

TECHNOLOGIA WYTWARZANIA I WSTĘPNA OCENA PREPARATU MLEKOZASTĘPCZEGO Z UDZIAŁEM BIAŁEK PREPAROWANEJ ŚRUTY SOJOWEJ

*Witold Zieliński, Anna Kwiatkowska,
Zygmunt Reklewski, Krystyna Bidwell-Porębska*

Instytut Genetyki i Hodowli Zwierząt PAN w Jastrzębcu
Dyrektor: prof. dr Maciej Żurkowski

WSTĘP

Przy produkcji preparatów mlekozastępczych dla cieląt z dobrymi rezultatami wykorzystano wyniki badań, dotyczące pełnej zamiany tłuszczu mlecznego innymi związkami energetycznymi, natomiast problem częściowej nawet zamiany białek mleka innymi znajduje się jeszcze nadal w stadium eksperymentalnym. Wprawdzie niektórym autorom udało się zastąpić 40 do 50% białek kazeinowych białkami mączek zwierzęcych [1, 12], to jednak ten kierunek badań nie wykazuje tendencji rozwojowych z uwagi na malejące zasoby źródeł białka paszowego pochodzenia zwierzęcego. Znacznie słabsze, a zarazem mniej zgodne wyniki uzyskiwano przy próbach stosowania białek roślinnych [2, 5, 11, 14]. Poprawę wyników żywieniowych można jednak uzyskać, jeśli zamiast wysoko-białkowych surowców roślinnych stosuje się koncentraty lub izolaty białkowe [8, 10]. Efekt wykorzystania białek roślinnych przez młode cielęta można także zwiększyć na drodze specjalnego preparowania surowców roślinnych, stosowanych jako komponenty białkowe zamienników mleka [2, 6, 16, 18, 21]: obróbka termiczna, inkubacja wodna, alkaliczna, kwaśna itp. Autorzy tych prac, nie wyjaśniając w pełni istoty zmian zachodzących w preparowanym surowcu roślinnym, podkreślają, że nie chodzi tu o usuwanie bądź niszczenie znanych inhibitorów [16]. Znamiennym jest natomiast fakt, że nie zdołano uzyskać poprawy strawności N diety, zawierającej roślinne komponenty białkowe w przypadku dodawania do nich enzymów proteolitycznych [6, 15], natomiast mechaniczne rozdrobnienie masy roślinnej poprawia strawność białek, przy czym efekt tego procesu ma tendencję malejącą wraz z wiekiem cieląt

[9], tj. — jak można przypuszczać — w miarę rozwoju funkcji żwacza. Dane te z jednej strony wskazują, że przyczyna gorszego trawienia białek z materiału roślinnego nie sprowadza się w zasadzie do niewydolności enzymatycznej przewodu pokarmowego cieląt o nie rozwiniętej jeszcze funkcji żwacza, z drugiej natomiast, że przeszkodą w trawieniu tych białek może być sama struktura tkanek roślinnych. Substancje białkowe przy niskim stopniu rozdrobnienia masy roślinnej są częściowo izolowane przez celulozowe elementy komórkowe bądź niestrawne dla cieląt wielocukry [18, 22].

Celem badań własnych było opracowanie technologii dezintegracji poekstrakcyjnej toastowanej śrutu sojowej w ciągłym cyklu produkcyjnym Mlekopan oraz określenie wpływu tego procesu na strawność substancji białkowych.

METODYKA BADAŃ

I. BADANIA TECHNOLOGICZNE

Do badań technologicznych użyto poekstrakcyjnej, toastowanej śrutu sojowej, którą — po zmieleniu na tzw. walcach w młynach przemysłowych z 10% odsiewem otrąb — potraktowano jako wyjściowy komponent białkowy preparatu mlekozastępczego typu Mlekopan. Dalsze rozdrabnianie mąki sojowej przeprowadzano w przemysłowych homogenizatorach szczelinowych systemu Gaulina, wykorzystując zdolność gwałtownej redukcji różnicy ciśnień tych aparatów jako „moment roboczy”. Stosowano ciśnienie rzędu 120-150 at. i temperaturę ok. 60°C. Proces homogenizacji poprzedzano inkubacją mąki sojowej w płynnym mleku odtłuszczonym (stosunek 1 : 5) przy temp. 80-85°C w czasie 20 minut. Homogenizat po uzupełnieniu odpowiednią ilością płynnego mleka odtłuszczonego suszono w wieżach rozpyłowych przy temp. powietrza wlotowego 160° i wylotowego ok. 80°C.

II. BADANIA ŻYWIENIOWE

Badania żywieniowe przeprowadzono w dwóch etapach:

1. Oznaczenie strawności N u cieląt w przedziałach wieku 20-30 oraz 50-60 dni przy żywieniu wyłącznie Mlekopanem, w którym 30% białka zastąpiono białkiem mąki sojowej, preparowanej według nowej technologii. Efekt preparatyki określano, porównując wyniki z danymi uzyskanymi na grupie cieląt kontrolnych, żywionych analogicznymi dietami mlekozastępczymi, w których 30% białka stanowiło białko zwykłej mąki sojowej uzyskanej z przemiału młynarskiego. Mąka sojowa użyta do doświadczenia, badana testem Zuckera, wykazała śladowe ilości inhibito-

rów. Cielęta obu grup karmiono za pomocą smoków pójłem zawierającym ok. 16% suchej masy, podając ok. 4,5 g białka na 1 kg ciężaru ciała.

2. Oznaczenie u cieląt w wieku 20-30 i 50-60 dni współczynników strawności N preparatu mlekozastępczego Mlekopan, zawierającego dwa poziomy białka (30 bądź 50%) z mąki sojowej preparowanej według nowej technologii [20].

WYNIKI BADAŃ I OMÓWIENIE

I. WYNIKI BADAŃ TECHNOLOGICZNYCH

W toku badań technologicznych stwierdzono, że przy przemiale poekstrakcyjnej (toastowanej) śrutu sojowej na walcach i 10-procentowym odsiewie otrąb otrzymuje się mąkę, w której zaledwie ok. 40% przerabianej masy uzyskuje granulację średnicy poniżej 95 μ . Około 20% masy składa się z granulek o średnicy przekraczającej 180 μ (tab. 1). Przy

Tabela 1

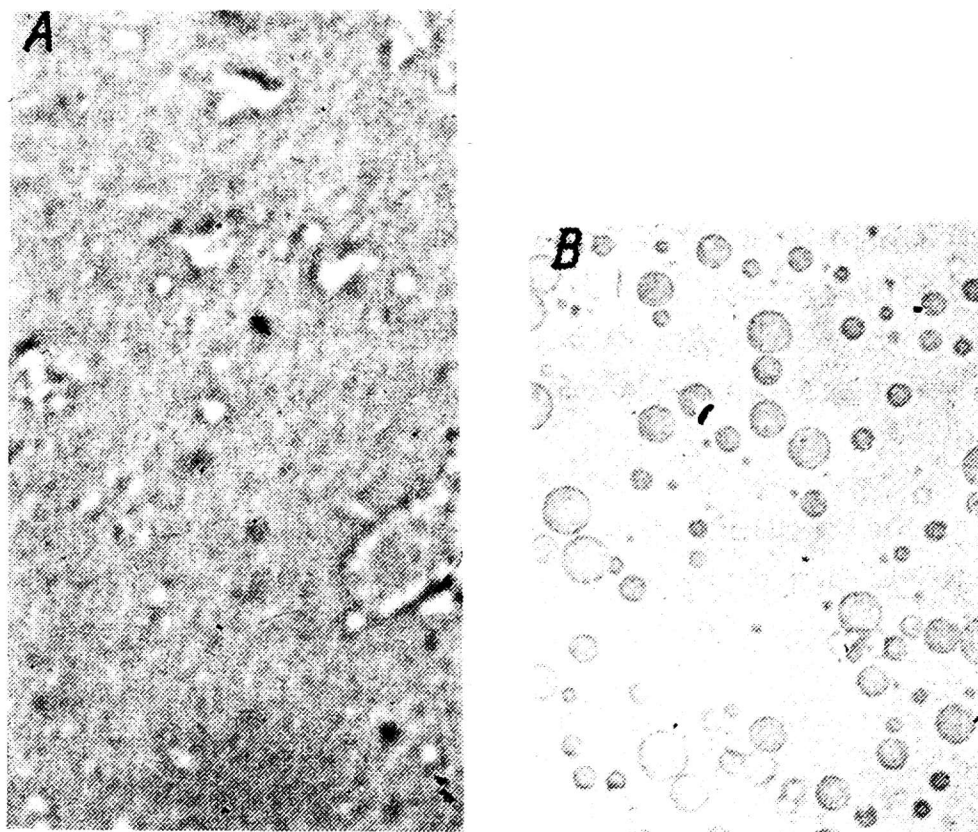
Analiza granulacji mąki uzyskanej z poekstrakcyjnej śrutu sojowej
The analysis of the grinding degree of flour obtained from the soya bean oilmeal

Wielkość oczek w sitach (w μ) Size of mesh in the ridles (in μ)	265	180	120	95	Dno (przesiew przez sito o wielkości oczek 95 μ) Remains (passed through a sieve of 95 μ)
Pozostałość na sitach (w procentach naważki) Remains on ridles (% of sample)	0,6	19,0	27,0	11,4	40,5

próbach uzyskania większego stopnia rozdrobnienia, tj. osiągnięcia granulek o średnicy mniejszej od przeciętnych wymiarów komórek nasion sojowych (30-70 μ), występowały na urządzeniach przesiewających siły elektrostatyczne, blokujące sita i gazę młynarską.

Pożądaný stopień rozdrobnienia materiału roślinnego uzyskano dopiero w procesie homogenizacji mąki sojowej, inkubowanej w płynach. Mąka z toastowanej śrutu sojowej namoczona w świeżym mleku odtłuszczonym i sukcesywnie podgrzewana do temp. 80°C wykazuje jeszcze znaczną zdolność wchłaniania wody, wynoszącą przeciętnie około 300%. Proces inkubacji termicznej na mokro, poza pęcznieniem tkanek na skutek wchłaniania wody, powoduje także rozluźnienie celulozowych struktur tkankowych, jak i zmiękczenie większych aglomeratów białkowo-węgl-

wodanowych, powstałych w wyniku toastowania. Napęczniały materiał roślinny poddany w homogenizatorach ciśnieniu ok. 125 at. przy przejściu do ciśnienia atmosferycznego ulega rozrywaniu na skutek gwałtownej redukcji tak dużej różnicy ciśnień. W wyniku tego procesu uzyskuje się materiał roślinny o cząsteczkach rzędu kilku do kilkunastu mikronów (rys. 1).



Rys. 1. A — Obraz mikroskopowy preparatu mlekozastępczego z udziałem ok. 50% białek preparowanej śruty sojowej, B — Obraz mikroskopowy kuleczek tłuszczu mlecznego

U w a g a: dla zobrazowania stopnia rozdrobnienia śruty sojowej — zdjęcia A i B wykonane przy tym samym powiększeniu

Fig. 1. A — The microscope picture of the milk replacer containing about 50% of proteins from pretreated soya bean oilmeal, B — The microscope picture milk fat globules

Attention: For the presentation of the degree of desintegration of soya bean oilmeal both fotographs (A and B) were made at the same magnification

Uzyskany preparat mlekozastępczy, zawierający 30 bądź 50% białek z preparowanej śruty sojowej, posiada właściwości fizykochemiczne, organoleptyczne i mikrobiologiczne bliskie tym, jakie określone zostały w branżowych normach dla Mlekopanu H i O. Jedynie parametr rozpuszczalności po regeneracji wyraźnie odbiega na niekorzyść, pomimo braku tendencji do szybkiej sedymentacji. Wyprodukowany według nowej technologii [19, 20] preparat mlekozastępczy z roślinnymi komponentami białkowymi, w przeliczeniu na składniki wyjściowe, zawierał w procentach:

składników mleka odtłuszczonego	— 36,00,
składników mąki ze śruty sojowej	— 28,00,
łoju zwierzęcego	— 18,00,
cukru skrobiowego (glukoza)	— 11,00,
lecytyny	— 1,00,
wody	— 5,90,
dodatków witaminowych, antybiotyk	— 0,10.

Podkreślić należy, że zastosowana technologia preparowania śruty sojowej wynika z faktu, iż surowiec ten na skutek toastowania nie nadaje się do produkcji znanych izolatorów białkowych [13]. Przetwarzanie natomiast śrutu sojowej na tzw. koncentraty białkowe poprzez wymywanie związków rozpuszczalnych w wodzie jest dla celów paszowych ekonomicznie nieuzasadnione.

II. WYNIKI BADAŃ ŻYWIENIOWYCH

Wyniki strawności N diety zawierającej 30% białka mąki sojowej, preparowanej bądź dodanej do diety mlekozastępczej w postaci zwykłej mąki otrzymanej z przemiału młynarskiego, przedstawia tabela 2. Z uzyskanych danych wynika, że korzystny efekt preparowania mąki sojowej przejawia się szczególnie u cieląt w przedziale wieku 20-30 dni. Według obliczeń współczynnik strawności N pochodzenia sojowego wzrósł aż oko-

Tabela 2

Współczynnik strawności N diet mlekozastępczych przy zamianie 30% białek mleka białkami preparowanej (grupa I) bądź niepreparowanej mąki sojowej (grupa II)
Digestibility coefficient of nitrogen from milk replacer diets when substituting 30% of milk proteins by proteins from pretreated (group I) or not pretreated soya flour (group II)

Grupa doświadczalna Experimental group	Liczba cieląt n Number calves n	Współczynnik strawności N (%) w wieku cieląt Digestibility coefficient N (%) for the calves age			
		20-30 dni — days		50-60 dni — days	
		N diety — diet	N soi — soya	N diety — diet	N soi — soya
I	3	84,37** sx = 0,87	64,63** sx = 4,43	90,10* sx = 0,52	75,70* sx = 1,72
II	3	73,07 sx = 3,62	28,97 sx = 5,78	87,07 sx = 0,88	65,27 sx = 2,98

* $P < 0,05$.

** $P < 0,01$.

sx — Średni błąd średniej arytmetycznej.
Mean error of the arithmetical mean.

ło 120⁰/₀ (z 28,97 na 64,63⁰/₀). U cieląt starszych, na tej samej diecie, efekt preparowania był znacznie mniejszy, jednakże nadal statystycznie istotny.

Ze względu na interesujące wyniki badań, uzyskane przy żywieniu cieląt dietą zawierającą 30⁰/₀ białek preparowanej mąki sojowej, uznano za celowe określenie wskaźników wykorzystania diet, w których aż 50⁰/₀ białek mleka zastąpiono białkiem preparowanej mąki sojowej. Wyniki tych badań obrazuje tabela 3. Dane tej tabeli, uzyskane na znacznie liczniejszym materiale, potwierdzają w pełni rezultaty doświadczenia wstępnego (tab. 2), wykazując, że preparatyka mąki sojowej pozwala na uzyskanie współczynników strawności N pochodzenia roślinnego na poziomie 70-75⁰/₀ w przypadku 30⁰/₀ zamiany białek mleka i odpowiednio 60-65⁰/₀ przy 50-procentowym udziale białek sojowych w diecie. Ponadto preparatyka mąki sojowej, zastosowanej w dietach mlekozastępczych, znacznie zniwelowała różnice wysokości współczynników strawności N pochodzenia roślinnego między grupami wiekowymi cieląt. Różnice te, wynoszące aż około 36⁰/₀ w wartościach bezwzględnych, wykazane przy zastosowaniu mąki sojowej zwykłej (tab. 2) sprowadzone zostały dzięki preparatyce do wielkości 2-5⁰/₀, przy czym rezultaty te zostały uzyskane zarówno w przypadku 30 jak i 50⁰/₀ zamiany białek mleka białkami roślinnymi (tab. 3). Wykazane różnice strawności N całej diety między badanymi dwoma poziomami białek roślinnych w zamienniku mleka są zrozumiałe. Nowa technologia preparowania mąki sojowej zwiększa wprawdzie w sposób wysokoistotny strawność N pochodzenia roślinnego, lecz nadal strawność białek kazeinowych jest wyższa o ok. 20⁰/₀ w wartościach absolutnych.

Na podkreślenie zasługują dane wskazujące, że przy 30⁰/₀ zamianie białek mleka białkami preparowanej śruty sojowej w grupie cieląt młodszych (20-30-dniowych) można uzyskać strawność N całej diety na poziomie zbliżonym do strawności N preparatów mlekozastępczych, opartych na tradycyjnych komponentach białkowych, tj. głównie na mleku odtłuszczonym. Jest to stwierdzenie szczególnie istotne dla praktyki, jeśli uwzględni się tendencję zmierzającą do maksymalnego skracania okresu karmienia cieląt dietami płynnymi.

Współczynniki strawności tłuszczu zastosowanych diet mlekozastępczych o dwóch poziomach białek roślinnych (30 bądź 50⁰/₀) były rzędu 91-95⁰/₀, a zatem na poziomie najczęściej cytowanych w doświadczeniach, w których stosowano w odchowie cieląt preparaty mlekozastępcze. Strawność składników suchej masy, przy obu poziomach białek roślinnych, jest wysoka i trudna do interpretacji, bowiem zastosowana śruta sojowa zawierała zaledwie ok. 1⁰/₀ cukrów redukujących.

Wyniki badań własnych, jak i innych autorów [21, 22], pozwalają przypuszczać, że zwiększenie stopnia rozdrobnienia materiału roślinnego

Tabela 3

Współczynnik strawności diet zawierających 30 i 50% białek preparowanej mąki sojowej
 Digestibility coefficient of diets containing 30 and 50% of proteins from pretreated soya flour

Dieta Diet	Liczba cieląt n	Współczynnik strawności (%) w wieku cieląt Digestibility coefficient (%) for the calves' age									
		20-30 dni — days					50-60 dni — days				
		N diety	soi soya	thuszcz fat	s.m. DM	N diety	soi soya	thuszcz fat	s.m. DM	N diety	soi soya
30% białek preparowanej mąki sojowej w diecie	10	85,28	70,63	92,88	90,50	89,64	76,62	94,47	92,34		
30% of proteins from pretreated soya flour		sx = 0,61	sx = 1,84			sx = 0,47	sx = 1,44				
50% białek preparowanej mąki sojowej w diecie	10	77,16	61,72	91,52	84,03	80,70	65,09	91,95	85,41		
50% of proteins from pretreated soya flour		sx = 1,12	sx = 2,25			sx = 0,96	sx = 1,83				

sx — Średni błąd średniej arytmetycznej.
 Mean error of the arithmetical mean.

i zniszczenie bądź nawet tylko uszkodzenie struktur anatomicznych tkanek roślinnych stwarza warunki dla lepszej penetracji enzymów trawien-nych w masie pokarmowej. Ponadto, w wyniku rozdrobnienia mąki so-jowej zwielokrotniona powierzchnia kontaktu substrat-enzymy jest także jednym z czynników warunkujących efektywność procesów enzymatycz-nych. Spostrzeżenie to wydaje się znajdować potwierdzenie w pracach innych autorów, przeprowadzonych na cielętach [9], jak i na innych ga-tunkach zwierząt [19, 22]. W świetle badań Fukushima [7] oraz Wallaca i wsp. [17] nie można także wykluczyć, że niektóre pozornie proste za-biegi technologiczne zastosowane w procesie preparowania mąki sojowej, jak np. inkubacja termiczna w płynnym mleku odtłuszczonym w temp. ok. 80°C, homogenizacja płynnej masy pod ciśnieniem ok. 125 at., susze-nie rozpyłowe w podciśnieniu itd., nie wpłynęły jednocześnie na zmianę struktury białek sojowych, czyniąc je tym samym podatniejszymi na działanie enzymów proteolitycznych przewodu pokarmowego młodych cieląt.

LITERATURA

1. Burgstaller G.: Untersuchungen zum Austausch von Milchprotein durch Proteinhydrolysat aus keratinfreien Schlachtabfällen in der Kälbermast. Bayer. Landwirtschaft. Jahrb., Jg 49, H. 7, 823, 1972.
2. Burgstaller G., Hofmann P., Bogner H.: Untersuchungen zum Austausch von Milchprotein durch Sojaprotein in der Kälbermast. Bayer. Landwirtschaft. Jahrb., Jg. 48, H. 8, 933, 1971.
3. Colvin B. M., Ramsey H. A.: Soy flour in milk replacers for young calves. J. Dairy Sc., 51, 898, 1968.
4. Colvin B. M., Ramsey H. A.: Growth of young calves and rats fed soy flour treated with acid or alkali. J. Dairy Sc., 50, 270, 1969.
5. Eckhout W., Casteels M., Cotten B.: Possibilités d'emploi, dans des aliments d'allaitement pour veaux à l'engrais, de préparations à base de soja, soumises à un traitement thermique. Rev. Agricult (Bruxelles, t. 26, 3, 601, 1973.
6. Fries G. F., Lassiter C. A., Huffman C. E.: Effect of enzyme supplementation of milk replacers on the growth of calves. J. Dairy Sc., 33, 548, 1958.
7. Fukushima D.: Denaturation of soybean proteins by organic solvents. Cereal Chem., t. 46, 2, 156, 1969.
8. Gorrill A. D. L., Nicholson J. W. G.: Growth, digestibility and nitrogen retention by calves fed milk replacers containing milk and soybean protein, supplemented with methionine. Can. J. Anim. Sc., 49, 315, 1969.
9. Gorrill A. D. L., Nicholson J. W. G.: Use of the Willems Polytron^R to homoge-nise fat and disperse insoluble ingredients in high fat liquid replacers. Can. J. Anim. Sc., t. 57, 3, 477, 1972.
10. Gorrill A. D. L., Thomas J. W.: Body weight changes, pancreas size and enzy-me activity, and proteolytic enzyme activity and protein digestion on intestinal contents from calves fed soybean and milk protein diets. J. Nutr., 92, 215, 1967.

11. Gropp J.: Auf dem Weg zum Milchproteinersatz. *Karftfutter*, t. 55, 6, 294 1972.
12. Huber J. T., Slade L. M.: Fish flour as a protein source in calf milk replacers. *J. Dairy Sc.*, t. 50, 1296, 1967.
13. Korolczuk J. T.: Studia nad izolacją białka z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Praca doktorska wykonana w Instytucie Żywności i Żywienia AR w Warszawie. 1971.
14. Noller C. H., Ward G. M., McGilliard O. I., Huffman C. F., und Duncan C. W.: The effect of age of the calf on the availability of nutrients in vegetable milk-replacer rations. *J. Dairy Sc.*, 39, 1288, 1956.
15. Lassiter C. A., Ward G. M., Huffman C. F., Duncan C. W.: Effect of pepsin on the growth and health of young dairy calves fed various milk replacer rations. *J. Dairy Sc.*, t. 42, 666, 1959.
16. Schmutz W. G., Cravens W. W., Soldner W. L., Hughes D. L.: Evaluation of soybean protein concentrate of calf milk replacers. *J. Dairy Sc.*, t. 50, 993, 1967.
17. Wallace G. M., Bannatyne W. R., Khaleque A.: Studies on processing and properties of soymilk. II Effect of processing conditions on the trypsin inhibitor activity and the digestibility in vitro of protein in various soymilk preparations. *J. Sc. Food Agricult.*, t. 22, 526. 1971.
18. Zel'mer V. R., Knoplev E. G.: Ulučšenje ispol'zowanija kormow v životnovedstve. *Referatinyj Obzor*, 3, 1, 1971.
19. Zieliński W., Kowalik-Suchodoła A., Reklewski Z.: Sposób wytwarzania preparatu mlekozastępczego jako karmy dla cieląt. Patent nr 84480, 1976.
20. Zieliński W.: Sposób uwalniania białek komórkowych z poekstrakcyjnych śrut nasion roślin oleistych. Patent nr 75252, 1975.
21. Žerebcow O. I.: Osobennosti piščevarenija u molodnjaka krupnogo rogatogo skota v vozrastnom aspekcie. *Bjul. nauč. Rabot VIZ Dubrovicy*, vyp 29, 13, 1972.
22. *Agricultural Research: Wheat bran breakdown*. Vol. 18, 9, 14, 1970.

В. Зелиньски, А. Квятковска, З. Реклевски, К. Бидвелл-Порембска

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРЕПАРАТА ЗАМЕНЯЮЩЕГО МОЛОКО, СОДЕРЖАЩЕГО БЕЛОК ПРЕПАРИРОВАННОГО СОЕВОГО ШРОТА

Резюме

Обработано технологический процесс позволяющий получать высокую степень дезинтеграции послезэкстракционного соевого шрота подвергнутого термическому воздействию для уничтожения ингибиторов. Таким образом приготовленный шрот был включен в состав заменителя молока. После термической инкубации во влажном виде растительного материала проведено размельчение с применением гомогенизатора системы Гаулина, используя способность этих аппаратов к резкой редукции давления в качестве „рабочего момента”. Разбитием растительной массы на частицы диаметром 5-20 микронов получено белковые вещества „вне клеточной структуры”.

В исследованиях по переваримости (52 баланса) проведенных на телятах возрастом 20-30 и 50-60 дней установлено, что примененная технология высоко достоверно улучшает переваримость азота соевого шрота, особенно у телят воз-

растом 20-30 дней. Коэффициент переваримости соевого азота повысился, благодаря новой технологии на около 35,5% в абсолютной величине (с 28,97 на 64,63%). Свыше этого, в значительной степени уменьшились разницы в переваримости азота сои наблюдаемые обычно между телятами 20-30 дневного и 50-60 дневного возраста.

W. Zieliński, A. Kwiatkowska, Z. Reklewski, K. Bidwell-Porebska

THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION AND INITIAL EVALUATION
OF A MILKREPLACER CONTAINING PROTEIN
FROM A PRETREATED SOYA BEAN OILMEAL

Summary

A technological process was elaborated rendering it possible to obtain a high degree of desintegration of a toasted soya bean oilmeal, which was treated as a protein component of the milk replacer. The process of powdering, preceded by a termic moist incubation of the plant material, was conducted with the use of a slotted homogenizer of Gaulin's system, using the possibility of a rapid pressure reduction as the "working factor". By breaking up the plant particles to a diameter reaching over a dozen microns protein substances were obtained in a non-cell arrangement.

In digestibility experiments (52 balances) conducted on calves at the age of 20-30 and 50-60 days it was ascertained that the technology applied improves in a highly significant way the digestibility of nitrogen from soya bean oilmeal, principally in calves 20-30 days old. The digestibility coefficient of soya bean oilmeal nitrogen increased by 35.5% in direct values (28.97 vs 64.63) after applying the new technology. Moreover thanks to this method of preparing soya bean oilmeal the differences in the nitrogen digestibility between calves 20-30 and 50-60 days old were considerably diminished.