

Anna Jędrusek-Golińska¹, Józef Korczak¹, Anna Gliszczyńska-Świgło²,
Katarzyna Czaczyk³, Dominik Kmieciak¹

Akademia Rolnicza im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu

¹ Katedra Technologii Żywnienia Człowieka, ³ Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności

² Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Katedra Analizy Instrumentalnej

Koncentraty białkowe śruty rzepakowej jako surowiec do produkcji hydrolizatów białkowych*

The protein concentrates from defatted rapeseed meal as a raw material for production of protein hydrolysates

Słowa kluczowe: koncentraty białkowe, śruta rzepakowa, żywienie człowieka, hydroliza kwasowa, skład chemiczny hydrolizatów, smak hydrolizatów

Celem badań było uzyskanie i zhydrolizowanie otrzymanego ze śruty rzepakowej koncentratu białkowego. Koncentrat białkowy otrzymano poddając śrutę ekstrakcji 70% etanolem. Koncentrat i śrutę poddano hydrolizie kwasem solnym. Dzięki wstępnemu oczyszczeniu śruty rzepakowej alkoholem etylowym otrzymano preparat o wyższej zawartości białka (odpowiednio 42,4 i 35,9%) i niższej zawartości polifenoli (1,2 i 22,6 mg/g) w stosunku do surowca wyjściowego. Koncentrat i śruta zawierały także różne ilości węglowodanów i błonnika. Poddanie preparatu hydrolizie kwasowej pozwoliło na otrzymanie produktu o dobrej charakterystyce chemicznej, w tym o wysokim stopniu hydrolizy białka (74,8%). Hydrolizaty otrzymane z koncentratu białkowego i śrutę różniły się zawartością azotu aminowego i cukrów prostych, pozostałe wyróżniki kształtowały się na podobnym poziomie. Hydrolizat koncentratu był jaśniejszy. Oba rodzaje hydrolizatów posiadały dobre cechy sensoryczne. Nie stwierdzono w nich smaku gorzkiego. Lepszą ocenę ogólną zyskał hydrolizat śrutę rzepakowej.

Key words: protein concentrates, rapeseed meal, human nutrition, acid hydrolysis, protein hydrolysates, chemical composition of hydrolysates, taste evaluation

The aim of the study was to produce rapeseed protein concentrate and to hydrolyze it. Protein concentrate was obtained by extraction of rapeseed meal using 70% ethanol. The concentrate and the defatted rapeseed meal were hydrolyzed (HCl). Preliminary purifying of the defatted rapeseed meal with ethanol caused higher content of protein (42.4 and 35.9%, respectively) and lower content of polyphenols (1.2 and 22.6 mg/g) in the obtained concentrate with reference to the raw material. Obtained results show that protein concentrate and defatted rapeseed meal differed from each other in the content of carbohydrates and fibre, too. The acid hydrolysis of the concentrate yielded a product with good chemical evaluation and high degree of hydrolysis (74.8%). The hydrolysates obtained from protein concentrate and from defatted rapeseed meal differ from each other in the content of the amino nitrogen and monosaccharides; other parameters were similar. The hydrolysate of protein concentrate was lighter. Both kinds of hydrolysates had good sensory evaluation without bitterness. The hydrolysate of defatted rapeseed meal had better total sensory evaluation. It seems that the

* Badania finansowane przez KBN, projekt nr 0756/P06/2003/25

protein hydrolysates obtained from non-purified rapeseed meal are more profitable for consumers. It is necessary to confirm the obtained results by further research on comparing functional properties of both kinds of hydrolysates.

Wstęp

Głównym celem modyfikowania białek dla potrzeb żywienia człowieka jest uzyskanie produktów o zbilansowanym składzie aminokwasowym i wysokiej wartości odżywczej. Ostatnio coraz więcej uwagi poświęca się modyfikacjom umożliwiającym nadanie preparatom białkowym pożądanych właściwości funkcjonalnych. Zmiany te można osiągać na drodze genetycznej, fizycznej lub chemicznej. Do surowców roślinnych wykorzystywanych do otrzymywania preparatów białkowych należą nasiona roślin oleistych, w tym głównie soja. Niewielkie jak dotąd zastosowanie znalazły nasiona rzepaku.

Produkty przerobu nasion rzepaku, tj. wytłoki i śruta poekstrakcyjna, pozyskiwane są w naszym kraju na szeroką skalę. Wykorzystywane są przede wszystkim w żywieniu zwierząt, głównie nieprzeżuwających. Niewielkie, jak dotąd, znaczenie znalazły w żywieniu człowieka. Tymczasem dane literaturowe wskazują, że w porównaniu z soją, śruta rzepakowa zawiera mniej białka i więcej włókna, ma zatem niższą wartość energetyczną. Jej białko jest jednak dobrze zbilansowane pod względem zawartości niezbędnych aminokwasów, ma więcej niż śruta sojowa aminokwasów siarkowych i treoniny, mniej niepożądaną leucynę, jest też dobrym źródłem tryptofanu (Buraczewski 1990, Dorszewski i in. 1996, Pastuszewska i in. 1987). Zawiera 2 razy więcej wapnia i 1,5 raza więcej fosforu niż śruta sojowa. Jej wartość energetyczna jest 2 razy wyższa w porównaniu do śrut zbożowych (Bartkowiak-Broda i Krzymański 1988).

Wykorzystanie tego cennego surowca białkowego w żywieniu człowieka jest ograniczone m.in. przez wysoką zawartość włókna pokarmowego w śrucie oraz obecność polifenoli (Rutkowski i Kozłowska 1979).

Grupę związków fenolowych rzepaku tworzą przede wszystkim kwasy fenolowe, wśród których dominuje kwas sinapowy i jego ester z choliną — sinapina — oraz taniny skondensowane (Sosulski 1979, Zadernowski 1987). Ilość kwasów fenolowych w śrucie rzepakowej kształtuje się na poziomie 10–30 razy wyższym niż w soi (Naczek i in. 1998, Zadernowski i Kozłowska 1983).

Polifenole wykazują aktywność przeciwutleniającą — kontrolują stres oksydacyjny, chronią przed promieniowaniem UV i patogenami. Z drugiej jednak strony, są odpowiedzialne za ciemny kolor preparatów białek rzepaku i ich nieprzyjemny smak, określane jako gorzki i cierpki — ściągający (Naczek i in. 1998, Sosulski i Zadernowski 1978). Powodem tego jest powstawanie w roztworach wodnych połączeń polifenoli z białkami poprzez tworzenie wiązań wodorowych, jonowych i kowalencyjnych lub oddziaływań hydrofobowych (Shahidi i Naczek

1992, Xu i Diosady 2000b). Oddzielenie białek z tych kompleksów jest w związku z tym trudne, choć możliwe (Xu i Diosady 2000a). Poza tym, w wyniku reakcji utleniania, zarówno nie-, jak i enzymatycznego, z polifenoli powstają chinony, które także mogą reagować z niezbędnymi aminokwasami, enzymami i innymi składnikami żywności, obniżając ich wartość odżywczą oraz powodując pociemnienie barwy (Ohlson i Anjou 1979).

W celu usunięcia polifenoli ze śruty stosuje się ekstrakcję alkoholem etylowym (Eklung i in. 1971, Rutkowski 1972, Zadernowski i in. 1985) lub wodą (Jones 1978, Ohlson i Anjou 1979). Mimo wielu zalet, mankamentem otrzymanych w ten sposób koncentratów jest niska rozpuszczalność uzyskanych białek. Problem ten w przypadku rzepaku zaznacza się dość wyraźnie, bowiem podczas tostowania, tłoczenia i późniejszej ekstrakcji oleju część białek śruty ulega denaturacji, co znacznie obniża ich rozpuszczalność. Rozpuszczalność białek w otrzymanych ze śruty preparatach jest w związku z tym również znacznie ograniczona (Vioque i in. 1999).

Poddanie koncentratów białkowych śruty rzepakowej procesowi hydrolizy wydaje się dobrym rozwiązaniem tego problemu. Hydroliza białek wpływa bowiem zarówno na poprawę właściwości technologicznych, takich jak np. rozpuszczalność czy działanie przeciwutleniające, jak i na polepszenie smaku hydrolizowanego surowca.

Celem podjętych badań było uzyskanie hydrolizatów białkowych z koncentratu białkowego oraz ze śruty rzepakowej, a następnie porównanie ich wybranych wyróżników chemicznych i ocena organoleptyczna.

Material i metody

Material

Do badań wykorzystano ciemnonasienną odmianę rzepaku Kana, pochodzącą z Hodowli Roślin „Strzelce”, Oddział Borowo. Nasiona rozdrobniono a następnie odtłuszczono w aparacie Soxhleta przy użyciu eteru naftowego, uzyskując w ten sposób odtłuszczoną śrutę rzepakową.

Otrzymywanie koncentratu białkowego

Koncentrat otrzymano przez trzykrotne wytrząsanie śruty w 70% wodnym roztworze alkoholu etylowego (stosunek 1 : 20) w temperaturze pokojowej na wytrząsarce Elpan 357 i odwirowanie (3000 rpm przez 10 min.). Po zlanii supernatantu, osad suszono w temperaturze pokojowej i mrożono.

Przebieg procesu hydrolizy kwasowej

Koncentrat i śrutę rzepakową poddano hydrolizie kwasowej ogrzewając je przez 6 godzin z dodatkiem 4,5 M kwasu solnego pod chłodnicą zwrotną w tempe-

raturze 105°C. Ilość kwasu solnego dobierano zgodnie z praktyką przemysłową na podstawie zawartości azotu ogólnego w surowcu wyjściowym (Pazoła i in. 1959, Pazoła 1970). Następnie hydrolizaty zobojętniono przy pomocy bezwodnego węgla sodu do pH 5,5. Wszystkie hydrolizaty filtrowano i odbarwiano 2% dodatkiem węgla „Carbopol” CWO-3 i poddawano tzw. procesowi dojrzewania w temperaturze pokojowej w ciągu dwóch tygodni. W tym czasie nabierały one odpowiednich cech smakowych i zapachowych. Po etapie dojrzewania hydrolizaty filtrowano i suszono rozpyłowo. Proces hydrolizy przeprowadzono w trzech powtórzeniach dla każdego surowca.

Charakterystyka chemiczna i organoleptyczna hydrolizatów

W śrucie i koncentracie oznaczono zawartość azotu ogólnego metodą Kjeldahla (AOAM) w aparacie Kjeltec (Tecator). Przy obliczaniu zawartości białka zastosowano przelicznik 6,25. Zawartość neutralnego błonnika pokarmowego (NDF), kwaśnego błonnika detergentowego (ADF) i celulozy oznaczono metodą Van Soesta (1964, 1967). Do trawienia skrobi wykorzystano termostabilną α -amylazę (Termamyl, 120L) uwzględniając modyfikację Mc Queena i Nicholsona (1979). Badania przeprowadzono wykorzystując aparat 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 i Bagdach 1967). Węglowodany obliczono z tzw. różnicy, tj. przez odjęcie od 100 sumy zawartości białka, tłuszczu, błonnika, wody i popiołu, wyrażonych w procentach. Zawartość polifenoli ogółem oznaczono kolorymetrycznie przy długości fali 750 nm metodą Folina-Ciocalteu (Horwitz 1970). Wyniki analiz przedstawiono jako ekwiwalent stężenia kwasu sinapowego w mg/g hydrolizatu. Hydrolizaty scharakteryzowano pod względem zawartości azotu ogólnego, azotu α -aminowego, soli, popiołu, suchej masy, cukrów prostych, polifenoli oraz barwy. Zawartość azotu aminowego oznaczono metodą Spiesa i Chambersa (Spies 1957), która polega na kompleksowaniu wolnych aminokwasów i niskocząsteczkowych peptydów związkami miedzi. Powstałe kompleksy o różnym zabarwieniu przeprowadza się w kompleksy alaniny i mierzy ekstynkcję związków barwnych przy długości fali $\lambda = 620$ nm. Pomiarów dokonano na spektrofotometrze „Spekol 11” firmy Carl Zeiss Jena. Chlorki w hydrolizatach oznaczono metodą Mohra (Pluszyński i Bagdach 1967), ekstrahując sól wodą, a następnie miareczkując chlorki mianowanym roztworem azotanu srebra w obecności nasyconego chromianu potasu. Zawartość cukrów prostych (glukozy, ksylozy, galaktozy, mannozy i arabinozy) oznaczono techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) przy użyciu aparatu Merck-Hitachi. Barwę określono poprzez pomiar ekstynkcji roztworów hydrolizatów o zawartości 0,05% azotu ogólnego przy długości fali 420 nm. Obliczono stopień hydrolizy białka.

Ocenę organoleptyczną otrzymanych hydrolizatów przeprowadzono metodą profilowania smakowitości (PN-ISO 6564:1999). Zespół składał się z 5 osób, ocenę powtórzono czterokrotnie w odstępach tygodniowych. Ocenę składowych smakowitości oraz smakowitości ogólnej przeprowadzono na niestrukturowanych skalach liniowych o długości 10 cm.

Wyniki

Analiza składu podstawowego odtłuszczonej śruty rzepakowej i otrzymanego z niej koncentratu białkowego wykazała, że koncentrat zawierał istotnie więcej białka (42,4%), włókna pokarmowego (29,5%) i popiołu (7,8%) oraz dwukrotnie mniej węglowodanów w stosunku do śruty (tab. 1). Zawartość polifenoli ogółem, oznaczona kolorymetrycznie metodą Folina-Ciocalteu, kształtowała się w śrucie rzepakowej na poziomie 22,65 mg ekwiwalentu kwasu sinapowego na gram próby, co jest zgodne z danymi opublikowanymi m.in. przez Zadernowskiego i in. (1995). Ilość polifenoli w koncentracie była prawie dwudziestokrotnie niższa niż w śrucie i wynosiła 1,2 mg ekwiwalentu kwasu sinapowego na gram próby. Zwiększenie ilości ekstrakcji śruty lub podniesienie stężenia alkoholu etylowego przyczyniłoby się do dalszego obniżenia ilości polifenoli w koncentracie, spowodowałoby jednak

Tabela 1
Porównanie składu chemicznego odtłuszczonej śruty rzepakowej i otrzymanego z niej koncentratu białkowego — *The comparison of chemical composition of defatted rapeseed meal and protein concentrate obtained from it*

Wyróżnik <i>Index</i>	Rodzaj surowca — <i>Kind of raw material</i>	
	śruta rzepakowa <i>rapeseed meal</i>	koncentrat białkowy <i>protein concentrate</i>
Białko — <i>Protein</i> [g/100 g]	35,87±0,62 ^{a*}	42,41±0,89 ^b
Tłuszcz — <i>Fat</i> [g/100 g]	1,15±0,01 ^a	0,2±0,01 ^b
Włókno pokarmowe — <i>Dietary fibre</i> [g/100 g]	23,77±0,89 ^a	29,45±0,47 ^b
Węglowodany — <i>Carbohydrates</i> [g/100 g]	21,4 ^a	10,0 ^b
Popiół — <i>Ash</i> [g/100 g]	6,62±0,07 ^a	7,78±0,04 ^b
Woda — <i>Water</i> [g/100 g]	11,2±0,44	10,1±0,49
Polifenole ogółem — <i>Polyphenols</i> [mg/g]	22,65±0,24 ^a	1,23±0,07 ^b

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

równocześnie większe wyługowanie węglowodanów (Zadernowski 1985). Z uwagi na to, że z założenia koncentrat miał być poddany hydrolizie, uznano, że byłoby to niepożądane. Wiadomo bowiem, że podczas hydrolizy wskutek reakcji grup karbonylowych węglowodanów z grupami aminowymi peptydów i aminokwasów powstają związki, zwane produktami reakcji Maillarda – PRM, które nadają hydrolizatom białkowym charakterystyczną barwę, smak i zapach (Janicek i in. 1977, Korczak 2001, Weir 1986), wpływają także na ich aktywność przeciwutleniającą (Korczak 1998, Manzocco i in. 2001, Wijewickreme i in. 1999).

Koncentrat białkowy zawierał więcej włókna pokarmowego, w tym NDF i ADF – odpowiednio 29,45% i 26,40% w stosunku do 23,77% i 21,58% w odłuszczonej śrucie rzepakowej. Charakteryzował się także wyższą zawartością celulozy i ligniny oraz niższą hemiceluloz (tab. 2).

Tabela 2

Zawartość włókna pokarmowego w śrucie rzepakowej oraz koncentracie białkowym
The content of dietary fibre in defatted rapeseed meal and protein concentrate

Wyróżnik <i>Index</i> [%]	Rodzaj surowca — <i>Kind of raw material</i>	
	śruta rzepakowa <i>rapeseed meal</i>	koncentrat białkowy <i>protein concentrate</i>
NDF	23,77±0,89 ^{a*}	29,45±0,47 ^b
ADF	21,58±0,33 ^a	26,40±0,18 ^b
Celuloza — <i>Cellulose</i>	12,24±1,36 ^a	13,88±0,09 ^b
Lignina — <i>Lignin</i>	9,69±0,35 ^a	11,7±0,08 ^b
Hemicelulozy — <i>Hemicellulose</i>	2,70 ^a	2,40 ^b

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

Oba rodzaje hydrolizatów nie różniły się między sobą ilością azotu ogólnego. Istotnie statystycznie różnice zaobserwowano w zawartości azotu aminowego, była ona wyższa w hydrolizacie koncentratu i wynosiła 0,67 g/100 g hydrolizatu (tab. 3). Obliczony stopień hydrolizy, który przedstawia przybliżoną ilość uzyskanych aminokwasów, a jest mierzony stosunkiem zawartości azotu α -aminowego do azotu ogólnego, był także istotnie wyższy dla hydrolizatu otrzymanego z koncentratu. Nie zaobserwowano różnic między hydrolizatami w zawartości soli, popiołu i suchej masy. Hydrolizat śruty rzepakowej był wyraźnie ciemniejszy. Świadczy to o wyższej ilości zawartych w nim PRM, co z kolei wynika z wyższego poziomu węglowodanów w śrucie. Większa ilość PRM w hydrolizacie wiąże się jednak, obok wymienionych wyżej zalet, także z obniżeniem wartości odżywczej produktu. Przyczyniają się do tego straty aminokwasów, szczególnie lizyny, oraz obniżanie ich przyswajalności (Mauron 1981). Konieczne wydaje się zatem przeprowadzenie dodatkowych badań, w tym analizy składu aminokwasowego, co zostanie zrealizowane w następnych etapach badań.

Tabela 3

Zawartość azotu ogólnego, azotu α -aminowego, stopień hydrolizy białka, zawartość soli, popiołu, suchej masy, polifenoli oraz barwa hydrolizatów białkowych otrzymanych ze śruty oraz z koncentratu białkowego — *The content of total nitrogen, amino nitrogen, degree of hydrolysis and the content of sodium chloride, ash, dry weight, polyphenols and the colour of protein hydrolysates obtained from defatted rapeseed meal and protein concentrate*

Wyróżnik <i>Index</i>	Hydrolizat — <i>Hydrolysate</i>	
	śruty rzepakowej <i>rapeseed meal</i>	koncentratu białkowego <i>protein concentrate</i>
Azot ogólny — <i>Total nitrogen</i> [g/100 g]	0,88±0,01*	0,89±0,01
Azot α -aminowy — <i>Amino nitrogen</i> [g/100 g]	0,63±0,4 ^a	0,67±0,01 ^b
Stopień hydrolizy — <i>Degree of hydrolysis</i> [%]	70,5 ^a	74,8 ^b
NaCl [%]	20,12±0,65	21,03±0,49
Popiół — <i>Ash</i> [%]	20,16±0,51	19,89±1,29
Sucha masa — <i>Dry weight</i> [%]	27,75±0,44	26,32±0,49 ^a
Barwa — <i>Colour</i> [E ₄₂₀]	0,435±0,032 ^a	0,333±0,014 ^b
Polifenole ogółem — <i>Polyphenols</i> [mg/g]	8,45±0,11	8,04±0,07

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

Zawartość polifenoli w otrzymanych hydrolizatach białkowych śruty rzepakowej była sumą tych związków, które nie uległy degradacji podczas hydrolizy, a na którą składały się wolne kwasy fenolowe, kwasy fenolowe uwolnione z połączeń estrowych i glikozydowych, taniny i flawonoidy (Shahidi i Naczek 2004, Zadernowski 1987, Zadernowski i in. 1991). Zastanawiająca wydaje się bardzo wysoka zawartość polifenoli ogółem w hydrolizacie koncentratu (8,04 mg kwasu sinapowego na gram hydrolizatu w stosunku do 8,45 mg w śrucie). Sądzimy, że wpłynął na to wysoki stopień hydrolizy koncentratu i — w konsekwencji — uwolnienie polifenoli z połączeń z białkami, a także z niektórych połączeń glikozydowych i estrowych. Do podwyższenia poziomu polifenoli przyczynić się mogły również produkty rozpadu ligniny, której istotnie wyższy poziom obserwowano w koncentracie (tab. 2).

Ilość cukrów prostych w obu rodzajach hydrolizatów przedstawia tabela 4. Zawartość tych związków w hydrolizatach wynika z ich naturalnej obecności w śrucie rzepakowej, jak również z rozpadu takich związków, jak np. oligocukry, celuloza czy hemicelulozy. Głównymi oligocukrami rzepaku są sacharoza, stachioza i rafinoza, w skład których wchodzi m. in. glukoza i galaktoza (Soral-Śmietana i in. 1978). Z kolei mannoza, ksyloza i arabinoza, obok wymienionych, są komponentami hemiceluloz. Interpretacja wyników powinna uwzględniać również fakt, że w podwyższonej temperaturze cukry proste mogą reagować z aminokwasami dając PRM. Przypuszczamy, że obserwowany w hydrolizacie koncentratu niższy

poziom glukozy i arabinozy może wynikać z niższej wyjściowej zawartości węglowodanów. Przyczyną wyższego poziomu pozostałych oznaczonych cukrów prostych, tj. ksylozy, galaktozy i mannozy, w tym hydrolizacie może być ich łatwiejsze, przy niższym stężeniu glukozy, wchodzenie w reakcję Maillarda.

Tabela 4

Zawartość cukrów prostych w hydrolizatach otrzymanych ze śruty rzepakowej i koncentratu białkowego — *The content of monosacharides in protein hydrolysates obtained from defatted rapeseed meal and protein concentrate*

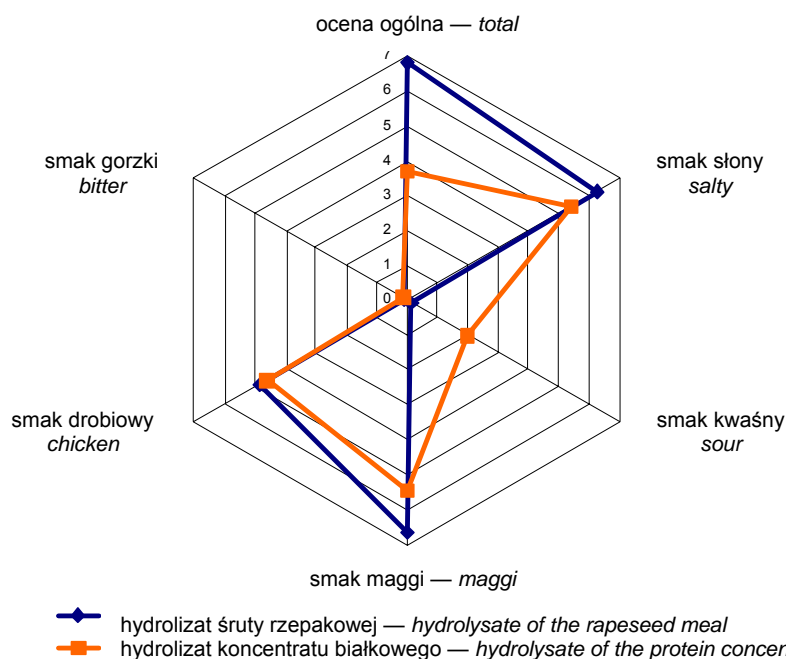
Wyróżnik <i>Index</i> [g/l]	Hydrolizat — <i>Hydrolysate</i>	
	śruty rzepakowej <i>rapeseed meal</i>	koncentratu białkowego <i>protein concentrate</i>
Glukoza — <i>Glucose</i>	4,7±0,26 ^{a*}	3,74±0,03 ^b
Arabinoza — <i>Arabinose</i>	0,97±0,06 ^a	0,65±0,01 ^b
Ksyloza, galaktoza, mannoza <i>Xylose, galactose, mannose</i>	1,27±0,15 ^a	2,74±0,04 ^b

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

Na podstawie przeprowadzonej oceny profilowej stwierdzono, że badane hydrolizaty nie były gorzkie (rys. 1). Przyczyny tego należy upatrywać w wysokim stopniu hydrolizy białka, który sprawił, że gorzkie peptydy uległy degradacji do wolnych aminokwasów (Adler-Nissen 1985). Lepszą ocenę ogólną uzyskał hydrolizat śruty rzepakowej. Złożyły się na to głównie mniejsza intensywność smaku kwaśnego oraz większa intensywność smaku maggi i słonego.

Wnioski

1. Hydrolizat białkowy otrzymany z koncentratu białkowego śruty rzepakowej charakteryzował się wyższym stopniem hydrolizy białka, większą zawartością azotu aminowego oraz jaśniejszą barwą w stosunku do hydrolizatu białkowego śruty rzepakowej.
2. Oba rodzaje hydrolizatów posiadały dobre cechy sensoryczne. Nie stwierdzono w nich smaku gorzkiego. Lepszą ocenę ogólną uzyskał hydrolizat śruty rzepakowej.
3. Wydaje się, że korzystniejsze jest oferowanie konsumentom hydrolizatów białkowych otrzymanych z nieoczyszczonej śruty rzepakowej. Wymaga to jednak potwierdzenia przy pomocy badań porównujących właściwości funkcjonalne obu rodzajów hydrolizatów.



Rys. 1. Ocena profilowa smaku hydrolizatów otrzymanych ze śruty rzepakowej i koncentratu białkowego — *The flavour profile evaluation of the hydrolysates obtained from defatted rapeseed meal and protein concentrates*

Literatura

- Adler-Nissen J. 1985. Enzymic hydrolysis of food proteins. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York.
- Bartkowiak-Broda I., Krzyżański J. 1988. Podstawowe wiadomości z hodowli i agrotechniki rzepaku ozimego. W: Poradnik specjalisty służby agrotechniczno-surowcowej przem. tłuszczowego. PWRiL, 7-23.
- Buraczewski S. 1990. Wykorzystanie śruty rzepakowej w żywieniu zwierząt. W: Rzepak podwójnie ulepszony. Horodyski A. (red.). PWRiL, Poznań.
- Dorszewski P., Podkówka Z., Szterk P., Podkówka W. 1996. Analiza składu chemicznego nasion, wyłoków i poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Rośliny Oleiste, XVII: 441-446.
- Eklung A., Agren G., Langler T. 1972. Rapeseed protein fractions. I – Preparation of a detoxified lipid-protein concentrate from rapeseed (*Brassica napus* L.) by a water-ethanol extraction method. J. Sci. Food Agric., 22 (10): 650-652.
- Horodyski A. 2002b. Rzepak ozimy. Wyd. IHAR, Poznań.
- Horwitz W. 1970. Official methods of analysis of the Official Analytical Chemists (AOAC). Washington, 15.049-15.055.
- Janicek G., Pokorny J., Davidek J. 1977. Chemia żywności. WNT, Warszawa.

- Jones J.D. 1978. Rapeseed protein concentrate: preparation and evaluation. *JAOCS*, 55 (3): 249A.
- Korczak J. 1998. Czynniki warunkujące właściwości przeciwutleniające hydrolizatów białkowych soi i kazeiny. *Roczn. AR w Poznaniu, Rozprawy Naukowe*, Wyd. AR w Poznaniu.
- Korczak J. 2001. Przemiany węglowodanów w procesie produkcji potraw. W: *Współczesna wiedza o węglowodanach* (red. J. Gawęcki). Wyd. AR, Poznań.
- Manzocco L., Calligaris S., Mastrocola D., Nicoli M.C., Lerici K.R. 2001. Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods. *Trends in Food Sci. Technol.*, 11: 340-346.
- Mauron J. 1981. The Maillard reaction in food; a critical review from the nutritional standpoint. W: *Progress in food and nutrition science*. Eriksson C. (ed.). Pergamon Press, Oxford.
- 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.
- Naczka M., Amarowicz R., Sullivan A., Shahidi F. 1998. Current research developments on polyphenolics of rapeseed/canola: a review. *Food Chem.*, 62 (4): 489-502.
- Ohlson R., Anjou K. 1979. Rapeseed protein products. *JAOCS*, 56: 431-437.
- Pastuszewska B., Grala W., Grala J. 1987. Ocena składu chemicznego i wartości odżywczej białka z rzepaku dwuzerowego. *Biul. Infor. Przem. Pasz.*, 3: 3-9.
- Pazoła W. 1970. *Technologia koncentratów spożywczych*. WNT, Warszawa.
- Pazoła Z., Ślósarek D., Świerczyński A., Świtek H. 1959. Optymalne warunki hydrolizy ciśnieniowej surowców białkowych za pomocą kwasu solnego. II. Hydroliza poekstrakcyjnych śrutów sojowych, arachidowych i rzepakowych. *Prace Instyt. i Labor. Badaw. Przem. Spoż.*, 2: 37-47.
- Pluszyński E., Bagdach J. 1967. *Metody badania żywności wg norm*. WPLiS, Warszawa.
- PN-ISO 6564:1999. *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości*.
- Rutkowski A. 1972. Koncentraty i izolaty białek nasion roślin oleistych. *Przem. Spoż.*, 26: 152-158.
- Rutkowski A., Kozłowska H. 1979. Chemical constituents and protein food processing of rapeseed. *JAOCS*, 56 (3): 475-477.
- Shahidi F., Naczka M. 1992. An overview of the phenolics of canola and rapeseed: chemical, sensory and nutritional significance. *JAOCS*, 69 (9): 917-924.
- Shahidi F., Naczka M. 2004. *Phenolics in food and nutraceuticals*. CRC Press, London.
- Soral-Śmietana M., Kozłowska H., Borejszo Z. 1978. Niskocząsteczkowe cukry w nasionach rzepaku i soi. *Roczn. Nauk Roln.*, 103: 181-191.
- Sosulski F. 1979. Organoleptic and nutritional effects of phenolic compounds on oilseed protein products: a review. *JAOCS*, 56: 711-714.
- Sosulski F., Zadernowski R. 1978. Free and bound phenolic acids in oilseed products. *JAOCS*, 55 (3): 249A.
- Spies J.R. 1957. *Methods in enzymology*. vol. III. Academic Press, New York.
- 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. *JAOCS*, 76 (7): 819-823.
- Weir G.S.D. 1986. *Protein hydrolysates as flavourings*. W: Hudson B.J.E. (ed.). *Developments in food proteins*. Elsevier, London 1986.

- Wijewickre A.N., Krejpcio Z., Kitts D.D. 1999. Hydroxyl scavenging activity of glucose, fructose, and ribose-lysine model Maillard products. *J. Food Sci.*, 64 (3): 457-461.
- Xu L., Diosady L.L. 2000a. Removal of phenolic compounds in the production of high-quality canola protein isolates. *Food Res. Int.*, 33: 23-30.
- Xu L., Diosady L.L. 2000b. Interactions between canola proteins and phenolic compounds in aqueous media. *Food Res. Int.*, 33: 725-731.
- Zadernowski R. 1987. Studia nad związkami fenolowymi mąk rzepakowych i rzepikowych. *Technol. Alim.* 21, Suppl. F: 1-55.
- Zadernowski R., Kozłowska H. 1983. Phenolic acids in soybean and rapeseed flours. *Lebensm. Wissenschaft Technol.*, 16: 110-114.
- Zadernowski R., Lossow B., Kozłowska H. 1985. Koncentrat białka rzepakowego. II Krajowe Symp. Chemii i Technologii Tłuszczów „Postępy w wykorzystaniu surowców tłuszczowych”. Gdańsk, I/27.
- Zadernowski R., Nowak H., Kozłowska H. 1991. Natural antioxidants from rapeseed. Rapeseed in a Changing World. 8th International Rapeseed Congress. Saskatoon, Canada, 883-887. Za: Wanasundara U., Amarowicz R., Shahidi F. 1994. Isolation and identification of an antioxidative component in canola meal. *J. Agric. Food Chem.*, 42: 1285-1290.
- Zadernowski R., Nowak-Polakowska H., Lossow B. 1995. Naturalne przeciwutleniacze tłuszczu w nasionach wybranych gatunków roślin. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Technol. Aliment.*, 27: 107-118.