

MARCIN BANACH, AGNIESZKA MAKARA, MAREK KOWALSKI*

OTRZYMYWANIE HYDROLIZATÓW BIAŁKOWYCH I SUSZONYCH PROTEIN

PRODUCTION OF PROTEIN HYDROLYSATES AND DRIED PROTEINS

Streszczenie

W artykule omówiono podstawy procesów hydrolizy prowadzących do otrzymywania hydroli-
zatów białkowych metodami chemicznymi i enzymatycznymi oraz przedstawiono podstawowe
metody ich otrzymywania (chemiczne i enzymatyczne). Omówiono również sposoby wytwa-
rzania, właściwości i zastosowanie enzymów. Zaprezentowano także metody suszenia hydroli-
zatów białkowych i właściwości produktów otrzymywanych metodami rozpyłowymi.

Słowa kluczowe: hydrolizaty białkowe, suszone proteiny, enzymy

Abstract

The paper relates the bases of the processes of production protein hydrolysates with chemical
and enzymatic method. The method of obtaining protein hydrolysates was introduced (chemical
and enzymatic). The production method, properties and the use of enzymes were discussed
over. The methods of drying protein hydrolysates and the properties of products obtained with
spray-dried methods were presented.

Keywords: protein hydrolysates, dried proteins, enzymes

* Dr inż. Marcin Banach, mgr inż. Agnieszka Makara, mgr inż. Marek Kowalski, Instytut Chemii
i Technologii Nieorganicznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Proteiny oraz preparaty białkowe są cennymi substancjami, których właściwości funkcjonalne znalazły szerokie zastosowanie, zwłaszcza w przemyśle spożywczym. Do najważniejszych z tych preparatów należą hydrolizaty białkowe. Ponieważ białka są podstawowym składnikiem wszystkich organizmów zwierzęcych i roślinnych, naturalnym ich wykorzystaniem jest hodowla zwierząt (pasze) oraz zastosowanie ich jako preparatów dla ludzi (wspomagających leczenie). Synergiczne działanie tych związków znalazło również swoje zastosowanie przy produkcji kosmetyków do ciała. Inne specyficzne właściwości białek, jak na przykład łatwość tworzenia pian, wykorzystują różne gałęzie przemysłu.

Produkcja żywności wykorzystuje proteiny i ich pochodne jako dodatki funkcjonalne, podnoszące parametry produktów finalnych. Ich szerokie zastosowanie jest związane głównie z właściwościami takimi jak:

- rozpuszczalność przez zmianę punktu izoelektrycznego,
- dobre zdolności wiązania wody,
- dobre zdolności emulgujące,
- żelowanie,
- wiązanie tłuszczu i związków aromatycznych,
- stabilizowanie i formowanie pian.

Przemysłem, który wykorzystuje w dużym zakresie białka i ich preparaty jest produkcja mięsa i jego przetworów [1, 2]. Zastosowanie na różnych etapach produkcji znalazły tu przede wszystkim:

- białka rozpuszczalne w roztworach soli, które wykazują dobre właściwości wiązania składników farszu, nadają produktowi elastyczną i miękką teksturę, a zarazem zmniejszają ubytki termiczne podczas zabiegów cieplnych,
- białka miofibrylarne nierozpuszczalne, które w wyniku kurczenia się włókien mięśniowych zwiększają ubytki soków i tłuszczu, a w konsekwencji tworzą zwartą teksturę produktu,
- białka tkanki łącznej, które odpowiadają za tworzenie żeli i wiązanie wody podczas obróbki cieplnej oraz interakcję z innymi białkami rozpuszczalnymi powodując zwartą i gęstą strukturę produktu.

Białkiem, które również znalazło szerokie zastosowanie w przetwórstwie żywności, jest białko serwatkowe. W jego składzie znajduje się głównie laktoglobulina, która charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą głównie ze względu na zawartość lizyny i leucyny. Modyfikowane preparaty białkowe uzyskiwane z serwatki przy pomocy metod membranowych czy chromatograficznych mogą zawierać w zależności od typu 25–91% białka. Preparaty te stosuje się m.in. przy produkcji odżywek dla niemowląt, wyrobów piekarskich i cukierniczych, do produkcji twarożków, serków, zimnych deserów mlecznych i lodów, a także napojów owocowych [3].

Jednym ze specyficznych zastosowań protein w przetwórstwie żywności jest produkcja odżywek wysokobiałkowych. Wykorzystywane są one przez sportowców w celu uzupełnienia niedoboru aminokwasów, które mogą występować przy intensywnym treningu. Dodatkowym działaniem tego typu produktów jest bardzo szybki przyrost masy mięśniowej.

Białka znajdujące się w produktach żywnościowych mogą również odgrywać rolę leczniczą. Spożycie specjalnie przygotowanych preparatów białkowych może wspomóc niektóre funkcje biologiczne. Białko w organizmie zostaje strawione do peptydów i aminokwasów,

które mogą działać w przewodzie pokarmowym regenerująco, stymulująco na odnowę nabłonka i przeciwbakteryjnie. Jedną z najważniejszych funkcji białek i ich składników jest działanie przeciwinfekcyjne, tak swoiste przez wydzielanie immunoglobiny, jak również nieswoiste poprzez lizozym, laktoferynę czy peptydy nabłonkowe [4].

Celem prac prowadzonych w Instytucie Chemii i Technologii Nieorganicznej Politechniki Krakowskiej było opracowanie metody otrzymywania hydrolizatów białkowych w oparciu o półprodukt, świeżą, wieprzową tkankę mięsno-kostną, pochodzącą z procesu rozbioru półtuszy. Surowiec ten był dotąd wykorzystywany w minimalnym stopniu. Z uwagi na bardzo ograniczony popyt i brak alternatywnego zastosowania, praktycznie w całości przeznaczano go do utylizacji. Zrealizowana praca pozwala na racjonalne i opłacalne wykorzystanie surowców zawartych w tkance mięsno-kostnej, a docelowo (po uruchomieniu procesu kalcynacji frakcji nieorganicznej) zamknięcie łańcucha produkcyjnego i wyeliminowanie odpadowości w procesie produkcji mięsa z półtuszy wieprzowych [5–8].

W niniejszej pracy omówiono podstawy procesów hydrolizy prowadzących do otrzymywania hydrolizatów białkowych metodami chemicznymi i enzymatycznymi, oraz przedstawiono podstawowe metody ich otrzymywania (chemiczne i enzymatyczne). Omówiono też szerzej sposoby wytwarzania, właściwości i zastosowania enzymów. Zaprezentowano metody suszenia hydrolizatów białkowych i właściwości produktów otrzymywanych metodami rozpyłowymi.

2. Podstawy procesu hydrolizy białka

Hydrolizaty białkowe to mieszaniny protein powstałych w wyniku chemicznej (kwasowej lub zasadowej) lub enzymatycznej katalizy hydrolitycznej białek pochodzenia naturalnego.

Białka są klasyfikowane na różne sposoby, np. ze względu na ich pochodzenie (białka roślinne, zwierzęce, wirusowe, bakteryjne), na występowanie w różnych organach (białko plazmy, mięśni, wątroby itp.) albo organellach komórkowych (białko cytoplazmy, białko rybosomalne, jądrowe, błon itp.). Jako inne kryterium można przyjąć ich funkcje biochemiczne, np. białka enzymatyczne, ochronne, strukturalne, zapasowe, transportowe.

Najczęściej stosowany podział uwzględnia różnice w rozpuszczalności i kształcie cząsteczek. Białka globularne są rozpuszczalne w wodzie i rozcieńczonych roztworach soli, przybierają kształt kulisty. Białka fibrylarne są nierozpuszczalne w roztworach wodnych i roztworach soli, na poziomie makroskopowym występują struktury włókniste. Są odporne na działanie kwasów i zasad.

Pod względem składu chemicznego białka dzieli się na dwie grupy:

- białka proste – w wyniku całkowitej hydrolizy tych białek powstają tylko same aminokwasy,
- białka złożone – w wyniku całkowitej hydrolizy tych białek powstają aminokwasy i składniki niebiałkowe.

Ze względu na pochodzenie, białka można podzielić na:

- zwierzęce, w tym również surowce poubojowe (skóra, włosie, krew, kości) oraz mleko, mięso itp.,
- roślinne, m.in. z produkcji olejów (soja, słonecznik) oraz ze zbóż, ryżu, ziemniaków itp.

Białka są naturalnymi polimerami złożonymi z jednostek aminokwasowych połączonych wiązaniami peptydowymi. Mają one zasadnicze znaczenie dla struktury, funkcji i powielania

żywej materii [9]. W żywności decydują o jej wartości żywieniowej oraz o cechach funkcjonalnych. W surowcach żywnościowych białka występują w różnych strukturach komórkowych i tkankowych. Niektóre z ważniejszych funkcjonalnych właściwości białek żywności to rozpuszczalność w wodzie i roztworach soli, zdolność tworzenia układów dyspersyjnych, wiązania i utrzymywania wody, żelowania po ogrzewaniu, zdolność tworzenia piany, emulgowania lipidów i stabilizowania emulsji. Właściwości białek można zmieniać metodami chemicznymi lub enzymatycznymi [10].

Znając sekwencje aminokwasowe różnych białek i skład peptydów, można dobierając odpowiednie endopeptydazy, opracować metody otrzymywania hydrolizatów o określonych właściwościach.

Liczne produkty hydrolizy białek mają intensywne, charakterystyczne właściwości smakowe. Gorzkość wywołują przede wszystkim krótkie peptydazy zawierające co najmniej jedną hydrofobową resztę aminokwasową wewnątrz łańcucha. Peptydy z resztami hydrofobowymi w pozycjach końcowych –N lub –C są mniej gorzkie. Smak hydrolizatu zależy zatem od udziału hydrofobowych reszt aminokwasowych w wyjściowym białku, od specyficzności proteaz użytych w reakcji hydrolizy oraz od konformacji peptydów, warunkującej oddziaływanie reszt hydrofobowych z receptorami smaku. Gorzkość można zmniejszyć usuwając hydrofobowe aminokwasy i gorzkie peptydy, modyfikując skład hydrolizatu za pomocą reakcji plastelinowej lub dodając substancje maskujące smak, np. polifosforany, dekstryny, skrobię, żelatynę [2, 10, 11].

Badania nad przydatnością oraz optymalnym wykorzystaniem białka z surowców pochodzących z omówionych wyżej źródeł, prowadzone są intensywnie na całym świecie. Wszechstronne wykorzystanie różnych preparatów białkowych, uzyskiwanych ze źródeł niekonwencjonalnych zależy przede wszystkim od:

- zapewnienia porównywalnej wartości żywieniowej i ceny z białkami otrzymywanymi tradycyjnie,
- zapewnienia im pożądanych lub przynajmniej obojętnych cech sensorycznych,
- nadania im właściwości funkcjonalnych przydatnych w technologii żywności,
- usunięcia substancji towarzyszących białkom obniżających ich wartości zdrowotne, odżywcze i sensoryczne.

Nadrzędnym celem modyfikacji białek, przeznaczonych do celów żywieniowych, pochodzących szczególnie ze źródeł niekonwencjonalnych, jest uzyskanie preparatu o wysokiej zawartości pełnowartościowego białka, o korzystnych właściwościach funkcjonalnych, zredukowanym poziomie substancji przeciwżywnościowych i szkodliwych dla zdrowia, przy zachowaniu lub podwyższeniu jego wartości odżywczej.

Białko sojowe jest szczególnie atrakcyjnym surowcem, często poddawany enzymatycznej modyfikacji z uwagi na dużą, w porównaniu z białkami zbożowymi, zawartość białka, wysoką wartość odżywczą związaną z dobrze zbilansowanym składem aminokwasowym, a także obecnością takich aminokwasów jak lizyna i tryptofan. Jednocześnie białko sojowe jest łatwo dostępne i wyróżnia się niskim kosztem jego pozyskiwania. Wykorzystanie proteinaz, a w szczególności papainy, do unieczynniania inhibitorów tripsyny w soi, może mieć wpływ na podwyższenie wartości odżywczej białka sojowego, w wyniku ograniczenia potrzeby stosowania wysokiej temperatury, która powoduje częściową denaturację białka.

Rysuje się realna możliwość zmiany niekorzystnych właściwości koncentratów białkowych z ryb, nasion, liści czy jednokomórkowców, tak aby można je było stosować do określonych potrzeb w technologii żywności. Wysoka wartość odżywcza białek ryb sprawia, że

mączki i izolaty o 80–100% zawartości białka będą mogły stanowić cenny składnik żywności mlekozastępczej. Do niedawna produkty te stosowano wyłącznie do produkcji pasz. Koncentraty białek ryb, otrzymane po ekstrakcji rozpuszczalnikami, zawierają silnie zdenaturowane białko o słabej rozpuszczalności, dyspersyjności, zwilżalności, zdolności pęcznienia i nieprzyjemnym rybnym zapachu, co wykluczało możliwość stosowania ich jako składników produktów żywnościowych. Zastosowanie papainy pozwala otrzymać mączki i izolaty rybne absolutnie bezwonne i bezsmakowe, nadające się do produkcji żywności [3].

3. Metody wytwarzania hydrolizatów białkowych

Hydrolizaty białkowe produkuje się, stosując hydrolizę w procesach chemicznych (kataliza kwasowa lub zasadowa) i enzymatycznych.

Chemiczna metoda wytwarzania hydrolizatów białkowych jest to proces wysokotemperaturowej hydrolizy chemicznej, który przebiega w środowisku silnie kwasowym ($\text{pH} < 1$) bądź silnie alkalicznym ($\text{pH} > 12$). W przypadku pierwszym jako substancji katalizującej używa się kwasu solnego lub siarkowego, natomiast przy hydrolizie zasadowej, wodorotlenku wapnia bądź tlenku magnezu. Proces ten powinien przebiegać w temperaturze 80–100°C, przez około 6–18 godzin, a jego produktem są hydrolizaty białkowe nieżelujące, mające zastosowanie głównie jako dodatki smakowo-zapachowe w przetwórstwie żywności. Wydajność procesu sięga 80% [5, 12–14].

Proces enzymatyczny, niskotemperaturowy, polega na użyciu proteaz, które rozdzielają wewnętrzne połączenia łańcuchów polimerowych (endopeptydazy). Jako dodatkowe stosuje się egzopeptydazy, które rozdzielają pojedyncze aminokwasy lub białka podwójne (pochodzą z rozkładu grup karbonylowych lub aminowych). Reakcja zachodzi w łagodniejszych warunkach – maksymalnie 65°C, $\text{pH} = 2$ –11. Czas hydrolizy wynosi od 0,25 do 12 godzin. Kolor i zapach otrzymanych tą metodą produktów jest często lepszy niż w przypadku stosowania metod chemicznych. Ma ona również przewagę jeśli chodzi o otrzymanie konkretnych stereochemicznych właściwości, co zezwala na większą kontrolę procesu i zmniejsza ilość reakcji ubocznych. Ilości chlorków i soli w hydrolizatach w tym przypadku są mniejsze niż przy hydrolizie chemicznej. Wydajność enzymatycznego procesu to około 75% [5, 12, 14].

4. Enzymy – wytwarzanie, właściwości, zastosowanie

Enzymy są katalizatorami wytwarzanymi przez żywe organizmy (biokatalizatory). W ich obecności, w łagodnych warunkach, tzn. w temperaturze 30–45°C, przy ciśnieniu atmosferycznym i obojętnym pH, może zachodzić wiele reakcji metabolicznych. Najważniejszą cechą enzymów, odróżniającą je od innych katalizatorów, jest ich duża specyficzność działania, wyrażająca się katalizowaniem reakcji chemicznej określonego typu i ograniczona do substratu o określonej budowie.

Pod względem budowy chemicznej wyróżnia się trzy kategorie enzymów:

- kategoria pierwsza – białka proste zbudowane tylko z aminokwasów (m.in. enzymy proteolityczne i α -amylaza) – rolę grupy czynnej spełniają specyficzne zespoły aminokwasów, których nie można odszczepić bez zmiany struktury białka, a więc bez zniszczenia enzymu jako substancji katalitycznej,

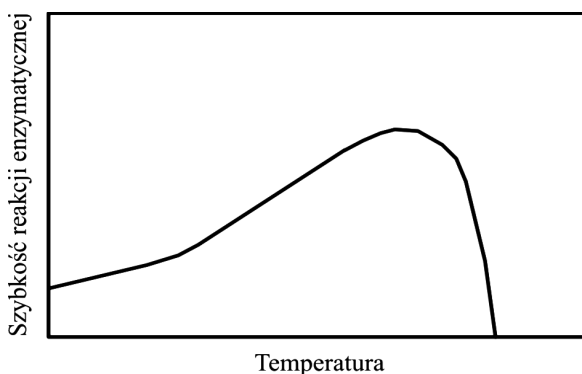
– kategoria druga i trzecia – białka złożone zawierające grupy nieaminokwasowe zwane koenzymami, związane z cząsteczką białkową, tzw. apoenzymem – podział ich na dwie grupy wynika z różnic w sposobie związania dwóch wyżej wymienionych części.

W drugiej grupie enzymów wiązanie ma charakter trwały, a związany w ten sposób koenzym nosi nazwę grupy prostetycznej. Oddzielenie i ponowne złączenie apoenzymu i tej grupy nie zawsze prowadzi do odtworzenia katalitycznie czynnego enzymu.

Enzymy należące do trzeciej grupy zawierają luźno związany koenzym, którego nie można traktować jako integralnej części enzymu na podobieństwo grupy prostetycznej. W tym przypadku obie części enzymu dają się łatwo oddzielić i każda z nich jest nieczynna, a złączone ze sobą dają ponownie aktywny enzym.

Enzymy pełnią swoją funkcję biologiczną tylko wtedy, gdy występują w określonej konformacji przestrzennej. Najistotniejszym elementem budowy enzymów, decydującym o ich właściwościach katalitycznych, jest centrum aktywne, w którym w czasie katalizowanej reakcji następuje związanie substratu. Jest to niewielka część całej cząsteczki enzymu, stanowiąca określoną trójwymiarową przestrzeń, utworzoną przez grupy funkcyjne aminokwasów [5, 11]. Ze względu na szczególną rolę centrum aktywnego enzymu, ważne dla jego aktywności jest aby konformacja właśnie tego fragmentu pozostała w naturalnym stanie.

Enzymy jako substancje białkowe łatwo ulegają zmianom struktury pod wpływem takich warunków środowiska jak pH, temperatura, stężenie soli. Może to prowadzić do utraty zdolności katalitycznych. Głównymi czynnikami denaturującymi, powodującymi utratę aktywności enzymów są podwyższona temperatura i pH. Temperatura jest jednym z czynników wpływających istotnie na szybkość reakcji enzymatycznych. Szybkość reakcji wzrasta ze wzrostem temperatury, ale tylko do wartości, powyżej której rozpoczyna się denaturacja białka. Szybkość denaturacji cieplnej białek enzymatycznych również jest wprost proporcjonalna do temperatury. Temperatura optymalna to taka, przy której reakcja enzymatyczna przebiega najszybciej, ale równocześnie nie obserwuje się denaturacji białka enzymu (rys. 1) [15].



Rys. 1. Wpływ temperatury na szybkość reakcji enzymatycznej

Fig. 1. Dependence of enzyme activity on temperature

Optymalna temperatura działania enzymów zależy od ich pochodzenia. Wartość ta dla enzymów zwierzęcych znajduje się w pobliżu ciepłoty ciała. Enzymy pochodzenia roślinnego i mikrobiologicznego wykazują duże zróżnicowanie temperatury optymalnej, nawet do 90°C.

Enzym charakteryzuje również optymalne pH działania, w którym szybkość katalizowanej reakcji jest maksymalna. Niewielkie odchylenia od tej wartości powodują zmniejszenie szybkości reakcji. Większe odchylenia pH od wartości optymalnej, w wyniku zakłócania licznych słabych oddziaływań niekowalencyjnych utrzymujących trójwymiarową strukturę cząsteczki, mogą prowadzić do denaturacji białka. Optimum pH dla większości enzymów występuje przy wartościach bliskich odczynu obojętnego, ale istnieje duże zróżnicowanie tej wartości wywołane różnicami środowiska, w których enzymy działają.

Wysoka specyficzność działania enzymów pozwala na sterowanie procesami produkcyjnymi poprzez przeprowadzenie w danym surowcu przemiany. Jednocześnie proces enzymatyczny może być łatwo kontrolowany i przerywany. Łagodne warunki działania większości enzymów pozwalają na zachowanie w surowcach składników mało odpornych na działanie podwyższonej temperatury (np. witamin), co umożliwia otrzymanie produktów o wysokiej wartości żywieniowej. Kolejnymi cechami enzymów wpływającymi na atrakcyjność ich zastosowania w przemyśle spożywczym są: nietoksyczność, działanie w małych stężeniach oraz brak negatywnego wpływu na cechy organoleptyczne produktu.

Tabela 1

Ważniejsze enzymy przemysłowe stosowane w produkcji żywności

Nazwa enzymu	Zastosowanie w przemyśle
Oksydaza glukozowa	usuwanie tlenu z produktów spożywczych i napojów
Lipaza	produkcja substancji zapachowych, modyfikacja serów i tłuszczu, synteza emulgatorów
α -amylaza β -amylaza Glukoamylaza	produkcja syropów glukozowych, piwowarstwo, przetwórstwo owocowo-warzywne, przemysł piekarski i koncentratów spożywczych
Celulaza	przetwórstwo owoców, produkcja substancji zapachowych, piekarstwo
Glukanaza	piwowarstwo, przetwórstwo zbóż
Poligalakturonaza	przetwórstwo owoców
β -galaktozydaza	przetwórstwo mleka
1,3-ksylanaza	przemysł piekarski, przetwórstwo zbóż
Proteinazy serynowe Chymotrypsyna Trypsyna Proteinazy bakteryjne SH-proteinazy Papaina Ficyna Bromelaina Proteinazy kwaśne Pepsyna Podpuszczka (renina) Proteinazy grzybowe Proteinazy słodki	przemysł piekarski, piwowarski, koncentratów spożywczych, mleczarski, mięsny, rybny, winiarski, przetwórstwo owoców, produkcja napojów i substancji zapachowych
Izomeraza glukozowa Izomeraza glukofosforanowa	produkcja syropów wysokofruktozowych z hydrolizatów skrobiowych

Przemysł spożywczy należy do tych gałęzi przemysłu, gdzie enzymy stanowią podstawę większości procesów technologicznych (tabela 1). Istnieją dwa kierunki wykorzystania enzymów w tym przemyśle. Pierwszy to sterowanie aktywnością enzymów znajdujących się w przetwarzanym surowcu lub wyeliminowanie szkodliwego wpływu niektórych z nich. Odbywa się to za pomocą odpowiedniego doboru parametrów, takich jak np. temperatura czy pH podczas procesów przetwarzania lub przechowywania surowców i wyrobów gotowych. Drugi kierunek polega na wydzieleniu enzymów z naturalnych produktów lub z mikroorganizmów zawierających je w znacznych ilościach, oczyszczeniu, a następnie włączeniu ich do procesów technologicznych produkowanej żywności. Obecnie coraz częściej stosuje się systemy wieloenzymowe, rozumiane jako specjalnie wyselekcjonowane i niekiedy poddane modyfikacjom genetycznym szczepy drobnoustrojów włączone w bioprocessy przemysłu spożywczego. Ten kierunek wydaje się nieporównanie bardziej efektywny i perspektywiczny niż pierwszy [16].

Spodziewany w najbliższych latach wzrost ilości i rozszerzenia gamy enzymów zastosowanych w technologiach żywności będzie miał wpływ na wydłużenie okresu trwałości i poprawienie jakości artykułów spożywczych, zwiększenie funkcjonalności składników żywności, modyfikację tłuszczów stałych i płynnych, konwersję cholesterolu, selektywną tenderyzację i kształtowanie właściwości smakowo-zapachowych produktów mięsnych, produkcję nowych funkcjonalnych składników żywności oraz przypraw, a także transformację produktów odpadowych przemysłu spożywczego w produkty o wartości użytkowej i biodegradację polimerów stosowanych w opakowaniach nowej generacji.

Oczekiwany jest też szybki rozwój produkcji preparatów enzymowych specjalnego przeznaczenia dla przemysłu spożywczego, np. zestawu enzymów (oksydaza glukozowa i katalaza) do produkcji win niskoalkoholowych, czy preparatów enzymów stosowanych do produkcji wędlin. Wykorzystanie białek z surowców nietradycyjnych dyktuje konieczność zastosowania specjalnych technologii ich uszlachetniania i modyfikacji z udziałem enzymów hydrolitycznych zdolnych zarówno do hydrolizy, jak i resyntezy w zależności od zastosowanych warunków. Głównym zadaniem enzymatycznych modyfikacji białek jest poprawienie ich wartości odżywczej i właściwości funkcjonalnych w celu substytucji znacznie droższych białek konwencjonalnych. Przykładowo, zastąpienie mleka w proszku w 100% mączką rybną otrzymaną metodą hydrolizy enzymatycznej, będzie możliwe pod warunkiem wybielającej i odwaniającej obróbki białka rybiego [16, 17].

5. Metody suszenia hydrolizatów białkowych

Spośród wielu metod stosowanych w przemyśle spożywczym do utrwalania właściwości produktów żywnościowych, faktyczne znaczenie w przypadku protein i ich pochodnych ma tylko suszenie oraz metody chemiczne. Działanie pierwszej metody oparte jest na maksymalnym zredukowaniu zawartej w produkcie wody poprzez jej odparowanie, co w rezultacie skutkuje zmniejszeniem aktywności znajdujących się w produkcie drobnoustrojów oraz ograniczeniem przemian enzymatycznych. Szacuje się, że zmniejszenie zawartości wody do około 15% zabezpiecza produkt przed rozwojem drobnoustrojów i pleśni, natomiast aby zahamować przemiany enzymatyczne wymagane jest uzyskanie zawartości wody na poziomie poniżej 5%. Druga metoda polega na wprowadzeniu do produktu substancji mających na celu uszkodzenie lub całkowite zniszczenie mikroorganizmów.

Suszenie jest najstarszą metodą utrwalania żywności [18, 19]. Do suszenia hydrolizatów białkowych mogą być stosowane różne metody. Suszenie rozpyłowe jest najbardziej rozpowszechnionym sposobem suszenia żywności płynnej. Jest to proces prowadzący do otrzymania w wyniku jednej ciągłej operacji z wyjściowego płynnego surowca, suchego produktu końcowego w postaci proszku. Operacja ta polega na rozpyleniu cieczy do postaci mgły (kropelki o średnicy 10–200 μm), która wewnątrz zamkniętej przestrzeni (komory suszarki) styka się z gorącym nienasyconym powietrzem. Dzięki uzyskanej olbrzymiej powierzchni cieczy woda jest odparowywana w bardzo krótkim czasie. Bardzo istotnym zjawiskiem, obserwowanym w czasie suszenia jest tzw. „efekt chłodzący odparowania”. Prawie całe ciepło dostarczone do komory suszenia ze strumieniem gazu suszącego jest zużywane na proces odparowania. Z suszonych cząstek pobierane jest ciepło przemiany fazowej parującej wody. W rezultacie, pomimo wysokiej temperatury powietrza wprowadzanego do komory suszarki, temperatura materiału suszonego jest względnie niska [20].

6. Właściwości suszonych protein i ich zastosowanie

Hydrolizaty białkowe to mieszanina protein powstała w wyniku chemicznej, bądź enzymatycznej hydrolizy białek pochodzenia naturalnego. Wykorzystywane są głównie w przemyśle spożywczym i kosmetycznym. Wysuszone proteiny posiadają następujące właściwości [5, 7, 12, 14]:

- barwa: suche mają kolor jasnobezowy,
- zapach: delikatny, charakterystyczny,
- rozpuszczalność (2 g białka): w zimnej wodzie rozpuszczają się tworząc mieszaninę niejednorodną (przypomina mieszaninę wody i drobnego grysiku), ma kolor kremowy, w cieplej wodzie rozpuszczalność białka się poprawia, po krótkim czasie cząsteczki białka opadają na dno tworząc osad,
- gęstość: 0,9993 g/cm^3 ,
- gęstość nasypowa: 0,4840 g/cm^3 ,
- skład chemiczny: 93,97% białka, 0,39% tłuszczu i 5,64% wody,
- tekstura: 275 g,
- pH roztworu (2%): 7,30.

Transport i przechowywanie preparatów proteinowych polega na stworzeniu odpowiednich warunków, które pozwolą im zachować jak najdłużej cechy świeżości i zdolność do dalszego przerobu. Zanim określony produkt trafi do składowania, należy mu zapewnić odpowiedni transport. Magazyny do przechowywania powinny być czyste, suche, o odpowiednio dobranej temperaturze. Czynniki naturalnymi, powodującymi stałe obniżanie jakości, aż do zepsucia włącznie, lub oddziałującymi w sposób pośredni na proteiny są: powietrze, światło, temperatura, wilgotność, czas, drobnoustroje. W tabeli 2 zamieszczono podstawowe wymagania odnośnie preparatów białkowych.

W handlu nie operuje się hydrolizatami żelowanymi, ze względu na wysoki koszt transportu (niska zawartość białka), małą trwałość oraz kłopotliwe operowanie tą postacią produktu. W przypadku konieczności magazynowania produktu w formie żelowanej, zaleca się przechowywanie w pojemnikach, w cienkich warstwach, w warunkach chłodniczych (temperatura $\sim 3^\circ\text{C}$). Okres przydatności zależy od użytych środków konserwujących, maksymalnie do 21 dni od daty produkcji.

Podstawowe wymagania odnoście preparatów białkowych

Parametry	Wyniki
Wilgotność	max. 9%
Białko	min. 92%
Popiół	max. 5%
Salmonella	nieobecne/25 g

Proteiny suszone pyliste stanowią wysuszoną formę hydrolizatu białkowego. Produkt ten pakowany jest do worków foliowych, szczelnie zamykanych. Zaleca się przechowywanie w suchym i chłodnym miejscu. Okres ważności około 12 miesięcy. W transporcie powinny być zachowane takie warunki jak w przypadku magazynowania.

7. Podsumowanie

Hydrolizaty białkowe nadają produktom spożywczym określony bukiet smakowo-zapachowy, wykazują właściwości stabilizujące i pianotwórcze, obniżają aktywność wody, a niektóre posiadają także właściwości emulgujące i żelujące. Dzięki tym wszystkim właściwościom znalazły szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym.

Hydrolizaty białkowe otrzymywane są z surowców białkowych poprzez hydrolizę z udziałem katalizatorów chemicznych (zasad lub kwasów) bądź enzymów.

Suszenie rozpyłowe jest jedną z najczęściej stosowanych metod otrzymywania suszonych protein. Dzięki występowaniu dogodnych warunków wymiany ciepła i masy uzyskuje się produkt sypki, który w porównaniu z produktem płynnym charakteryzuje się dłuższym okresem trwałości, łatwością dozowania oraz mniejszą objętością, co jest istotne podczas transportu, jak i składowania.

Opracowanie metody otrzymywania hydrolizatów białkowych w oparciu o tkankę mięsno-kostną pozwala na racjonalne i opłacalne wykorzystanie surowców w niej zawartych, a docelowo na zamknięcie łańcucha produkcyjnego i wyeliminowanie odpadości w procesie produkcji mięsa z półtuszy wieprzowych.

Literatura

- [1] Kubiak M., *Tekstura atrybutem żywności*, Magazyn Przemysłu Mięsnego, 1-2, 2007.
- [2] Sikorski Z., *Chemia żywności*, WNT, Warszawa 2002.
- [3] Warchalewski J.R., *Możliwości stosowania białek niekonwencjonalnych w produkcji żywności*, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Katedra Biochemii i Analizy Żywności.
- [4] Socha J., Stolarczyk A., *Rola białka w leczeniu żywieniowym – podstawy biologiczne*, *Pediatra Współczesna*, *Gastroenterologia*, *Hepatologia i Żywnienie Dziecka*, 2, 2000, 77-81.

- [5] Cholewa J., Bajcer T., Jankowska P., Kowalski Z., *Modelowe rozwiązania gospodarki odpadami mięsnymi z wykorzystaniem czystszych technologii. Badania nad procesami chemicznymi i enzymatycznymi otrzymywania hydrolizatów białkowych z zastosowaniem enzymów w procesie odproteinywania odpadów kostnych*, projekt badawczo-rozwojowy, Politechnika Krakowska, 2007 (praca nie publikowana).
- [6] Konopka M., Kowalski Z., Cholewa J., *Decolorization of protein hydrolysates from deproteinase of bone waste with use of hydrogen peroxide*, Chemistry and Biochemistry in the Agricultural production, Environmental Protection, Human and Animal Health. Chemistry for Agriculture, Czech-Pol Trade, Jeseník, Czech Republic, 7, 2006, 742-749.
- [7] Konopka M., Kowalski Z., Fela K., Cholewa J., Bajcer T., Klamecki G., *Charakterystyka niskotemperaturowego procesu otrzymywania protein na bazie tkanki mięsno-kostnej z zastosowaniem wybranych enzymów*, Recyclage Odpadu X, VSB Ostrava, Czech Republic, 2006, 311-316.
- [8] Kowalski Z., Krupa-Żuczek K., *A model of the meat waste management*, Polish Journal of Chemical Technology, 4, 2007, 91-97.
- [9] Hart H., Craine L.E., Hart D.J., *Chemia organiczna*, PZWL, Warszawa 2006.
- [10] Bednarski W., Reps A. (red.), *Biotechnologia żywności*, WNT, Warszawa 2003.
- [11] Kączkowski J., *Podstawy biochemii*, WNT, Warszawa 1999.
- [12] Eckermann W., Hansen C.L., *Animal by-product processing & utilization*, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida 2000.
- [13] Pezacki W., *Przetwarzanie niejadalnych surowców rzeźnych*, PWN, Warszawa 1987.
- [14] *Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries*, European Commission, May 2005.
- [15] Samborska K., *Wpływ procesu suszenia rozpyłowego na degradację preparatu α -amylazy z *Aspergillus oryzae**, praca doktorska, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa 2004.
- [16] Warchalewski J.R., *Trendy w stosowaniu enzymów w produkcji żywności*, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Katedra Biochemii i Analizy Żywności.
- [17] Warchalewski J.R., *Preparaty enzymowe w wybranych gałęziach przemysłu spożywczego*, [w:] *Stan aktualny i perspektywy rozwoju wybranych dziedzin przetwórstwa żywności – drobiarstwo, koncentraty spożywcze, mleczarstwo, owoce, warzywa, piekarstwo, piwowarstwo*, tom 1, Wydawnictwo PTTŻ Oddział Wielkopolski, Poznań 1997.
- [18] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A., *Ogólna Technologia Żywności*, WNT, Warszawa 1996.
- [19] Lewicki P. (red.), *Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego*, WNT, Warszawa 1999.
- [20] Pikoń J., *Aparatura chemiczna*, PWN, Warszawa 1978.