

Anna Jędrusek-Golińska, Józef Korczak, Dominik Kmiecik, Katarzyna Czaczyk*
Marzanna Hęś

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

Katedra Technologii Żywnienia Człowieka, *Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności

Śruta rzepakowa jako surowiec do produkcji hydrolizatów białkowych

Defatted rapeseed meal as a raw material for production of protein hydrolysates

Słowa kluczowe: śruta rzepakowa, hydroliza kwasowa, hydrolizaty białkowe, skład chemiczny hydrolizatów, smakowitość hydrolizatów

Key words: rapeseed meal, acid hydrolysis, protein hydrolysates, chemical composition of hydrolysate, taste evaluation

Śruta rzepakowa wykorzystywana jest przede wszystkim jako pasza. Znane są próby wykorzystania jej na cele spożywcze, w tym także możliwość zastosowania do produkcji hydrolizatów, jednak zagadnienie to nie zostało jeszcze dokładnie przebadane. Celem pracy było określenie warunków hydrolizy niezbędnych do otrzymania hydrolizatu o właściwej charakterystyce chemicznej. Ze śruty rzepakowej odmiany Kana wyprodukowano hydrolizaty kwasowe w 5 wariantach, które różniły się między sobą temperaturą (105 lub 121°C), czasem trwania hydrolizy (6 lub 12 h), stężeniem kwasu solnego (4,5 lub 6 M) oraz stopniem neutralizacji (pH 4,0 lub 5,5). Dodatkowo zhydrolizowano również śrutę rzepakową otrzymaną z zesypu linii żółtonasiennej, która charakteryzuje się inną niż czarna zawartością włókna i białka. W obu rodzajach śruty oznaczono zawartość białka, błonnika, składników mineralnych i suchej masy. Hydrolizaty scharakteryzowano pod względem zawartości azotu ogólnego, azotu α -aminowego, soli, suchej masy, składników mineralnych i cukrów prostych. Obliczono również stopień hydrolizy białka oraz scharakteryzowano ich cechy sensoryczne. Uzyskane wyniki wskazują, że warunki hydrolizy śruty ciemnonasiennej w zróżnicowany

Defatted rapeseed meal is used first of all for animal feeding. The attempts to use it in nutrition have been reported, for example for production of protein hydrolysates. However, this issue has not been investigated well enough. The aim of the study was to determine the conditions necessary for obtaining hydrolysates with good chemical and sensory evaluation. Five kinds of hydrolysates were produced. They differ from each other by temperature (105 or 121°C), and time of hydrolysis (6 or 12 h), hydrochloric acid concentration (4.5 or 6 M) or in degree of neutralization (pH 4.0 or 5.5). Additionally, rapeseed meal obtained from yellow seeds which contains more protein and less fiber than the black one was hydrolyzed. The content of protein, fiber, ash and dry matter were determined in both meals. Total nitrogen, amino nitrogen, salt, ash, dry matter and monosaccharides were determined in hydrolysates. The degree of protein hydrolysis and sensory properties were evaluated additionally. The results obtained for black meal show that the conditions of hydrolysis influenced the quantity of such indices as amino nitrogen (the highest value — 0.74 g/100 g was noticed for samples hydrolysed in 121°C) and monosaccharides: the lowest levels of glucose

sposób wpływają przede wszystkim na zawartość azotu α -aminowego: jego najwyższą zawartość (0,74 g/100 g) zanotowano dla prób autoklawowanych. Oddziałują również istotnie na zawartość cukrów prostych, przede wszystkim glukozy (jej najmniejszą zawartość 0,87 g/l wykazały próby autoklawowane, najwyższą — 5,86 g/l próby ogrzewane przez 6 h w 4,5 M kwasie solnym w temperaturze 105°C i neutralizowane do pH 4,0) i arabinozy (odpowiednio 0,21 i 1,25 g/l). Najniższe zawartości soli (19,7%), popiołu (19,0%) i suchej masy (28,2%) oznaczono w próbach ogrzewanych przez 6 h w 4,5 M kwasie solnym w temperaturze 105°C i neutralizowanych do pH 4,0, natomiast najwyższe (odpowiednio 22,6, 23,5, 31,1%) — w próbach neutralizowanych do pH 5,5. Porównując skład chemiczny hydrolizatów otrzymanych ze śruty czarnej i żółtej wykazano, że różnią się one zawartością poszczególnych cukrów prostych (np. glukozy odpowiednio 4,7 i 7,32 g/l) i popiołu (odpowiednio 21,3 i 20,7%). Śruta rzepakowa wydaje się być dobrym surowcem do produkcji hydrolizatów białkowych, które oprócz walorów żywieniowych mogłyby też poprawiać cechy sensoryczne żywności oraz dodatkowo odgrywać pewną rolę w hamowaniu oksydacji tłuszczów. Te dodatkowe ich właściwości wymagają scharakteryzowania w toku dalszych badań.

(0.87 g/L) and arabinose (0.21 g/L) were observed in samples hydrolysed in 121°C, the highest (5.86 g/L and 1.25 g/L, respectively) — in samples hydrolysed in 105°C (4.5 M HCl, 6 h, pH 5,5). The least quantities of salt (19.7%), ash (19.0%) and dry matter (28.2%) were determined in samples neutralized to pH 4.0 (105°C, 6 h, 4.5 M HCl), and the highest — in samples neutralized to pH 5.5 (22.6, 23.5 and 31.1%, respectively). The content of total nitrogen was rather constants. The hydrolysates from black or yellow defatted rapeseed meals differ from each other by content of monosaccharides (for instance glucose 4.7 and 7.32 g/L, respectively) and ash (21.3 and 20.7%, respectively). The defatted rapeseed meal seems to be a good source for production of protein hydrolysates which have a good nutritional value and some antioxidant effect.

Wstęp

Hydrolizaty białkowe są to produkty otrzymane w wyniku hydrolizy bogatych w białko surowców roślinnych i zwierzęcych (Pazoła 1970). Uzyskuje się je metodą hydrolizy alkalicznej, kwasowej lub enzymatycznej. Każda z nich ma pewne wady. Najrzadziej stosowana jest hydroliza przy pomocy zasad, głównie NaOH i KOH, ponieważ w jej trakcie dochodzi do znacznych strat aminokwasów siarkowych, seryny, treoniny, racemizacji aminokwasów z formy L do formy D, a często także tworzenia związków toksycznych, takich jak lizyno-alanina. W produkcji przemysłowej, zwłaszcza do otrzymywania dodatków smakowo-zapachowych, przeprowadza się hydrolizę kwasową. Jej katalizatorem jest najczęściej kwas solny, rzadziej siarkowy. Hydroliza kwasowa przyczynia się do rozpadu tryptofanu i częściowo tyrozyny; w jej wyniku powstają także związki złożone, tzw. huminy. W celu pozyskania hydrolizatów wysokowartościowych stosuje się enzymy proteolityczne. Katalizują one rozpad białka w sposób zbliżony

do trawienia w przewodzie pokarmowym, umożliwiają zachowanie wartości biologicznej natywnego substratu i pozwalają uzyskać produkt o zdefiniowanym profilu białkowym. Jednak na skutek niepełnego rozpadu w hydrolizatach enzymatycznych obecne są gorzkie peptydy, zawierające przynajmniej jedną aminokwasową resztę hydrofobową w cząsteczce. Mimo, że znane są metody zmniejszenia gorzkości hydrolizatów stanowi to jednak ograniczenie w stosowaniu tych produktów (Flaczyk 1997a; Komorowska, Stecka 1998; Pazoła 1970; Stenberg i in. 2001).

Hydrolizaty białkowe wykazują szereg zalet żywieniowych i technologicznych. Są doskonałym źródłem łatwo przyswajalnego azotu, aminokwasów (także egzogennych) i wartościowych biologicznie peptydów. Z tego względu stosowane są do otrzymywania odżywek mlekozastępczych, wzbogacania wartości odżywczej produktów spożywczych, stanowią również składnik preparatów do odżywiania dożylnego oraz odżywek dla rekonwalescentów i sportowców. Nie do przecenienia jest ich rola w żywieniu osób cierpiących na alergię pokarmową, fenyloketonurię i inne zaburzenia trawienia i wchłaniania (Bautista i in. 2000; Cordle 1994; Dzwolak, Ziajka 1993; Flaczyk 1997b; Komorowska, Stecka 1998; Lahl, Braun 1994; Synowiecki, Sikorska-Wiśniewska 1997).

Technologiczne zalety hydrolizatów białkowych związane są głównie z ich oddziaływaniem na smak i zapach produktów spożywczych, co wynika z obecności w nich kwasu glutaminowego i innych aminokwasów, 5-rybonukleotydów, produktów reakcji Maillarda (Pazoła 1970; Weir 1986). Na uwagę zasługuje fakt, że mimo iż same zawierają spore ilości soli, nie tylko nie powodują zwiększenia dawki chlorku sodu z dietą, ale ze względu na pobudzanie kubków smakowych wręcz pozwalają zmniejszyć jego spożycie (Flaczyk, Korczak 1995). Hydrolizaty posiadają też właściwości konserwujące i zdolność obniżania aktywności wody (Vallejo-Cordoba i in. 1986). Ponadto ich właściwości przeciwutleniające, wobec coraz powszechniejszej wiedzy na temat szkodliwości procesów utleniania tłuszczów i ich konsekwencji, stanowią jedną z ważnych przesłanek do ich produkcji (Amarowicz, Shahidi 1997; Jung i in. 2000; Korczak 1998; Korczak i in. 1998; Pratt i in. 1981; Shahidi, Amarowicz 1996). Szerokie zastosowanie hydrolizatów związane jest również z ich właściwościami emulgującymi, stabilizującymi i pianotwórczymi.

Typowymi surowcami białkowymi do produkcji hydrolizatów były jak dotąd kazeina, albumina mleczna, skwarki, mączki mięsne, rybne i rogowe, gluten pszenny, drożdże oraz śruty i makuchy (Flaczyk 1997a; Kijowski i in. 1992; Pazoła 1970). Ostatnio pojawiły się jednak publikacje sugerujące, że dobrym źródłem do otrzymywania hydrolizatów białkowych są też kokosy (Pham i Rosario 1983a, 1983b), ryby pelagiczne z gatunku *Mallotus villosus* (Shahidi i in. 1995), białka mięśniowe fokii *Phoca groenlandica* (Shahidi i in. 1994) i panczerzyki krewetek *Crangon crangon* (Synowiecki, Quawi Al-Khateeb 2000).

Śruta rzepakowa nie była dotychczas powszechnie stosowana jako surowiec do produkcji hydrolizatów białkowych. Według Pazoły (1970) zawiera ona zbyt mało białka, a proces jej hydrolizy jest długi i kosztowny. Śruta ta jest jednak produkowana w Polsce na szeroką skalę. Jej białko jest dobrze zbilansowane pod względem zawartości aminokwasów niezbędnych, ma więcej niż śruta sojowa aminokwasów siarkowych i treoniny, jest też dobrym źródłem tryptofanu (Bura-czewski 2000). Ponadto w wyniku podejmowanych ostatnio prób zastosowania canoli do produkcji przypraw (na wzór sosu sojowego) otrzymano hydrolizaty o podobnym do sojowych smaku i stopniu akceptowalności (Ma, Oraikul 1986a, 1986b). Okazało się też, że częściowa hydroliza izolatów białkowych rzepaku polepsza ich właściwości funkcjonalne i pozwala na ich zastosowanie do produkcji m.in. pieczywa, lodów i produktów mięsnych (Vioque i in. 1999; Vioque i in. 2000). Wydaje się zatem, że zasadne jest podjęcie badań dotyczących optymalizacji procesu hydrolizy tego surowca.

Celem pracy było zbadanie, jak poszczególne parametry hydrolizy kwasowej (czas trwania i temperatura procesu, stężenie kwasu oraz stopień zobojętnienia) wpływają na wybrane wyróżniki hydrolizatów białkowych śruty rzepakowej (zawartość azotu ogólnego, azotu α -aminowego, soli, popiołu, suchej masy i cukrów prostych). Podjęto również próbę porównania jakości hydrolizatów otrzymanych z odmiany ciemnonasiennej (Kana) i zesypu linii żółtonasiennych.

Material metody

Do otrzymania hydrolizatów białkowych wykorzystano śrutę z ciemnonasiennej odmiany rzepaku Kana, pochodzącą z Hodowli Roślin „Strzelce” Oddział Borowo oraz śrutę z zesypu linii żółtonasiennych uzyskanych w Zakładzie Roślin Oleistych IHAR w Poznaniu. Przed hydrolizą śrutę odtłuszczono w aparacie Soxhleta przy użyciu eteru naftowego. Ilość kwasu solnego dobierano zgodnie z praktyką przemysłową na podstawie zawartości azotu ogólnego w surowcu wyjściowym (Pazoła 1970). Standardowy wariant hydrolizy przeprowadzono dla obu rodzajów śruty ogrzewając je przez 6 h z dodatkiem 4,5 M kwasu solnego pod chłodnicą zwrotną w temperaturze 105°C, a następnie zobojętniono przy pomocy bezwodnego węgla sodu do pH 5,5. Modyfikacje tego wariantu obejmowały zmiany temperatury (121°C, autoklaw), czasu trwania procesu (12 h), stężenia użytego kwasu solnego (6 M) i stopnia zobojętnienia (pH 4,0). Wszystkie hydrolizaty filtrowano i odbarwiano 2% dodatkiem węgla „Carbopol” CWO-3, a po upływie dwóch tygodni dojrzewania filtrowano i suszono rozpyłowo.

W obu rodzajach śruty oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla (AOAM) w aparacie Kjeltex (Tecator) i błonnika metodą Van Soesta (1964, 1967) uwzględniając modyfikację Mc Queena i Nicholsona (1979) w aparacie

Fibertec (Tecator). Oznaczono także suchą masę metodą suszarkową w temperaturze 105°C w naczynkach wagowych z piaskiem i popioł po mineralizacji w temperaturze 600°C przez 7 godzin (Pluszyński, Bagdach 1967). Hydrolizaty scharakteryzowano pod względem zawartości azotu ogólnego, azotu α -aminowego (Spies 1957), popiołu i suchej masy. Chlorki oznaczono metodą Mohra (Pluszyński, Bagdach 1967), cukry proste natomiast techniką chromatografii cieczowej (HPLC) w aparacie Merck-Hitachi. Obliczono stopień hydrolizy białka. Dokonano także charakterystyki sensorycznej hydrolizatów: próby rozcieńczono wodą destylowaną w stosunku 1 : 20, a następnie określono opisowo ich smakowitość.

Wyniki i ich omówienie

Przeprowadzone badania składu podstawowego obu rodzajów śruty rzepakowej (tab. 1 i 2) wskazują, że ziarno żółte charakteryzuje się istotnie wyższą zawartością błonnika, w tym ADF i hemiceluloz, a co za tym idzie — wyższą zawartością popiołu i suchej masy. Jest to zgodne z danymi opublikowanymi przez Piotrowską i in. (2000). Różnicę zaobserwowano jednak w zawartości białka przeliczonego na suchą masę beztłuszczową. Dla śruty czarno- i żółtonasiennej wynosi ona odpowiednio 40,4 i 38,8% według uzyskanych przez nas wyników, jest zatem niższa niż wykazały to przytoczone badania.

Tabela 1

Skład chemiczny śruty czarno- i żółtonasiennej
The chemical composition of black and yellow deffated rapeseed meals

Wyróżnik Index [%]	Rodzaj śruty — <i>Kind of meal</i>		
	czarnonasienna — <i>black</i>		żółtonasienna — <i>yellow</i>
	nie odtuszczona <i>with fat</i>	odtuszczona <i>defatted</i>	odtuszczona <i>defatted</i>
Tłuszcz — <i>Fat</i>	40,19±2,52*	–	–
Białko — <i>Protein</i>	19,47±0,09	36,13±0,16	35,94±0,42
Popiół — <i>Ash</i>	3,65±0,17	6,60±0,09 a	8,34±0,08 b
Sucha masa — <i>Dry matter</i>	93,28±0,23	89,50±0,41a	92,70±0,31 b

* — Dane przedstawiają wartości średnie z dwóch–trzech powtórzeń oraz odchylenie standardowe, wartości oznakowane innymi literami w tym samym wierszu różnią się statystycznie istotnie przy $p < 0,05$ — *Data presents mean value from two-three replicates and standard deviation, values marked by different letter in the same line are significantly different at $p < 0.05$*

Tabela 2

Zawartość błonnika w śrucie czarno- i żółtonasiennej
The content of crude fiber in black and yellow defatted rapeseed meals

Rodzaj śruty <i>Kind of meal</i>	NDF [%]	ADF [%]	Celuloza <i>Cellulose</i> [%]	Lignina <i>Lignin</i> [%]	Hemicelulozy <i>Hemicellulose</i> [%]
Czarnonasienna <i>Black</i>	24,54±0,86 a*	21,85±0,75 a	14,27±0,83 a	7,58±0,74 a	2,69 a
Żółtonasienna <i>Yellow</i>	20,86±0,58 b	12,09±0,72 b	9,65±0,15 b	2,39±0,26 b	8,77 b

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanations see Table 1*

Wpływ warunków hydrolizy na zmiany zachodzące w białku oceniano na podstawie różnic w zawartości azotu ogólnego, azotu α -aminowego, jak również stopnia hydrolizy (tab. 3). Stopień hydrolizy przedstawia przybliżoną ilość uzyskanych aminokwasów, a mierzony jest stosunkiem zawartości azotu α -aminowego do azotu ogólnego. Uważa się, że stopień zhydrolizowania białka zależy w dużej mierze od temperatury, w jakiej proces zachodzi (Konrad, Lieske 1979; Pham, Rosario 1983a). W tym zakresie temperatur, w którym hydrolizowane były nasze próby (105 i 121°C) zmiana ta nie była istotna statystycznie. Próby ogrzewane w autoklawie przy ciśnieniu 1 atmosfery, a więc w temperaturze 121°C, wykazały najwyższą zawartość azotu α -aminowego, ale jednocześnie również azotu ogólnego, zatem obliczony dla nich współczynnik hydrolizy nie różnił się istotnie od pozostałych. Może to wynikać ze stosunkowo niewielkiego wzrostu temperatury (o 15°C), jak również z tego, że stopień hydrolizy białka był już w próbie standardowej bardzo wysoki. Dobierając warunki, w jakich ma być przeprowadzona hydroliza, należy zawsze pamiętać, że wzrost temperatury wpływa w istotny sposób na rozpad aminokwasów. Za bezpieczną temperaturę hydrolizy uważa się zakres 100–120°C, ponieważ w tych warunkach w środowisku kwaśnym większość aminokwasów zachowuje stabilność. Przekroczenie tej granicy powoduje, że rozmiary uszkodzeń aminokwasów są większe niż wynikałoby to z przedłużonego czasu trwania hydrolizy lub ze zbyt dużego stężenia kwasu (Konrad, Lieske 1979; Lieske, Konrad 1979).

Zwiększenie stopnia hydrolizy można też osiągnąć przez wzrost stężenia kwasu — maleje wówczas ilość zniszczonych aminokwasów i poprawia się smak produktu (Konrad, Lieske 1979; Lieske, Konrad 1979; Pazoła 1970; Pham, Rosario 1983a). W naszych badaniach wzrost koncentracji katalizatora nie spowodował jednak większej defragmentacji białka. Wskazuje to, że 4,5 M stężenie kwasu solnego jest wystarczające do zhydrolizowania śruty rzepakowej; stężenia tego nie należy zwiększać. Potwierdza to wyniki Konrada i Lieske'a (1979), według

których począwszy od określonego stopnia koncentracji kwasu, stopień hydrolizy pozostaje stały. Należy też pamiętać, że zbyt duży dodatek kwasu pociąga za sobą większe zużycie neutralizatora i przez to niekorzystnie podnosi zawartość soli w produkcie końcowym.

Przedłużenie czasu hydrolizy do 12 h także nie przyczyniło się do większego rozpadu białka na aminokwasy — zawartość azotu α -aminowego nie zmieniła się istotnie w stosunku do próby przyjętej za standard (105°C, 4,5 M HCl, 6 h, pH 5,5). Podobnie nie zaobserwowano istotnych zmian w zawartości azotu ogólnego, azotu aminowego oraz stopniu hydrolizy w próbach neutralizowanych do pH 4,0.

Ilości azotu ogólnego i α -aminowego oznaczone w hydrolizatach żółtonasiennej śruty (tab. 4) nie różniły się istotnie od uzyskanych dla śruty czarnonasiennej w tych samych warunkach. W związku z tym także stopień hydrolizy białka kształtował się w obu przypadkach na podobnym poziomie.

Jak widać więc zastosowanie zmiennych, względnie łagodnych warunków pozwala na otrzymanie z obu rodzajów śruty rzepakowej hydrolizatów o dobrych parametrach chemicznych. Należy wszakże zaznaczyć, że analiza zmian zachodzących w białku podczas hydrolizy wyłącznie na podstawie zmian w ilości azotu ogólnego i α -aminowego wydaje się być niewystarczająca. Dla pełniejszej oceny tych zmian konieczne jest równoczesne przeprowadzenie analizy składu aminokwasowego, co zostanie zrealizowane w następnych etapach badań.

Na zawartość soli, popiołu i suchej masy w hydrolizatach decydujący wpływ miało stężenie kwasu solnego (tab. 5). Zwiększenie koncentracji kwasu solnego z 4,5 do 6 M spowodowało konieczność użycia większej ilości bezwodnego węglanu sodu do neutralizacji, a zatem powstanie większej ilości chlorku sodu i — w konsekwencji — wyższe zawartości popiołu i suchej masy. Najniższą zawartość popiołu wykazał hydrolizat zneutralizowany do pH 4,0. Hydrolizat ze śruty żółtonasiennej zawierał podobne ilości soli i suchej masy w odniesieniu do standardu, charakteryzował się jednak większą zawartością popiołu (tab. 6).

Zawartość cukrów prostych we wszystkich rodzajach wyprodukowanych przez nas hydrolizatów śruty rzepakowej przedstawiają tabele 7 i 8. Zawartość tych związków w hydrolizatach wynika z ich naturalnej obecności w śrucie, jak również z rozpadu takich związków, jak np. celuloza czy hemicelulozy. Trzeba też pamiętać, że w podwyższonej temperaturze (a taka panuje podczas hydrolizy) cukry proste mogą reagować z aminokwasami dając produkty reakcji Maillarda. Zatem interpretacja wpływu warunków hydrolizy i rodzaju śruty na ich ilość powinna być rozpatrywana z uwzględnieniem tych dwóch podstawowych czynników. Przypuszczamy, że niska zawartość glukozy i arabinozy w hydrolizatach wyprodukowanych pod zwiększonym ciśnieniem spowodowana jest właśnie ich wchodzeniem w reakcje z aminokwasami. Wiadomo bowiem, że współczynnik temperaturowy Q_{10} , określający krotność wzrostu szybkości reakcji przy wzroście temperatury o 10°C, jest dla tej reakcji wysoki i waha się od 3 do 6

Tabela 3

Wpływ warunków hydrolizy na zawartość azotu ogólnego, azotu α -aminowego i stopień hydrolizy białka w hydrolizatach białkowych ze śruty czarnonasiennej — *The effect of hydrolysis conditions on the content of total nitrogen, amino nitrogen and degree of hydrolysis in protein hydrolysates obtained from black deffated rapeseed meal*

Temperatura Temperature	Stężenie HCl Concentration of HCl [M]	Czas hydrolizy Time of hydrolysis [h]	Stopień neutralizacji Degree of neutralization [pH]	Azot ogólny Total nitrogen [g/100 g]	Azot α -aminowy Amino nitrogen [g/100 g]	Stopień hydrolizy Degree of hydrolysis [%]
105°C	4,5	6	5,5	0,87±0,01 *	0,69±0,01 a	79±1,53
			4,0	0,87±0,01	0,68±0,01 a	78±2,12
	6,0	12	5,5	0,88±0,01	0,68±0,01 a	77±1,41
		6	5,5	0,82±0,05	0,67±0,03 a	79±3,00
121°C	4,5	6	5,5	0,92±0,02	0,74±0,01 b	81±2,65

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanation as in Table 1*

Tabela 4

Wpływ procesu hydrolizy (105°C, 4,5 M HCl, 6 h, pH 5,5) na zawartość azotu ogólnego, azotu α -aminowego i stopień hydrolizy białka w zależności od rodzaju śruty rzepakowej — *The effect of hydrolysis conditions (105 °C, 4,5 M HCl, 6 h, pH 5,5) on the content of total nitrogen, amino nitrogen and degree of hydrolysis in protein hydrolysates obtained from black and yellow defatted rapeseed meals*

Rodzaj śruty Kind of meal	Azot ogólny Total nitrogen [g/100 g]	Azot α -aminowy Amino nitrogen [g/100 g]	Stopień hydrolizy Degree of hydrolysis [%]
Czarnonasienna — <i>Black</i>	0,87±0,01 *	0,69±0,01	79±1,53
Żółtonasienna — <i>Yellow</i>	0,88±0,01	0,70±0,02	80±1,53

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanation as in Table 1*

Tabela 5

Wpływ warunków hydrolizy na zawartość soli, popiołu i suchej masy w hydrolizatach śruty rzepakowej — *The effect of hydrolysis conditions on the content of sodium chloride, ash and dry weight in protein hydrolysates obtained from black defatted rapeseed meal*

Temperatura Temperature	Stężenie HCl Concentration of HCl [M]	Czas hydrolizy Time of hydrolysis [h]	Stopień neutralizacji Degree of neutralization [pH]	NaCl Salt [%]	Popiół Ash [%]	Sucha masa Dry matter [%]
105°C	4,5	6	5,5	20,6±0,97 a*	21,3±1,31 a	29,2±0,97 a
			4,0	19,7±0,89 a	19,0±0,39 c	28,2±0,05 a
	6,0	12	5,5	19,9±0,27 a	20,8±0,30 a	28,7±0,33 a
		6	5,5	22,6±0,60 b	23,5±0,48 b	31,1±0,86 b
121°C	4,5	6	5,5	19,9±0,45 a	20,8±0,60 a	29,1±0,76 a

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanation as in Table 1*

Tabela 6

Wpływ procesu hydrolizy (105°C, 4,5 M HCl, 6 h, pH 5,5) na zawartość soli, popiołu i suchej masy w zależności od rodzaju śruty rzepakowej — *The effect of hydrolysis conditions (105 °C, 4,5 M HCl, 6 h, pH 5,5) on the content of sodium chloride, ash and dry weight in protein hydrolysates obtained from black and yellow defatted rapeseed meals*

Rodzaj śruty Kind of meal	NaCl — Salt [%]	Popiół — Ash [%]	Sucha masa Dry matter [%]
Czarnonasienna — <i>Black</i>	20,6±0,97 *	21,3±1,31 a	29,2±0,97
Żółtonasienna — <i>Yellow</i>	19,2±0,33	20,7±0,33 b	29,0±0,19

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanation as in Table 1*

Tabela 7

Wpływ warunków hydrolizy na zawartość cukrów prostych w hydrolizatach czarnej śruty rzepakowej — *The effect of hydrolysis conditions on the content of monosacharides in protein hydrolysates obtained from black defatted rapeseed meal*

Temperatura Temperature	Stężenie HCl Concentration of HCl [M]	Czas hydrolizy Time of hydrolysis [h]	Stopień neutralizacji Degree of neutralization [pH]	Glukoza Glucose [g/l]	Ksyloza, galaktoza, mannoza Xylose, galactose, mannose [g/l]	Arabinoza Arabinose [g/l]
105°C	4,5	6	5,5	4,70±1,14 a*	1,28±0,19	0,97±0,11 ab
			4,0	5,86±0,47 a	1,22±0,27	1,25±0,24 a
		12	5,5	2,53±0,08 b	0,77±0,11	0,63±0,07 ab
	6,0	6	5,5	1,72±0,75 b	1,27±0,73	0,62±0,23 ab
121°C	4,5	6	5,5	0,87±0,11 b	0,97±0,13	0,21±0,02 b

Objaśnienia jak w tabeli 1 — *Explanation as in Table 1*

Tabela 8

Wpływ procesu hydrolizy (105°C, 4,5 M HCl, 6 h, pH 5,5) na zawartość cukrów prostych w zależności od rodzaju śruty rzepakowej — *The effect of hydrolysis conditions on the content of monosacharides in protein hydrolysates obtained from black and yellow defatted rapeseed meals*

Rodzaj śruty Kind of meal	Glukoza Glucose [g/l]	Ksyloza, galaktoza, mannoza Xylose, galactose, mannose [g/l]	Arabinoza Arabinose [g/l]
Czarnonasienna — <i>Black</i>	4,70±1,14 a	1,28±0,19 a	0,97±0,11
Żółtonasienna — <i>Yellow</i>	7,32±0,37 b	3,27±0,28 b	1,33±0,06

Objaśnienia jak w Tabeli 2 — *Explanation as in Table 2*

(Korczak 2001). Wysoka zawartość glukozy w hydrolizacie żółtej śruty może wynikać z jej naturalnie wysokiego poziomu w liniach żółtonasiennych, natomiast na istotnie wyższą zawartość ksylozy, galaktozy i mannozy wpłynęła prawdopodobnie wyższa niż w śrucie czarnonasiennej zawartość hemiceluloz.

Otrzymane hydrolizaty poddano też ocenie sensorycznej. Z badań przeprowadzonych przez Kozik (1998) wynika, że hydrolizaty śruty rzepakowej wykazują podobny stopień akceptowalności jak hydrolizaty sojowe. Również wszystkie nasze hydrolizaty posiadały przyjemny smak i zapach, których natężenie i jakość były jednak zróżnicowane. Najintensywniejszy bukiet smakowo-zapachowy o charakterze mięsno-grzybowym wykazał hydrolizat białkowy ogrzewany w temperaturze 121°C, najniższe noty zebrały hydrolizat wyprodukowany z dodatkiem 6 M kwasu solnego („nieco kwaśny”, „z dość nieprzyjemnym posmakiem”) oraz hydrolizat neutralizowany do pH 4,0 („z goryczką”). Hydrolizat ze śruty żółtonasiennej był dobrze akceptowany, charakteryzował się jednak innym profilem smakowym, określanym jako smak mięsa wołowego.

Wnioski

- Śruta rzepakowa jest dobrym surowcem do produkcji hydrolizatów białkowych.
- Zastosowanie nawet łagodnych warunków hydrolizy pozwoliło otrzymać produkt o dobrej charakterystyce chemicznej, w tym o wysokim stopniu hydrolizy białka.
- Hydrolizaty z obu rodzajów śruty zawierały podobne ilości azotu ogólnego i aminokwasowego, soli i suchej masy oraz miały podobny stopień hydrolizy, różniły się zawartością poszczególnych cukrów prostych i popiołu.
- Oba rodzaje hydrolizatów posiadały dobre cechy sensoryczne, różniły się jednak profilem smakowym.

Conclusion

- The defatted rapeseed meal is a good source for production of protein hydrolysates.
- The hydrolysates with good chemical evaluation could be obtained even with the use of gentle hydrolysis conditions.

- The hydrolysates from black or yellow defatted rapeseed meals have similar contents of total and amino nitrogen, salt and dry matter but they differ from each other by content of monosacharides and ash.
- The hydrolysates from black and yellow defatted rapeseed meals had good sensory characteristics but they differ from each other in kind of taste.

Literatura

- Amarowicz R., Shahidi F. 1997. Antioxidant activity of peptide fractions of capelin protein hydrolysates. *Food Chem.* 58 (4): 355-359.
- Bautista J., Corpas R., Cremades O., Hernandez-Pinzon I., Ramos R., Villanueva A., Sanchez-Vioque R. 2000. Sunflower protein hydrolysates for dietary treatment of patients with liver failure. *JAOCS* 77 (2): 121-126.
- Buraczewski S. 2000. Wykorzystanie śruty rzepakowej w żywieniu zwierząt. W: *Rzepak podwójnie ulepszony*, praca zbiorowa PWRiL, Poznań.
- Cordle Ch.T. 1994. Control of food allergies using protein hydrolysates. *Food Tech.* 48 (10): 72-76.
- Dzwolak W., Ziajka S. 1993. Kierunki wykorzystania hydrolizatów białkowych. *Przem. Spoż.* 47 (11): 298-300.
- Flaczyk E., Korczak J. 1995. Hydrolizaty białkowe jako potencjalne symulanty smaku słonego. XXVI Sesja KTiChŻ PAN, Łódź, s. 15.
- Flaczyk E. 1997a. Zalety technologiczne i żywieniowe hydrolizatów białkowych. Część I. *Przem. Spoż.* 3: 6-8, 31.
- Flaczyk E. 1997b. Zalety technologiczne i żywieniowe hydrolizatów białkowych. Część II. *Przem. Spoż.* 4: 43-45.
- Jung W.-K., Nam K.-S., Shahidi F., Kim S.-K. 2001. Purification and characterization of antioxidative peptides from protein hydrolysate of lecithin-free egg Yolk. *JAOCS* 78 (6): 651-656.
- Kijowski J., Stangierski J., Leśniewski G. 1992. Enzymatyczny hydrolizat białkowy z frakcji kostnej po mechanicznym odkostnieniu kurcząt. *Przem. Spoż.* 46: 149-152.
- Komorowska A.D., Stecka K.M. 1998. Białka i ich hydrolizaty do celów spożywczych – moda czy potrzeba chwili? *Przem. Spoż.* 52 (3): 26-28.
- Konrad G., Lieske B. 1979. Herstellung und Verwendung von Proteinhydrolysaten. *Lebensmittel-industrie* 26 (10): 445-448.
- Korczak J. 1998. Czynniki warunkujące właściwości przeciwutleniające hydrolizatów białkowych soi i kazeiny. *Roczn. AR w Poznaniu, Rozprawy Naukowe*, Wyd. AR w Poznaniu.
- Korczak J., Janitz W., Hęś M. 1998. Hydrolizat śruty rzepakowej jako źródło naturalnych przeciwutleniaczy. *Rośliny Oleiste* XIX (1): 269-278.
- Korczak J. 2001. Przemiany węglowodanów w procesie produkcji potraw. W: *Współczesna wiedza o węglowodanach* (red. J. Gawęcki). Wyd. AR, Poznań.
- Kozik T. 1998. Wpływ warunków ogrzewania i dodatków przeciwutleniaczy naturalnych na jakość i trwałość mrożonych potraw mięsnych. Praca magisterska wykonana w Katedrze Technologii Żywności Człowieka AR w Poznaniu.

- Lahl W.J., Braun S.D. 1994. Enzymatic production of protein hydrolysates for food use. *Food Tech.* 48(10): 68-71.
- Lieske B., Konrad G. 1979. Bildung von Huminstoffen und Aminosäureausbeute bei der salzsauren Kaseinhydrolysate. *Lebensmittelindustrie* 26 (10): 449-451.
- Ma A.Y.M., Ooraikul B. 1986a. Optimization of enzymatic hydrolysis of canola meal with response surface methodology. *J. Food Proc. Preserv.* 10: 99-113.
- Ma A.Y.M., Ooraikul B. 1986b. A sauce product from enzyme-hydrolyzed canola meal. *J. Food Proc. Preserv.* 10: 163-176.
- Mc Queen R.E., Nicholson J.W.G. 1979. Modification of the neutral-detergent fibre procedure for cereals and vegetables by using amylase. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 62: 676-680.
- Pazoła W. 1970. *Technologia koncentratów spożywczych*. WNT, Warszawa.
- Pham C.B., Del Rosario R.R. 1983. The preparation of protein hydrolysate from defatted coconut and soybean meals. I. Effect of process variables on the amino nitrogen released and flavour development. *J. Food Technol.* 18: 21-34.
- Pham C.B., Del Rosario R.R. 1983. The preparation of protein hydrolysate from defatted coconut and soybean meals. II. Quality and sensory evaluation of products. *J. Food Technol.* 18: 163-170.
- Pluszyński E., Bagdach J. 1967. *Metody badania żywności wg norm. WPLiS*, Warszawa.
- Piotrowska A., Krótka A., Krzymański J. 2000. Wartość gospodarcza żółtonasiennych linii rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste XXI* (2): 359-368.
- Pratt D.E., Di Pietro C., Porter W.L., Giffee J.W. 1981. Phenolic antioxidants of soy protein hydrolysates. *J. Food Sci.* 47: 24-25, 35.
- Shahidi F., Synowiecki J., Balejko J. 1994. Proteolytic hydrolysis of muscle proteins of harp seal (*Phoca groenlandica*). *J. Agric. Food Chem.* 42: 2534-2638.
- Shahidi F., Han X.-Q., Synowiecki J. 1995. Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). *Food Chem.* 53: 285-293.
- Shahidi F., Amarowicz R. 1996. Antioxidant activity of protein hydrolysates from aquatic species. *JAACS* 73(9): 1197-1199.
- Spies J.R. 1957. *Methods in enzymology*. Vol. III. Academic Press, New York.
- Stenberg M., Marko-Varga G., Oste R. 2001. Racemization of amino acids during classical and microwave oven hydrolysis application to aspartame and a Maillard reaction system. *Food Chem.* 74 (2): 217-224.
- Synowiecki J., Sikorska-Wiśniewska G. 1997. Funkcjonalne właściwości i żywieniowe zastosowanie hydrolizatów białkowych. *Żywn. Technol. Jak.* 3 (12): 20-27.
- Synowiecki J., Quawi Al-Khateeb N.A.A. 2000. The recovery of protein hydrolysate during enzymatic isolation of chitin from shrimp Crangon crangon processing discards. *Food Chem.* 68(2): 147-152.
- Vallejo-Cordoba B., Nakai S., Powrie W.D. 1986. Protein hydrolysates for reducing water activity in meat products. *J. Food Sci.* 51: 1156-1161.
- Van Soest P.J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Preparation a fiber residues of low nitrogen content. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 46: 5-8.
- Van Soest P.J. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. Determination of plant cell wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 50: 50-55.
- Vioque J., Sanchez-Vioque R., Clemente A., Pedroche J., Bautista J., Millan F. 1999. Production and characterization of an extensive rapeseed protein hydrolysate. *JAACS* 76 (7): 819-823.

- Vioque J., Sanchez-Vioque R., Clemente A., Pedroche J., Millan F. 2000. Partially hydrolyzed rapeseed protein isolates with improved functional properties. *JAACS* 77 (4): 447-450.
- Weir G.S.D. 1986. Protein hydrolysates as flavourings. In: Hudson B.J.E. (ed.), *Developments in food proteins*. Elsevier, London 1986.