

Barbara BARANIAK

**Porównanie składu chemicznego koncentratów białkowych koagulowanych
flokulantem Magnafloc LT-27 z soku różnych roślin**

Comparison of Chemical Composition of the Protein Concentrates
Obtained from Green Plant Juices by Magnafloc LT-27 Precipitation

O przydatności koncentratów białkowych otrzymywanych z soku zielonych części roślin decydują ich własności odżywcze i funkcjonalne. Te cechy uzależnione są zarówno od gatunku zastosowanej rośliny, jak i sposobu prowadzenia procesu technologicznego (2, 3, 10, 19). Do produkcji koncentratów białkowych mogą być stosowane wszystkie rośliny zielone pod warunkiem, iż nie posiadają zbyt dużo substancji toksycznych. Proces otrzymywania koncentratów białkowych do celów paszowych można podzielić na trzy etapy: rozdrabnianie surowca roślinnego, tłoczenie soku i wydzielanie koncentratu. Pierwsze dwa etapy decydują głównie o wydajności ekstrakcji mechanicznej, natomiast zastosowana metoda koagulacji białek wpływa na skład chemiczny i własności funkcjonalne otrzymanych preparatów. Aglomeracja termiczna jest najczęściej stosowanym sposobem wytrącania białek z soku. Powoduje ona jednak obniżenie własności funkcjonalnych koncentratów wskutek denaturacji białka (4). Zastosowanie polielektrolitów jako czynników koagulujących pozwala na obniżenie kosztów produkcji koncentratów, ponieważ proces przeprowadzany jest w temperaturze otoczenia. Jednocześnie nie wytrąca się jednostopniowo białek obecnych w soku, a prowadzi ich frakcjonowanie na zielone koncentraty chloroplastyczne stanowiące paszę dla zwierząt monogastrycznych i cytoplazmatyczne, które mogą być wykorzystane do celów spożywczych.

W niniejszej pracy analizowano skuteczność działania flokulanta anionowego Magnafloc LT-27 poprzez zbadanie składu chemicznego koncentratów białkowych wytrąconych z soku różnych roślin.

MATERIAŁ I METODY

Do badań zastosowano cztery zielonki - liście słonecznika, liście tytoniu, grykę i lucernę (odmiana Boja). Sok uzyskano poprzez wstępne rozdrobnienie roślin na prasie śrubowej i następne tłoczenie otrzymanej pulpy na prasie ślimakowej. Kwasowość uzyskanego soku doprowadzano 2M NaOH do wartości pH=7,5 i następnie wytrącano z niego w temperaturze otoczenia koncentraty chloroplastyczne stosując 500 mg flokulanta anionowego

Magnafloc LT-27 na 1 dm³ soku. Otrzymane preparaty wysuszono w temperaturze 50°C i po zmieleniu przechowywano w temperaturze około 6°C.

W koncentratyach oznaczono ogólną zawartość białka metodą Kjeldahla na aparacie Kjel-Foss (N x 6,25), białko właściwe z 10% kwasem trójchloroctowym, skład aminokwasowy białka metodą chromatografii jonowej miennej w automatycznym analizatorze aminokwasów Aminochrom II. Hydrolizę kwaśną białka przeprowadzono przy zastosowaniu 6M HCl (1), po uprzednim utlenieniu próbki kwasem nadmanganowym (16). Zawartość karotenów i ksantofili oznaczono metodą B o o t h a (5).

WYNIKI I DYSKUSJA

Otrzymane koncentraty chloroplastyczne różniły się zawartością białka ogólnego - najniższą posiadał preparat otrzymany z soku gryki, najwyższą z soku lucerny (tab.1). Różnice te mogą być spowodowane zmianami pomiędzy ilościowymi proporcjami frakcji białkowych wytrączanych w koagulacie a frakcjami pozostającymi w przesączu, w wyniku oddziaływań z polielektrolitem. Działanie flokulantów polega bowiem na ich adsorpcji na koloidalnych cząsteczkach białka soku. Utworzone warstewki hydratacyjne ułatwiają łączenie się drobnych cząstek układów zdyspergowanych w większe agregaty. Oddziaływania te uzależnione są od budowy, charakteru jonowego i stężenia flokulanta, a także od ładunku cząstki koloidalnej.

Tab. 1. Skład chemiczny koncentratów chloroplastycznych otrzymanych z soku różnych roślin flokulantem anionowym Magnafloc LT-27

The chemical composition of chlorolastic concentrates obtained from the juice of different plants by anion flocculant Magnafloc LT-27

Roślina	Białko ogólne (% s. m.)	Azot białkowy (% s. m.)	Procent białka właściwego w białku ogólnym	Karoteny (mg/kg s. m.)	Ksantofile (mg/kg s. m.)	Procent karotenów w karotenoidach
Lucerna	45,00	24,62	55	129	339	28
Słonecznik	35,31	25,21	68	68	111	38
Tytoń	31,70	21,20	67	59	167	26
Gryka	29,23	17,62	60	212	513	29

Mniejsze wahania stwierdzono natomiast w zawartości azotu białkowego, a jego procentowy udział w ogólnej ilości białka był najwyższy dla koncentratu otrzymanego z liści słonecznika i tytoniu (tab.1).

Odmienne ilości białka w koncentratyach wytrąconych z soków różnych roślin metodą termiczną otrzymali Carlsson i Hanczakowski (10), zaś w preparatach uzyskanych poprzez fermentację Klinckarie i w s p. (15) oraz Oshimai Ueda (18), natomiast stosując jako czynnik strącający temperaturę w różnych zakresach pH - Horigome i w s p. (14). Chociaż lucerna jest tradycyjnym surowcem używanym do produkcji koncentratów białkowych, to w przypadku flokulowania białek soków roślinnych najwięcej białka odzyskano w koncentracie otrzymanym z liści tytoniu. Natomiast ilości uzyskanych koncentratów były zbliżone (z wyjątkiem gryki) (tab. 2). Gryka wybrana została do badań z

Tab. 2. Zawartość suchej masy i białka w sokach różnych roślin i ich rozkład w koncentraty otrzymanych flokulantem anionowym Magnafloc LT-27

The content of the dry mass and protein in the juice of different plants and their distribution in the concentrates obtained by anion flocculant Magnafloc LT-27

Roślina	Próba	Zawartość		Podział składników			
		Sucha masa (%)	Białko (% s. m.)	Białko g/dm ³ soku	Białko ^x	Sucha masa (g/dm ³ soku)	Sucha masa ^x
Lucerna	sok	8,00	40,00	32,00	100	80	100
			45,00	21,60	68	48	60
Słonecznik	sok	7,60	31,40	23,80	100	76	100
			35,30	14,50	61	41	54
Tytoń	sok	7,10	24,11	17,12	100	71	100
			31,50	13,23	77	42	59
Gryka	sok	3,19	7,59	2,42	100	32	100
			29,20	1,75	72	6	19

^x Wartości wyrażone jako procent białka i suchej masy soku

tego względu, że jest rośliną posiadającą wysoką zawartość lizyny. Niestety, zarówno zawartość białka w soku, jak i jego ilość odzyskana w koncentracie są bardzo niskie. I chociaż wydajność samego procesu flokulacji jest wysoka, to nie można polecać tej rośliny do celów produkcyjnych. Wydaje się jednak celowe przeprowadzenie badań nad zastosowaniem soku z gryki w połączeniu z sokami innych wysokobiałkowych roślin. Koncentrat otrzymany z soku gryki wykazał najwyższą zawartość karotenów i ksantofili - prawie dwukrotnie wyższą od ilości tych składników w preparacie otrzymanym z soku lucerny. Wzajemna ich izomeryzacja okazała się nieomal identyczna jak w koncentraty z lucerny. Obecność karotenoidów w paszy podnosi jakość mięsa i jaj, a więc ma szczególne znaczenie w żywieniu drobiu.

Koncentraty białkowe otrzymane z soków roślinnych metodą termiczną charakteryzują się znacznie wyższym poziomem karotenów i ksantofili niż zielonki, z których są otrzymywane. Fakt ten spowodowany jest prawdopodobnie tworzeniem się kompleksów karoteno-białkowych (8). Karotenoidy ulegają rozkładowi w procesie suszenia. W przeprowadzonych badaniach zawartość karotenów i ksantofili oznaczono w suchych preparatach, należy więc sądzić, że otrzymane ilości choć niższe od zawartości w preparatach mokrych są już zawartościami trwałymi, o ile koncentraty są przechowywane w odpowiednich warunkach. Analiza składu aminokwasowego białka wykazała, że zawartość dziesięciu z piętnastu oznaczonych związków jest najwyższa również w koncentracie uzyskanym z soku gryki (tab. 3). Preparat ten charakteryzowała najwyższa wartość wskaźnika EAAl, a więc posiadał on (z wyjątkiem metioniny) najwięcej aminokwasów egzogennych.

Zawartości aminokwasów egzogennych dla wszystkich badanych koncentratów były wyższe niż przewidują normy FAO/WHO (w przypadku lucerny ponad dwukrotnie). Otrzymane ilości były wyższe od wartości uzyskanych przez Byers (9) w procesie termicznego frakcjonowania soku z jęczmienia, łubinu i kapusty chińskiej.

Tab. 3. Zawartość aminokwasów (w g/100g białka) w koncentratkach chloroplastycznych otrzymanych z soku zielonych roślin flokulantem Magnafloc LT-27
 The content of aminoacids (in g/100g protein) in chloroplastic concentrates obtained from the juice of green plants by flocculant Magnafloc LT-27

Aminokwas	Lucerna	Słonecznik	Tytoń	Gryka	Norma Kurczęta ^a	Norma Świnie ^b
Lys	3,58	3,83	4,86	5,00	4,7	4,4
Phe	4,01	6,17	4,44	5,07	5,6	4,4
Met	1,60	2,25	1,84	0,96	3,3	2,8
Cys	1,16	0,77	0,98	1,46		
Thr	3,26	3,33	2,88	5,68	3,1	2,8
Leu	5,81	8,66	6,80	7,83	5,6	3,7
Ile	3,51	4,89	3,95	4,70		
Val	3,38	5,43	4,64	5,27	3,4	3,1
Arg	2,39	2,90	2,56	3,77	5,6	1,2
Asp	7,67	7,11	7,74	12,48		
Ser	4,53	5,22	3,60	7,20		
Glu	7,94	8,89	9,61	10,57		
Pru	4,55	6,06	4,25	7,71		
Gly	3,59	4,80	4,35	5,02		
Ala	3,68	4,76	4,63	4,67		
Suma	60,66	75,08	67,13	87,33		
EAAI	52,78	67,94	61,19	71,61		
Aminokwas ograniczający						
CS	Arg 37	Arg 41	Arg 40	Met 24		
	Met	Leu7	Met			
CS	40	55	46			

^a NRC (1977)

^b NRC (1979)

Ujemną cechą preparatu otrzymanego z gryki była niska zawartość metioniny, a ilość aminokwasów siarkowych jest bardzo istotna ze względów żywieniowych. W przeprowadzonych badaniach największą zawartość metioniny i cysteiny miał koncentrat otrzymany z soku tytoniu. Dla pozostałych preparatów ilości metioniny wahały się od 0,96 (w przypadku gryki) do 2,1 (w przypadku słonecznika), natomiast cysteiny - 0,77 dla koncentratu ze słonecznika do 1,46 dla preparatu z lucerny (tab. 3). Wielkości te były zbliżone do wartości otrzymanych przez Carlssona i Hanczakowskiego (10) w koncentratkach wytrąconych termicznie z soków naziemnych części warzyw natomiast wyższe od ilości znalezionych przez Horigome i w s.p. (14) w koncentratkach z lucerny, koniczyny i owsa, oraz od poziomu aminokwasów w preparatach z rutwicy, traganka, łubinu, rdestu i sidy uzyskanych przez Klinczar i w s.p. (15).

Większość badaczy analizujących skład aminokwasowy białka koncentratów z zielonek jako aminokwasy ograniczające podaje aminokwasy siarkowe (6, 13). W niniejszych badaniach metionina była aminokwasem ograniczającym w białku koncentratu z

gryki, natomiast dla pozostałych preparatów aminokwasem ograniczającym okazała się arginina, chociaż wartości wskaźnika CS były w nich niskie również dla metioniny.

Skład aminokwasowy białka koncentratów otrzymanych z soku zielonych części roślin zdaniem niektórych autorów (7, 11, 20) jest stały z uwagi na to, że wyekstrahowane białko stanowi mieszaninę jego frakcji biorących u różnych roślin udział w tych samych procesach fizjologicznych. Pogląd przeciwny (3, 9) uzasadniany jest różnym stosunkiem ilościowym białek enzymatycznych w roślinach, obecnością większych ilości tłuszczów lub węglowodanów w koncentratkach, które mogą powodować trudności w analizie aminokwasów.

WNIOSKI

1. Największą wydajność flokulowania białek uzyskano dla soku z tytoniu.
2. Ilość koncentratu otrzymanego poprzez precypitację flokulantem z soku gryki była kilkakrotnie niższa od preparatów otrzymanych z soków innych roślin - niemniej zawartość karotenoidów i aminokwasów egzogennych była w nim najwyższa.
3. Koncentrat otrzymany flokulantem z soku liści słonecznika posiadał najniższą zawartość azotu białkowego.
4. Preparaty wytrącone z soku lucerny, słonecznika i tytoniu charakteryzowały się wysokim poziomem aminokwasów siarkowych.

PIŚMIENNICTWO

1. Alexander P., Block J. R.: A laboratory manual of analytical methods of protein chemistry. Pergamon Press, New York, 1960.
2. Ashikari N.: Extractability and artificial digestibility of protein in leaves of several plants. Proceeding of the Faculty of Agriculture, Kyushu Tokai University, v. 5, 1986.
3. Baraniak B., Bubicz M.: Skład aminokwasowy i rozpuszczalność białka koncentratów otrzymanych w procesie frakcjonowania flokulantami soku z lucerny i kupkówki. Rocz. Nauk Roln., s. A, t. 108, 2, 9, 1989.
4. Betschart A. A.: The incorporation of leaf protein concentrates and isolates in human diets. W: Green Crop Fractionation, Occasional Symp. No. 9 Br. Grassl. Soc., 83, 1977.
5. Booth V. H.: Carotene, its determination in biological materials. Cambridge, 1957.
6. Bubicz M., Koter Z., Makarska E.: Wpływ nawożenia azotem na skład aminokwasowy białka zielonki i koncentratów białkowych z życicy wielokwiatowej. Pam. Puł. 71, 25, 1979.
7. Bubicz M., Koter Z.: Skład aminokwasowy koncentratów białkowych z życicy wielokwiatowej. Rocz. Nauk Roln. s. B., t. 100, 2, 83, 1989.
8. Bubicz M., Baraniak B., Mącik-Barańska G., Koba B.: Zawartość karotenoidów w koncentratkach białkowych i wyłokach otrzymanych z zielonki życicy wielokwiatowej di - i tetraploidalnej. Pam. Puł. 72, 91, 1980.
9. Byers M.: The amino acid composition of some leaf protein preparations. W Leaf Protein its agronomy, preparation, quality and use. ed. Pirie N. W., Blackwell Sci. Publ., 95, 1971.
10. Carlsson R., Hanczakowski P.: Waste green parts of plants as raw material for leaf protein concentrate production. Biol. Wastes, 28, 83, 1989.
11. Chibnall A. C., Rees M. W., Lugg J. W.: The amino acid composition of leaf proteins. J. Sci. Food Agric., 14, 234, 1963.
12. Fiorentini R., Pachetti G.: Attualità e prospettive del frazionamento umido dei foraggi. Istituto Industrie Agrarie, Università di Pisa, Pisa, 1978.

13. Hanczakowski P.: Skład i wartość pokarmowa koncentratów białkowych z zielonek. Roczn. Nauk Roln. s. B, t. 97, 85, 1975.
14. Horigome T., Kim J. K., Uchida S.: Nutritive quality of leaf proteins coagulated at different pH. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 29, 611, 1983.
15. Klincarić A. A., Upitje D. J., Ćupmanić W. A.: Ispolzovanie nietradicionaych rastenii dla polucheniya proteinovykh koagulatov. Izv. Ak. Nauk Latv. SSR, 8, 77, 1988.
16. Moore S.: On the determination of cysteine and cysteic acid. J. Biol. Chem., 238, 2, 235, 1963.
17. National Research Council. Nutrient Requirements of Polutry. No. 1, National Academy of Science, Washington, DC., 1977.
18. National Research Council. Nutrient Requirments of Swine. No. 2, National Academy of Science, Washington, DC., 1979.
19. Oshima M., Ueda H.: Effect of fermentative coagulation on the yield and the amino acid compositions of leaf protein concentrates. Jap. J. Zootech. Sci. 57, 5, 410, 1986.
20. Stahmann M. A.: The potential for protein production from green plants. Econ. Bot. 22, 73, 1968.

SUMMARY

Concentrates of alfalfa, tobacco, buckwheat and leaves of sunflower juices were precipitated with anion flocculant Magnafloc LT-27. Protein concentrate from tobacco had the highest yield of precipitation, whereas the highest amount of true protein was in concentrate from sunflower leaves the amount of protein concentrate from buckwheat juice was several times lower than in concentrates from ther plants - however the carotene and essential amino acids content was the highest in it. The concentrates obtained from alfalfa, sunflower and tobacco were characterized by high level of sulphuric amino acids.