

PIOTR HANCZAKOWSKI
Instytut Zootechniki w Krakowie

PREPARATY BIAŁKOWE Z NASION ROŚLIN MOTYLKOWYCH

Gwałtowny ilościowy wzrost mieszkańców świata, najszybszy w słabo pod względem gospodarczym rozwiniętych regionach, stworzył, zwłaszcza po II wojnie światowej, szereg problemów żywnościowych. Wśród tych problemów najbardziej palące jest zagadnienie uzyskania odpowiednio obfitych źródeł białka — najważniejszego składnika pokarmowego.

O ile w przypadku zbóż postępy agrotechniki umożliwiły w ostatnich latach osiągnięcie znacznego wzrostu plonów, to wśród roślin stanowiących tradycyjne źródło białka, sytuacja przedstawia się mniej korzystnie. Załączone zestawienie przedstawia wzrost plonów kukurydzy i soi w Stanach Zjednoczonych w ostatnich latach [41].

Plony (cwt/akr)

Rok	Kukurydza	Soja
1960/61	27,4	12,6
1965/66	36,9	13,1
1972/73	47,8	15,0

Poszukiwania rozwiązań problemu białkowego idą w dwóch kierunkach. Po pierwsze istnieją możliwości uzyskania nowych i obfitych źródeł w oparciu o surowce dotąd nie wykorzystane lub wykorzystywane tylko w minimalnym stopniu. Dotyczy to głównie roślin jednokomórkowych, jak drożdże, glony czy bakterie. Drugim kierunkiem jest bardziej ekonomiczne zagospodarowanie surowców będących obecnie do naszej dyspozycji, przez ich odpowiednie uszlachetnianie. Jedną z możliwości jest tu uszlachetnienie nasion roślin, głównie oleistych, jak soja, arachid czy rzepak i ich wykorzystanie do produkcji artykułów spożywczych dla ludzi lub też pasz dla bardziej wymagających zwierząt gospodarskich. Choć w ogólnej puli białka roślinnego rośliny strączkowe pozostają daleko w tyle za zbożami (zboża dostarczają ponad dwie trzecie światowych plonów białka, a strączkowe tylko około 18% [23]), to jednak wysoka zawartość białka w nasionach czyni ze strączkowych dobry surowiec do ekstrakcji tego składnika.

Białko popularnych roślin oleistych charakteryzuje na ogół korzystny skład aminokwasowy. Niedobór pewnych aminokwasów, głównie metioniny, może być uzupełniony ich dodatkiem w formie syntetycznej co sprawia, że w dawkach dla drobiu i trzody chlewnej śruty te w zasadzie niewiele ustępuje paszom pochodzenia zwierzęcego.

Czynnikami ograniczającymi szersze zastosowanie omawianych śrut są: obecność substancji toksycznych, dość wysoka zawartość nieprzyswajalnych węglowodanów, tak w ich frakcji rozpuszczalnej jak i ligniny czy celulozy [36]. Przy produkcji artykułów mlekopodobnych czy dodatków do wyrobów garmażeryjnych nie bez znaczenia są również ich nie zawsze atrakcyjny smak i zapach.

Zastosowanie białek roślinnych do produkcji preparatów mlekozastępczych dla cieląt pozwoliłoby na zaoszczędzenie znacznych ilości mleka i wykorzystanie go bezpośrednio w żywieniu ludzi. Niestety młode cielęta są szczególnie wrażliwe na nadmiar towarzyszących białku węglowodanów. Dla zwierząt tych w wieku do 20 dni, najodpowiedniejszymi cukrami są laktoza i glukoza, powyżej zaś 30 dni sacharoza. Skrobia jest słabo wykorzystywana aż do wieku 50 dni [27]. Jest to związane z występowaniem w przewodzie pokarmowym cieląt odpowiednich enzymów. I tak wg Dollara i Portera [11] początkowo występuje tu tylko laktaza, po 5 tygodniach maltaza, a dopiero po 7 tygodniach sacharaza. W tych warunkach podawanie wraz z białkiem znacznych ilości skrobi, nie mogącej ulec szybkiemu strawieniu, prowadzi do biegunek. Oddzielenie białka roślinnego od towarzyszącej mu skrobi mogłoby więc w dużym stopniu przyczynić się do jego bardziej efektywnego wykorzystania, zwalniając równocześnie pewną ilość bardziej wartościowego białka mleka.

Choć badania nad zastąpieniem białek zwierzęcych, odpowiednio preparowanymi białkami roślinnymi, rozwinęły się dopiero po drugiej wojnie światowej, sam pomysł liczy sobie blisko 100 lat. Już w roku 1879 Amerykanin John Kellog opracował (i sprzedał!) pierwszy preparat „mięsoopodobny” [13]. Pierwszy patent na zastępujący mleko preparat wydano w Niemczech w 1911 roku [25]. Intensywne prace nad tym problemem prowadzono w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych w Stanach Zjednoczonych i na Dalekim Wschodzie, głównie w Japonii, gdzie produkty spożywcze ze soi mają wielowiekową tradycję. Głównym problemem było pozbawienie soi niekorzystnych właściwości organoleptycznych. Pierwszym sukcesem, zarówno z żywieniowego jak i handlowego punktu widzenia, było mleko sojowe, produkowane w Hong-Kongu z całych nasion soi z dodatkiem cukru, witamin i substancji zapachowych, tzw. „Vitasoy”.

Obecnie, w wielu krajach, produkuje się wyroby o różnych właściwościach fizycznych (teksturowanie), odżywczych (dodatek witamin, soli mineralnych i aminokwasów) i organoleptycznych (barwienie, dodatki sma-

kowe i zapachowe). W Stanach Zjednoczonych przepisy zezwalają na zastosowanie preparatów białek roślinnych w zestawach śniadaniowych dla dzieci szkolnych w ilości do 30% pod warunkiem, że współczynnik wydajności wzrostowej białka (PER) nie jest mniejszy niż 2,50. Współczynnik taki (2,63) charakteryzuje białko izolatu sojowego z dodatkiem metioniny [13].

Prace nad otrzymywaniem izolatów białkowych prowadzi się również w krajach socjalistycznych. W Niemieckiej Republice Demokratycznej opatentowano metodę ekstrakcji białka z nasion oleistych, a także zielonki i mikroorganizmów [35].

Preparowanie nasion i izolacja białka

Najprostszą metodą zwiększania procentowej zawartości białka w paszach zawierających nasiona gruboziarniste, przy równoczesnym obniżeniu zawartości włókna, jest łuskanie nasion. Zawartość włókna w tych nasionach jest stosunkowo wysoka — w przypadku łubinu około 20%. O ile zawartość białka w łubinie wynosi 30—40% to jego ilość w łuskach waha się w granicach 2—3%. Bailey i wsp. [3] stwierdzili, że współczynnik wydajności wzrostowej białka (PER) łubinu łuskanego jest o 10% wyższy niż białka całych nasion. Korzystny wpływ łuskania na wartość pokarmową białka stwierdza również Nitsan [31] w pracy nad bobikiem. Nawet przy stosunkowo skomplikowanej przeróbce mączki sojowej w celu jej zastosowania jako dodatku do chleba i ciastek, uprzednie łuskanie nasion wpłynęło korzystnie na konsystencję produktu, zwłaszcza przy zastosowaniu większego dodatku soi [49]. Edwards i Duthie [14] stwierdzili wzrost energii metabolicznej bobiku po łuskaniu o około 30%. Według Andrewsa [2] mogło to być wynikiem inhibitorów zawartych w łupinach, ponieważ nawet zakładając ich zerową wartość energetyczną, wzrost energii po ich odrzuceniu nie powinien być aż tak duży.

Łuskanie, wpływając korzystnie na wartość pokarmową białek roślinnych, nie zmienia jednak w większym stopniu zawartości prostszych węglowodanów i substancji toksycznych w surowcu, a także jego smaku i zapachu. Zmiany takie osiągnąć można przez sporządzanie koncentratów i izolatów białkowych.

Koncentraty zawierają około 70% białka, a otrzymuje się je przez wymycie z odtłuszczonej mączki związków rozpuszczalnych, głównie węglowodanów i soli mineralnych. Używane są najczęściej do wyrobów garmażeryjnych i konserw mięsnych [34].

Najbardziej przetworzonym produktem są izolaty, zawierające ponad 90% białka. O ile w przypadku koncentratów sposób odtłuszczania mącz-

ki służącej do ich produkcji nie ma zasadniczego znaczenia, ponieważ rozpuszczeniu ulega nie białko, lecz towarzyszące mu substancje, to do produkcji izolatów niezbędny jest surowiec zawierający białko łatwo rozpuszczalne. Dyskwalifikuje to mączki poddane uprzednio odtłuszczeniu lub tostowaniu w wyższej temperaturze, która powoduje denaturację białka [5].

Metody produkcji izolatów białkowych polegają na rozpuszczeniu białka, zwykle w wodnym roztworze alkaliów lub soli, a następnie wytrącaniu go kwasami w punkcie izoelektrycznym (najczęściej pH około 4,5). Modyfikacje polegają na różnych sposobach zwiększania rozpuszczalności białka, np. przez stosowanie ultradźwięków [52], czy enzymów [28].

Duże znaczenie ma stosowanie odpowiednio rozcieńczonego rozpuszczalnika: wyższe stężenie umożliwia wyekstrahowanie większej ilości białka, natomiast niższe chroni przed niekorzystnymi zmianami, które mogą mieć miejsce w czasie ekstrakcji. Pewne straty mogą również powstawać skutkiem nie wytrącania kwasem lekkich, łatwo rozpuszczalnych białek [16]. Nie jest zupełnie jasne w jakim stopniu rozdrobnienie nasion wpływa na wydajność ekstrakcji białka. Według jednych autorów rozdrobnienie nie ma tu wielkiego znaczenia [16, 21], według innych wpływ taki był widoczny [32]. Flink i Christiansen [15] stwierdzili, że przy ekstrakcji białka z bobiku średnica ziaren mączki nie powinna przekraczać 0,2 mm.

Przy alkalicznej ekstrakcji białek roślinnych częstym zjawiskiem jest występowanie zielonego zabarwienia produktu. Jest ono wynikiem utleniania zawartych w roślinie polifenoli do odpowiadających im chinonów. Można temu zapobiec przez zastosowanie dodatku środków redukujących, np. kwasu askorbinowego [32].

Innym niebezpieczeństwem jest powstawanie pod wpływem alkaliów z lizyny i cystyny lub seryny nienormalnego aminokwasu lizynoalaniny [6]. Woodard i Short [53] stwierdzili zmiany w nerkach szczurów żywionych preparatem sojowym poddanym działaniu 0,1n ługu sodowego, za które mógł być odpowiedzialny właśnie ten aminokwas. Oprócz bezpośredniego toksycznego działania lizynoalaniny, którego zresztą nie potwierdzają badania Beeka i wsp. [4], powstawanie tego aminokwasu kosztem lizyny i cystyny obniża zawartość tych cennych aminokwasów w izolacie [37].

Surowcem stosowanym najczęściej do produkcji izolatów białkowych jest soja, co jest wynikiem tradycyjnie dużego areału uprawy tej rośliny oraz wysokiej wartości pokarmowej białka jej nasion. Na skalę fabryczną produkcja uruchomiona została w Stanach Zjednoczonych w roku 1935. Ciekawą właściwością białka odtłuszczonej mączki sojowej w przeciwieństwie do większości białek roślinnych jest fakt, że podczas gdy

woda destylowana (pH 6,6) rozpuszcza je w 92%, to niewielki dodatek soli obojętnych wyraźnie obniża rozpuszczalność. Tak np. w 0,1n roztworze soli kuchennej rozpuszczalność spada z 92 do 45% [47]. Ponieważ w większości przypadków źródła wody przemysłowej są zanieczyszczone różnymi solami, dla zneutralizowania ich wpływu stosuje się dodatek alkaliów.

Rzadziej niż soja, do sporządzania ekstraktów białkowych stosowane są nasiona innych roślin, np. arachidu [7, 39], słonecznika [19, 30], rzepaku [16] czy bawełny [29]. Prace te jednak nie wychodzą na ogół poza skalę laboratoryjną, względnie nie wdrożonych jeszcze opracowań technologicznych [10]. W Polsce prowadzi się badania nad otrzymywaniem ekstraktów z nasion uprawianych w naszym kraju gatunków roślin: bobiku [21], łubinu [20] i rzepaku [43].

Skład aminokwasowy i wartość pokarmowa izolatów

O wartości pokarmowej białek decyduje ich skład aminokwasowy. W przypadku białek roślinnych sytuacja komplikuje się skutkiem różnej dostępności aminokwasów wchodzących w skład białek z odmiennych surowców, a także występowania w roślinach substancji toksycznych, obniżających strawność białka. Izolacja białka może mieć określony wpływ na te czynniki.

W literaturze brak jednolitego poglądu na temat zmian zachodzących w białku w czasie jego ekstrakcji. Lawhon i wsp. [29] badając ekstrakty białkowe z nasion bawełny, otrzymane na drodze ultrafiltracji, stwierdzili wyraźny wzrost zawartości lizyny w białku ekstraktu, a także w niektórych przypadkach zależnie od zastosowanej modyfikacji metody — cystyny, natomiast spadek waliny i fenyloalaniny. Odmienne wyniki uzyskali Lachance i Molina [28], stosując ekstrakcję enzymatyczno-chemiczną. Obok lizyny wyraźnie wzrosła zawartość prawie wszystkich aminokwasów niezbędnych, z wyjątkiem metioniny i tryptofanu. Girault [16] badając ekstrakty z rzepaku stwierdził, że skład aminokwasowy białka rozpuszczalnego ługiem sodowym lub roztworem chlorku sodowego, w zasadzie nie różnił się od składu białka mączki. Po wytrąceniu białka kwasem solnym precypitat zawierał nieco mniej lizyny i cystyny. Jednakże po zastosowaniu kwasu trójchlorooctowego wytrącone białko było bogate w aminokwasy siarkowe i lizynę. Było to najprawdopodobniej skutkiem wyższej zawartości tych aminokwasów w lżejszych frakcjach białek, które nie wytrącały się pod działaniem kwasu solnego.

Różne metody ekstrakcji i strącania białek mogą prowadzić do przewagi różnych frakcji w otrzymanym izolacie. Frakcje te mogą też po-

ważnie różnić się między sobą składem aminokwasowym. Keizo Ischino i Ortega [22] badali skład aminokwasowy nasion fasoli oraz wyekstrahowanych roztworem chlorku sodowego frakcji globulin (dializa) i białka wytrąconego kwasem solnym. Stwierdzili oni między innymi, że zawartość cystyny, wynosząca w całym nasieniu 0,42%, we frakcji wytrąconej HCl wzrosła do 0,87%, natomiast we frakcji globulin, stanowiącej 75% całego białka, była prawie taka sama jak w białku nasion (0,40%). Same globuliny nie były również jednolite i w ich frakcji alfa, najruchliwszej elektroforetycznie, stanowiącej innej więcej połowę globulin, zawartość cystyny spadła do 0,12%.

Stosunkowo niewielkie zmiany w składzie aminokwasowym białka bobiku w czasie ekstrakcji wodorotlenkiem wapnia stwierdzili Patel i Johnson [32]. Różnice w zawartości poszczególnych aminokwasów w mączce i ekstrakcie nie przekraczały 8%, jedynie ilość cystyny obniżyła się w czasie ekstrakcji o 18% i w tym stopniu wzrosła zawartość tryptofanu.

Już z tego krótkiego zestawienia widać, że choć zmiany w składzie aminokwasowym białek w czasie ekstrakcji są niewątpliwe, to różnorodność stosowanych metod uniemożliwia na razie przeprowadzenie uogólnień. Ponadto, również przy zastosowaniu identycznej metody, białka pochodzące z różnych gatunków roślin zachowują się odmiennie. Sarwar i wsp. [44] ekstrahując białko soi i rzepaku 0,2% roztworem wodorotlenku sodu, stwierdzili w obu przypadkach pewne obniżenie zawartości lizyny, natomiast zawartość cystyny w białku soi spadła z 1,44 na 0,85%, a w przypadku rzepaku wzrosła z 1,54 na 2,25%. Sosulski i Sarwar [48] ekstrahując białka nasion oleistych wodorotlenkiem sodu stwierdzili wzrost zawartości aminokwasów siarkowych w izolatach z soi i rzepaku, natomiast spadek w białkach słonecznika i krokosza. Poziom lizyny uległ we wszystkich przypadkach obniżeniu.

O ile zmiany w składzie aminokwasowym ekstraktów białkowych podawane przez różnych autorów są skutkiem różnic w surowcu i stosowanych metodach trudne do porównania, to wyniki oceny ich wartości pokarmowej są mimo znacznych rozbieżności nieco bardziej przejrzyste.

Sarwar i Sosulski [45] oznaczali współczynniki wydajności wzrostowej białka (PER) mączek i izolatów białkowych m.in. z soi, słonecznika i rzepaku. Wskaźnik ten dla białek lepszych mączek tzn. soi i słonecznika, obniżył się w wyniku ekstrakcji odpowiednio z 2,13 i 1,99 na 1,84 i 1,59. W przypadku rzepaku jednak współczynnik ten wzrósł z 1,79 na 2,33 i okazał się wyższy od kazeiny użytej jako białko odniesienia. Obniżenie wartości pokarmowej białka izolatu z soi w stosunku do odtłuszczonej mączki stwierdzili również Sarwar i wsp. [44], jednakże tym razem jakość białka rzepaku nie uległa poprawie.

Lahance i Molina [28] stwierdzili wzrost wartości pokarmowej, izolowanego enzymatycznie białka mączki kokosowej, lecz według Chandrasekara i Kinga [8] wzrost ten w przypadku stosowania enzymów jest mniejszy niż przy klasycznej ekstrakcji alkaliami.

W Instytucie Zootechniki przeprowadzono próby ekstrakcji wodnej i alkalicznej białka bobiku (21). Uzyskane wyniki wskazują na wyraźne obniżenie wartości biologicznej białka, zwłaszcza w przypadku ekstrakcji wodnej. Obniżenie to można było przynajmniej częściowo powiązać z wyraźnym spadkiem przyswajalności metioniny, aminokwasu ograniczającego wartość pokarmową tego białka. W badaniach nad ekstrakcją alkaliczną białka trzech odmian łubinu (20) stwierdzono tylko nieznaczne zmiany w zawartości aminokwasów niezbędnych, przy czym mimo użycia tej samej metody, zmiany te nie były regularne. Pomimo podobnej zawartości metioniny i lizyny (również w ich formie przyswajalnej), aminokwasów warunkujących wartość pokarmową białka nasion łubinu, wyniki oceny biologicznej przeprowadzonej na szczuarch, były zróżnicowane. Wartość biologiczna białka nasion łubinu gorzkiego wzrosła z 52,9 na 60,5; natomiast w przypadku łubinów słodkich spadła z 56,4 na 53,6 (popularny) i z 70,9 na 64,2 (afus). Cytowane wyniki sugerują, że ekstrakcja białka z nasion roślin motylkowych podnosi jego wartość w surowcach gorszej jakości (np. rzepak i łubin gorzki), natomiast może ją obniżyć w przypadku surwców szlachetniejszych, jak soja czy słonecznik.

Zastosowanie ekstraktów białkowych

Głównym argumentem na rzecz szerszego zastosowania preparowanych białek roślinnych w przemyśle paszowym i spożywczym, jest ich stosunkowo niska cena.. Tak np. w 1972 roku w Japonii cena 1 kg izolatu białkowego z soi wynosiła w przeliczeniu 1,20 dolara, podczas gdy cena 1 kg mięsa drobiu była niemal dwukrotnie wyższa (2,30 dolara), natomiast cena 1 kg wołowiny wynosiła 5 dolarów. W przeliczeniu na 1 kg białka, ceny te zmieniały się jeszcze bardziej na korzyść izolatu. Cena 1 kg białka izolatu sojowego wynosiła 1,33 dolara, a białka mleka (znacznie tańszego niż mięsa wołowego lub wieprzowego) 17,26 dolara [42].

Badania nad zastosowaniem izolatów białkowych w preparatach mlekozastępczych dla cieląt i jagniąt znajdują się dopiero w stadium początkowym. Pierwsze próby częściowego zastąpienia białka mleka w preparacie dla cieląt ekstraktem białka soi, przeprowadzili z końcem lat sześćdziesiątych Gorill i Nicholson [17] uzyskując zachęcające wyniki, zwłaszcza przy dodatku metioniny. Walker i Kirk [50, 51] stosowali izolat biał-

kowy z soi (Promine D) w nisko i średniobiałkowych dawkach dla młodych jagniąt. Okazało się, że zwłaszcza w dawkach niskobiałkowych białko izolatu było stosunkowo słabo trawione. Autorzy przypuszczają, że pewne zahamowanie wzrostu zwierząt obserwowane w trakcie doświadczenia, mogło być wynikiem rozkładu niestrawionego białka przez bakterie jelita grubego, i związanego z tym wytwarzania się toksycznego amoniaku. Dodatek metioniny poprawił wykorzystanie białka soi, mimo to jednak ustępowało ono nadal białku mleka krowiego. Autorzy postulują konieczność dalszych badań nad przyczynami stosunkowo niskiej strawności białka soi u jagniąt.

Wydaje się, że przy obecnym stanie badań, całkowite zastąpienie białka mleka białkiem roślinnym w tego rodzaju preparatach nie jest możliwe. Nie przekreśla to jednak możliwości częściowego użycia izolatów, co przy zastosowaniu na większą skalę, może dać znaczne korzyści ekonomiczne. Tak np. Dutchie i wsp. [12] z powodzeniem zastosowali izolat białkowy z bobiku w preparacie mlekozastępczym dla cieląt i jagniąt z tym, że jego udział w dawce nie był wyższy niż 10%.

Lepsze wyniki osiąga się stosując koncentraty i izolaty sojowe w produktach spożywczych dla ludzi, co być może jest wynikiem bardziej skomplikowanych receptur. Najczęściej preparatów tych używa się jako dodatków do mięs, pieczywa i zup, choć znajdują zastosowanie nawet w pożywkach dla dzieci [33]. Oprócz obniżenia kosztów produkcji, dodatek koncentratów poprawia barwę produktów mięsnych a także zmniejsza kurczenie się mięsa przy smażeniu [26]. Ponadto, koncentrat białka sojowego może w pewnym stopniu hamować utlenianie (jełczenie) tłuszczów, co przedłuża trwałość wyrobów garmazeryjnych [46]. Przemysł mięsny w Stanach Zjednoczonych zużywa rocznie około 10000 ton izolatów i 14000 ton koncentratów białkowych z soi [40]. Najczęściej preparaty te stosowane są jako dodatek do wyrobów mielonych w rodzaju hamburgerów, ponieważ pozwala to na uniknięcie dodatkowej przeróbki polegającej na nadawaniu białku struktury włókienkowej, imitującej mięso [9].

Izolaty sojowe mogą być praktyczne rzecz biorąc stosowane we wszystkich produktach mleczarskich, jak np. lody, desery i napoje. Najczęściej używa się ich do produkcji serów. Ramamurti i wsp. [38] sporządzili z izolatu arachidu ser, zaszczepiając koagulat białkowy mikroorganizmami *Streptococcus lactis*, *S. citrophilus* i *S. cremoris*. Dodawano barwnika, soli kuchennej i przypraw. Najwięcej kłopotu sprawiło wytrącenie białka, ponieważ enzymy roślinne koagulowały je bardzo słabo, a zwierzęce w ogóle nie dawały osadu. Problem rozwiązano stosując koagulację termiczną (ogrzewanie zawiesiny izolatu w cytrynianie sodowym przy pH 5,5 w 94°C, przez 5 minut).

W laboratorium technologii żywności w Indiach wyprodukowano preparat „Miltone” oparty na izolacie białka arachidu poddanego działaniu nadtlenu wodoru, celem wyeliminowania aflatoksyn. Produkt ten posiada wszystkie cechy mleka i wiąże się z nim nadzieje na dwukrotne zwiększenie podaży pożywek mlecznych dla dzieci [25] w tym kraju.

Podsumowując wyniki omówionych badań trzeba stwierdzić, że w ich obecnym stadium nie można udzielić jednoznacznej odpowiedzi na pytania dotyczące zmian zachodzących w białkach roślinnych w czasie ich ekstrakcji, a także zmian wartości pokarmowej produktu w stosunku do surowca. Wydaje się jednak celowe dalsze rozwinięcie badań nad izolacją białka, zwłaszcza z mniej wartościowych roślin, przy czym w Polsce szczególną uwagę zwracać musi rzepak, ze względu na dobry skład aminokwasowy i możliwość wyeliminowania na tej drodze szkodliwych glikozydów. W przypadku surowców wyższej jakości, ekstrakcja białka może być celowa w przypadku zastosowania ich bezpośrednio w produktach spożywczych przeznaczonych dla ludzi.

LITERATURA

1. Abbot J.C.: The efficient use of world protein supplies. w „Proteins in Human Nutrition”, ed. Porter J. and Rolls B., Academic Press, London-New York, 75, 1973.
2. Andrews R.J.: Alternative sources of protein. w „Nutrition Conference for Feed Manufacturers: 8”, ed. Swan H. and Lewis D., Butterworth, London, 63, 1974.
3. Bailey R.W., Mills S.E., Hove E.L.: Composition of sweet and bitter lupin seed hulls with observations on the apparent digestibility of sweet lupin seed hulls by young rats., J. Sci. Fd Agric., 25, 955, 1974.
4. Beek L. van., Feron V.J., de Groot A.P.: Nutritional effects of alkali-treated soyprotein in rats. J. Nutr., 104, 12, 1630, 1974.
5. Betschart A.A.: Factors influencing the extractability of safflower protein (*Carthamus tinctorius* L.). J. Food Sci., 40, 5, 1010, 1975.
6. Bohak Z.: NE-/DL-2-amino-2-carboxyethyl/-L-lysine, a new amino acid formed on alkaline treatment of proteins., J. Biol. Chem., 239, 2878, 1964.
7. Cater C.: New peanut protein recovery can add to food supply. Oil Mill Gaz., 78, 6, 10, 1973.
8. Chandrasekaran A., King W.: Enzymatic modification of the extractability of protein from coconuts (*Cocos nucifera*). J. Agric. Fd. Chem., 15, 305, 1967.
9. Circle S.J., Johnson D.W.: Edible isolated soybean protein. w „Processed Plant Protein Foodstuffs” ed. Altschul A., Academic Press, New York, 399, 1958.
10. Demeczky M., Zsuzsa S.: Feherje-izolatuma eloallitasa extrahalt anpraforgo darabol. Elelmezesi ipar., 8, 225, 1975.
11. Dollar A.M., Porter J.W.: Utilization of carbohydrates by the young Calf. Nature, 179, 4753, 1299, 1957.

12. Duthie J., Edwards D.G., Rodgers B., Andrews R., Wright J.: Preliminary studies on the suitability of field bean (*Vicia faba*) protein isolates for lambs and calves. Proc. Nutr. Soc., 33, 40A, 1974.
13. Edmondson J.E., Graham D.M.: Animal protein — substitutes and extenders, J. Anim. Sci., 41, 2, 698, 1975.
14. Edwards D.G., Duthie J.: Processing to improve the nutritive value of field beans. J. Sci. Fd Agric., 24, 496, 1973.
15. Flink J., Christiansen I.: The production of protein isolate from *Vicia faba*., Lebensmitt. Wissen. Tech., 6, 3, 102, 1973.
16. Girault A.: The study of some properties of rapeseed protein with a view to protein concentrate production. J. Sci. Fd Agric., 24, 5, 509, 1973.
17. Gorill A., Nicholson J.: Growth, digestibility and nitrogen retention by calves fed milk replacers containing milk and soybean protein supplemented by methionine. Can. J. Anim. Sci., 49, 3, 135, 1969.
18. de Groot A.P., Slump P.: Effect of severe alkali treatment of proteins on amino acid composition and nutritive value. J. Nutr., 98, 45, 1969.
19. Hagenmaier R.: Aquaeus processing of full fat sunflower seeds: yields of oil and protein. J. Am. Oil Chem. Soc., 51, 10, 470, 1974.
20. Hanczakowski P., Krasnodębska J., Zima J.: Skład i wartość pokarmowa białka ekstrahowanego z nasion peluszk i łubinu. Acta Agr. Silv. ser. zoot., 1976 (w druku).
21. Hanczakowski P., Ryś R., Maciejewicz J.: Preparaty mlekozastępcze z białka roślinnego dla cieląt. I. Wartość biologiczna białka bobiku ekstrahowanego w środowiskach o różnych pH. Przem. Spoż., 28, 3, 1974.
22. Ishino K., Ortega M.L.: Fractionation and characterization of major reserve proteins from seeds of *Phaseolus vulgaris*. J. Agric. Fd Chem., 23, 3, 529, 1975.
23. Jalil M.E., Tahir W.M.: World supplies of plant proteins. w „Proteins in Human Nutrition”, ed. Porter J. and Rolls B., Academic Press, London — New York, 35, 1973.
24. Johnson D.W.: Use of soy products in dairy product replacement. J. Amer. Oil Chem. Soc., 52, 4, 270 A, 1975.
25. Jonas J.J.: Impact of vegetable proteins on dairy products. J. Milk Fd Technol., 38, 1, 39, 1975.
26. Judge M., Hangh C., Zachariah G., Parmelee C., Pyle R.: Soya additives in beef patties. J. Food Sci., 39, 1, 137, 1974.
27. Kwiatkowska A.: Stopień wykorzystania różnych węglowodanów przez młode cielęta. Biul. Inst. Gen. Hod. Zwierząt, 20, 87, 1970.
28. Lachance P., Molina M.: Nutritive value of fiber-free coconut protein extract obtained by an enzymic-chemical method. J. Food Sci., 39, 3, 581, 1974.
29. Lawhon J.T., Lin S., Rooney L., Cater C., Mattil K.: Utilization of cotton seed whey protein concentrates produced by ultrafiltration. J. Food Sci., 39, 1, 183, 1974.
30. Lin M., Humbert E.: Certain functional properties of sunflower meal products. J. Food Sci., 39, 2, 368, 1974.
31. Nitsan Z.: *Vicia faba* beans vs. soybean meal as a source of protein., J. Sci. Fd Agric., 5, 252, 1971.

32. Patel K.M., Johnson J. A.: Horsebean as protein supplement in breadmaking. I. Isolation of horsebean protein and its amino acid composition. *Cereal Chem.*, 51, 5, 693, 1974.
33. Peng A.C.: Plant proteins in foods. *Ohio Rep.*, 58, 5, 111, 1973.
34. Peng A.C.: Plant proteins materials incorporated in foods. *Ohio Rep.*, 60, 6, 94, 1975.
35. Prah l L., Schwenke K.: Process for extraction of proteins from protein and lipid containing raw materials. D.D.R. Patent 111911. *Cyt. za Dairy Sci. Abstr.*, 37, 10, 6081, 1975.
36. Pritchard P., Dryburgh E., Wilson B.: Carbohydrates of spring and winter field beans (*Vicia faba* L.). *J. Sci. Fd Agric.*, 24, 6, 663, 1974.
37. Provansal M.M., Cug J.L.A., Chafte l J.C.: Chemical and Nutritional modifications of sunflower proteins due to alkaline processing. Formation of amino acid cross-links and izomerizations of lysine residues. *J. Agric. Food Chem.*, 23, 5, 938, 1975.
38. Ramamurti K., Sreenivasamurthy V., Johar D.: Preparations of cheese-like products from peanut and the biochemical changes that take place during their ripening., *Food Tech.*, 18, 6, 888, 1964.
39. Rhee K.C., Cater C.M., Mattil K.F.: Effect of processing pH on the properties of peanut protein isolates and oil. *Cer. Chem.*, 50, 4, 395, 1973.
40. Rosen G.D.: Factors governing the use of soya-bean and other oilseed proteins. w „Proteins in Human Nutrition”, ed. Porter J. and Rolls B., Academic Press, London—New York, 383, 1973.
41. Rutherford B. McC.: World protein supplies. w „Nutrition Conference for Feed Manufacturers:8” ed. Swan H. and Lewis D., Butterworth, London, 3, 1974.
42. Rutkowski A.: Produkty z białka sojowego w Japonii. *Przem. Spoż.*, 29, 11, 421, 1975.
43. Rutkowski A.: Technologische Richtlinien bei der Verarbeitung von Rapsproteinen zu Eiweisskonzentraten und — isolaten. *Nahrung*, 19, 9, 10, 941, 1975.
44. Sarwar G., Shannon D.W., Bowland J.P.: Effect of processing conditions on the availability of aminoacids in soybean and rapeseed proteins when fed to rats., *J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment.*, 8, 3, 137, 1975.
45. Sarwar G., Sosulski F.W.: Nutritional evaluation of oilseed meals and protein isolates by mice., *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 6, 1, 17, 1973.
46. Sagar M.R., Pratt D.E.: Lipid oxidation and fatty acid changes in beef combined with vegetables and textured vegetable protein. *J. Am. Diet. Assn.*, 64, 268, 1974.
47. Smith A.K.: Vegetable protein isolates. w „Processed Plant Protein Foodstuffs” ed. Altschul A., Academic Press, New York, 249, 1958.
48. Sosulski F.W., Sarwar G.: Amino acid composition of oilseed meals and protein isolates. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 6, 1, 1, 1973.
49. Tsen C.C., Farrell E.P., Hoover W.J., Crowley P.R.: Extruded soy products from whole and dehulled soybeans cooked at various temperatures for bread and cookie fortifications. *Cereal Fd World*, 20, 9, 413, 1975.
50. Walker D.M., Kirk R.D.: The utilization by preruminant lambs of milkreplacers containing isolated soya bean protein. *Aust. J. Agric. Res.*, 26, 6, 1025, 1975.

51. Walker D.M., Kirk R.D.: The utilization by preruminant lambs of isolated soya bean protein in low protein milk replacers. *Aust. J. Agric. Res.*, 26, 6, 1037, 1975.
52. Wang L.C.: Ultrasonic extraction of proteins from autoclaved soybean flakes. *J. Food Sci.*, 40, 3, 549, 1975.
53. Woodard J.C., Short D.D.: Toxicity of alkali-treated soy protein in Rats. *J. Nutr.*, 103, 4, 569, 1973.