoza	kwas mlekowy	popiół	
kwasowy	KBK	11,81	44,80	38,90	1,83	3,20	88,09
podpuszczkowy	KBT	6,60	37,80	47,92	0,98	2,58	93,40
mieszany	KBKM	10,50	47,90	37,90	1,83	3,00	89,50
mieszany	KBTM	7,04	37,83	54,83	1,62	2,58	92,96

Tabela 1. ujmuje – między innymi – wielkości suchej masy oznaczone w surowych koncentratach białek serwatkowych. Wielkości te są istotne, bowiem w zależności od ich udziału mogą one być czynnikiem ograniczającym możliwości bezpośredniego (bez suszenia lub zagęszczania) wykorzystania koncentratów. W badanych przypadkach (tabela 1.) zawartość suchej masy zamyka się w przedziale od 6,6% do 11,81%. Uzyskane niskie udziały suchej masy (KBT i KBTM) sięgające nawet 40% dotyczą koncentratów białkowych otrzymanych ciągłą metodą termiczno-kwasowej koagulacji. Szczegółowe doświadczenia wykazały, że wpływa na to konstrukcja i sposób działania wirówki Centry Whey, ponieważ nagromadzony koncentrat białkowy w komorze wirówki jest cyklicznie wyrzucany przy użyciu strumienia wody, w wyniku czego następuje rozrzedzenie koncentratu. Ta czynność nie występuje w przypadku stosowania metody sedymentacyjno-dekantacyjnej oddzielania białka (KBK, KBKM) i dlatego zawartość suchej masy wynosi średnio od 10,50% do 11,80%. Taka zawartość suchej masy pozwala na bezpośrednie wykorzystanie surowych koncentratów białek serwatkowych między innymi jako dodatku do wybranych gatunków pieczywa lub też koncentratów mącznych, a szczególnie makaronów.

Głównymi składnikami suchej masy – jak dowodzą wyniki zebrane w tabelach 1. i 2. – jest białko i laktoza.

Tabela 2. Skład chemiczny sproszkowanych koncentratów białkowych otrzymanych z serwatki mieszanej

Rodzaj koncentratu	Symbol koncentratu	Sucha masa g/100 g	Udział % w suchej masie					Woda g/100 g
			białko	laktoza	kwas mlekowy	popiół	tłuszcz	
mieszany	KSK	91,55	48,63	38,08	1,93	2,45	0,46	8,45
mieszany	KBT	91,31	39,60	46,64	1,71	2,75	0,61	8,64
mieszany	KSW	87,20	27,38	56,17	1,73	5,23	0,30	12,80

Zawartość białka w uzyskanych koncentratach jest różna i wynosi od 27% do 48%. W oparciu o uzyskane wyniki można wnioskować, iż zawartość ta zależy przede wszystkim od sposobu jego wydzielania i oddzielania. Najwyższe zawartości białka w suchej masie uzyskano stosując periodyczną metodę termiczno-kwasowej koagulacji. W tych wszystkich przypadkach udział białka był wyższy od 20% do 30% (poza metodą ultrafiltracji).

Tabela 3. Udział białka niezdenaturowanego i N niebiałkowego w białkach koncentratów surowych i suszonych

Rodzaj koncentratu	Symbol koncentratu	Białko ogółem %	Białko niezdenatorowane w stosunku do białka ogółem %	N niebiałkowy w stosunku do azotu ogółem %
surowy	KBK	7,68	4,10	4,65
surowy	KBT	4,51	12,10	5,30
surowy	KBW	12,80	86,23	2,98
sproszkowany	KSK	48,63	1,23	5,25
sproszkowany	KST	39,60	13,30	5,30
sproszkowany	KSW	27,38	75,24	2,03

Tabela 4. Stopień rozpuszczalności i wodochłonności sproszkowanych koncentratów białek serwatkowych

Symbol koncentratu	Stopień rozpuszczalności %	Wodochłonność g/1g białka
KSK	5,60	58
KST	6,20	55
KSW	82,30	18

Białka te, jak wykazały badania (tabela 3.), charakteryzują się wysokim stopniem denaturacji sięgającej od 87% do 96%. Fakt ten nie jest jednak właściwością dyskwalifikującą przeznaczanie tych koncentratów na cele spożywcze, bowiem, jak dowodzi W.Chojnowski i inni {8}, wskaźnik wartości biologicznej białek o wysokim stopniu denaturacji jest tylko o 10% niższy w stosunku do koncentratu białek z serwatki uzyskanego poprzez dializę (bez stosowania warunków termicznych). Podobny wniosek wyłania się z zesta-

wionych wyników w tabeli 5. Wykazują one jedynie nieznaczne różnice w zawartości aminokwasów we wszystkich koncentratach uzyskanych na drodze termiczno-kwasowej koagulacji (KBK, KBT, KSK, KST) w porównaniu z koncentratem (KSW) otrzymanym przy użyciu metody ultrafiltracji. Pod względem zawartości aminokwasów egzogennych (tabela 5.) odpowiadają one niemal w całości wzorcowi FAO/WHO. Można zatem przypuszczać, iż małe różnice w zawartości aminokwasów egzogennych mogą wpływać na nieznaczne obniżenie się takich współczynników wartości odżywczej, jak NPU i PER.

Tabela 5. Skład aminokwasowy surowych i sproszkowanych koncentratów białek serwatkowych

Nazwa aminokwasu	Zawartość g/100 g białka						
	KBK	KBT	KBW	KSK	KST	KSW	wzorzec FAO/WHO
kwas asparaginowy	10,2	10,1	9,9	10,1	9,8	9,3	—
treonina	5,0	4,6	4,7	4,5	4,6	5,6	2,8
seryna	4,2	4,1	4,3	3,6	3,7	4,2	—
kwas glutaminowy	14,8	14,5	14,2	16,7	16,9	16,2	—
prolina	6,4	6,4	6,7	8,1	7,9	12,6	—
cystyna	1,8	1,8	1,8	1,9	1,8	1,3	2,0
glicyna	2,0	1,7	1,9	1,7	1,9	1,5	—
alanina	4,6	4,2	4,1	4,8	4,9	4,0	—
walina	5,4	5,4	5,3	5,2	5,3	5,3	4,2
metionina	0,9	2,1	2,3	2,6	2,8	2,3	2,2
izoleucyna	5,1	5,2	5,3	5,1	5,0	5,8	4,2
leucyna	11,4	8,3	10,2	11,6	11,4	8,6	4,8
tyrozyna	4,3	3,8	4,3	3,8	4,0	3,0	2,8
fenyloalanina	4,4	4,0	4,2	3,3	3,3	3,8	2,8
histydyna	2,1	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	—
lizyna	8,8	8,4	8,8	7,8	8,0	8,3	4,2
arginina	3,2	2,6	2,8	2,5	2,6	2,2	—

Wysoki stopień denaturacji białek badanych koncentratów wpływa na określone właściwości fizyczne, a te na ich właściwości funkcjonalne. Stopień denaturacji białek stanowi z pewnością czynnik ograniczający ich zastosowanie, ponieważ charakteryzują się one, jak wskazują wyniki zawarte w tabeli 4., niskim stopniem rozpuszczalności oraz dużą wodochłonnością. Na podstawie tych właściwości oraz zawartości innych składników (laktoza) można zakładać, że roztwory tych białek będą charakteryzować się wysoką lepkością i niską temperaturą żelifikacji. Te właściwości sugerują określone kierunki wykorzystania koncentratów białkowych: w przetwórstwie mięsnym, piekarskim, koncentratów mącznych, garmażeryjnym i innych.

Koncentraty białek serwatkowych, jak wskazują uzyskane i zestawione w tabelach 1. i 2. wyniki, charakteryzują się dużą zawartością laktozy. Zawartość jej

w suchej masie wynosi od 38% do 56% i wynika stąd, iż są one wyższe w wielu przypadkach od udziału białka. Zauważony dominujący udział laktozy związany jest szczególnie z koncentratami uzyskiwanymi ciągłą metodą termiczno-kwasowej koagulacji i stosowaniem wirówki Centry Whey do ich oddzielania. Wyższy udział laktozy w badanych koncentratach nie stanowi czynnika ograniczającego w przypadku przeznaczenia tych koncentratów na cele spożywcze, a wręcz przeciwnie, dostarcza ona dla organizmu ludzkiego 17 KJ energii, a w przypadku dodania do wybranych artykułów spożywczych wpływa korzystnie na ich strukturę i konsystencję, lub też powoduje powstawanie chrupiącej i brązowej skórki w przypadku wprowadzenia jej do pieczywa.

Koncentraty białek serwatkowych charakteryzują się znacznym udziałem popiołu w suchej masie. Zawartość jego zamyka się w przedziale (średnio) od 2% do 3% we wszystkich przypadkach dotyczących koncentratów uzyskiwanych za pomocą metody termiczno-kwasowej koagulacji. W przypadku natomiast koncentratu uzyskanego na drodze ultrafiltracji, udział popiołu był dwukrotnie większy. Wynika on, jak wskazują wielkości dotyczące poszczególnych pierwiastków, z większej ich zawartości, a szczególnie pierwiastków Fe, Zn, Ca, Na i K (tabela 6.). Wykazane w tabeli 6. zawartości poszczególnych pierwiastków jak też ich suma nie noszą cech czynników ograniczających dla celów spożywczych. W wielu bowiem przypadkach koncentraty białek serwatkowych z takimi udziałami pierwiastków mogą być źródłem uzupełniającym niedostateczną ich zawartość w innych produktach podstawowych i powszechnie spożywanych.

Tabela 6. Skład chemiczny popiołu surowych i sproszkowanych koncentratów białek serwatkowych

Symbol pierwiastka	Zawartość mg/100 g				
	KBK	KBT	KSK	KST	KSW
Fe	0,26	0,32	3,0	1,40	11,2
Cu	0,013	0,018	0,2	0,8	0,2
Zn	0,50	0,29	10,4	3,10	8,70
Mn	0,01	0,02	0,18	0,08	0,13
Ca	89,70	100,50	1070	575	875
Mg	7,20	6,60	141	69	78
Na	27,90	17,60	463	500	410
K	131,0	70,0	1630	1300	1380
Pb	0,003	0,006	0,031	0,014	0,014

Poza wyżej opisanymi składnikami koncentratów białek serwatkowych występują również (tabela 1. i 2.) związki tłuszczowe oraz kwas mlekowy. Tłuszcz występuje jedynie w ilościach śladowych i dlatego nie może on wpływać na kierunki i zakres wykorzystania tych koncentratów. Podobne stwierdzenie można odnieść do kwasu mlekowego, chociaż jego zawartość jest wyższa i wynosi około 2%.

Literatura

1. C.V.Morr (1985): *Composition, physicochemical and functional properties of reference whey protein concentrates.* J.Fd.Sci. **50**(5), 1406.
2. W.A.M.Mutilangi, A.Kilara (1985): *Functional properties of heatdenatured whey protein — I Solubility.* Milchwissenschaft **6**, 338.
3. A.R.Hill, D.M.Irvine, D.H.Bullock (1983): *Precipitation and recovery of whey protein. A review.* Can. Inst. Fd. Sci. Technol. **15**(3), 155.
4. I.R.Dawydowa (1982): *Sostaw i svojstwa koncentratow syvorotocznych biełkow.* Obz. Inf. Celnomołocz. Prom. **24**, 8.
5. C.V.Morr (1987): *Fractionation and Modification of whey.* [w:] the US Bulletin of the IDF 212, 22, 145.
6. I.N.De Wit, E.Hontelez-Backx (1981): *Les proprietes fonctionnelles des proteines du lactoserum: Consequences des traitements thermiques.* La Technique Laitere 952, 19.
7. H.Baumann (1966): *Apparatur nach Baumann zur Bestimmung der Flussigkeitsaufnahme von pulvrigen.* Fette Seifen Anstrichmittel **68**, 741.
8. W.Chojnowski (1985): *Wpływ wybranych parametrów technologicznych na zmiany w strukturze, właściwościach fizykochemicznych oraz wartości biologicznej białek serwatkowych.* Acta Academiae Agriculturae Ac. Technicae Olstenensis **21**, C.

Jan Kumider, Maria Walów

CHARAKTERYSTYKA FIZYKOCHEMICZNA KONCENTRATÓW BIAŁEK SERWATKOWYCH POZYSKIWANYCH W WARUNKACH PRZEMYSŁOWYCH

SUMMARY

Physicochemical properties were examined of raw and powdered commercial whey protein concentrates obtained by two different technological processes. Depending on the isolation and separation techniques applied the contents of dry matter in the concentrates varied from 6,6 to 11,8%. The composition of dry matter was as follows: protein – 27%, lactose – from 30 to 56%, ash – from 2 to 3%, and traces of lipids. The concentrates were evidenced to be of high biological value and applicable in food industry.

РЕЗЮМЕ

Исследовались физикохимические свойства сырых и порошкообразных концентратов белков сыворотки, полученных на двух разных технологических линиях по переработке сыворотки в промышленных условиях.

Установлено, что концентраты белков сыворотки — в зависимости от применяемого способа выделения и отделения белков — содержат от 6,6% до 11,8% сухого вещества. В сухом веществе определена доля отдельных компонентов: белок от 27% до 40%, лактоза от 30% до 56%, зола от 2% до 3%, молочная кислота около 2% и следовые количества жиров. Доказано также, что препараты имеют высокую биологическую ценность и что они пригодны для пищевых целей.

Literatura

1. PN-79 R-65950 — *Materiał siewny. Metody badań nasion.*
2. M.Burbianka, A.Pliszka, H.Burzyńska (1983) : *Mikrobiologia żywości.* PZWL, Warszawa.
3. K.Trojanowska (1988) : *Grzyby w rodzaju Aspergillus i Penicillium jako wskaźniki oceny jakości ziarna zbóż.* Roczniki AR w Poznaniu **171**, 11.
4. K.Modzelewska, S.Ptasznik, B.Domańska (1977) : *Szybka metoda oznaczania kwasowości w olejach i tłuszczach.* Roczniki Instyt. Przem. Mięsnego i Tłuszczowego t. 14, 117.
5. PN-84 / A-86918 — *Tłuszcze roślinne jadalne. Metody badań. Oznaczanie nadtlenków.*
6. BN-80 / 8050-05 — *Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych w roślinach, tłuszczach jadalnych i nasionach rzepaku metodą chromatografii gazowej.* Wyd. Norm., Warszawa.

Marian Kasperek, Jadwiga Podsiadłowska, Anna Jabłońska-Zielnica

PRZYDATNOŚĆ SORBINIANU POTASOWEGO DO UTRWALANIA NASION RZEPAKU O PODWYŻSZONEJ WILGOTNOŚCI

SUMMARY

Potassium sorbate was tried to improve the stability of moist rapeseed. To solve the problem samples of different moisture containing 100 or 200 mg of potassium sorbate per 100 g of seeds and controls (samples containing no potassium sorbate) were stored under ambient conditions and changes in the quality of seeds (microbial infection, sensory qualities, germination capacity) and in their fat fraction (acid value, peroxide value, fatty acid composition) were followed. In the concentrations applied potassium sorbate had a favorable effect on the storability of moist rapeseed. It inhibited the growth of molds, retarded odor changes and hydrolytic cleavage of triglycerides, had no stimulative effect on the oxidative changes and caused no changes either in germination capacity or in fatty acid composition.

РЕЗЮМЕ

Исследовалась пригодность калиевого сорбината для повышения устойчивости семян рапса с повышенной влажностью. Для этой цели были проведены два испытания на сохраняемость проб семян двух сортов — с влажностью ниже и выше критического значения — с добавкой калиевого сорбината в количестве 100 и 200 мг/100 г семян, а также без добавки этого соединения (контрольные пробы). Выводы делались на основе изменений показателей качества семян (развитие микрофлоры, энергия и способность прорастания, сенсорное качество) и их жирной фракции (кислотное число, перекисное число, состав жирных кислот). Полученные результаты показывают на пригодность калиевого сорбината для повышения устойчивости свежесобранных семян рапса с излишней влажностью, так как в условиях опыта: эффектывно тормозил развитие плесеней и процесс гидролиза глицеридов, не стимулируя при этом окислительных изменений, не снижал жизнеспособности семян и не вызвал сущесвенных изменений, в составе жирных кислот.