

Dr inż. Monika HOFFMANN
Mgr inż. Małgorzata GÓRNICKA
Dr inż. Hanna JĘDRZEJCZYK

Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, SGGW w Warszawie

ZAMIENNIKI BIAŁKA ZWIERZĘCEGO

Część II

PRODUKTY SOJOWE®

Nasiona soi poddane procesom obróbki termicznej i mechanicznej pozwalają na uzyskanie produktów o zróżnicowanym stopniu przetworzenia. Produkty te wykorzystywane są zarówno jako wyroby gotowe do spożycia (mleko, tofu, teksturaty), jak również półprodukty wykorzystywane przez przemysł spożywczy jako funkcjonalne dodatki technologiczne, składniki podnoszące wartość odżywczą, jak też zamienniki białka zwierzęcego.

WPROWADZENIE

Soja jest składnikiem diety człowieka znanym od czasów starożytnych, szczególnie w krajach azjatyckich. W Ameryce i Europie początkowo wykorzystywana była przede wszystkim jako roślina oleista i surowiec paszowy oraz w zastosowaniach pozaspożywczych. Od lat 50-tych soję wykorzystuje się również jako surowiec do wytwarzania produktów o zróżnicowanym stopniu przetworzenia i koncentracji białka. Podstawowe produkty z tej grupy to mleko i napoje sojowe, tofu, mąki i grysy oraz koncentraty i izolaty sojowe z których wytwarza się upostaciowane białka stanowiące analogi mięsa [11, 15, 16]. Produkty te stanowią nie tylko zamiennik pokarmów zwierzęcych w dietach wegetarian, ale pozwalają na urozmaicenie i wzbogacenie w prozdrowotne składniki diet tradycyjnych.

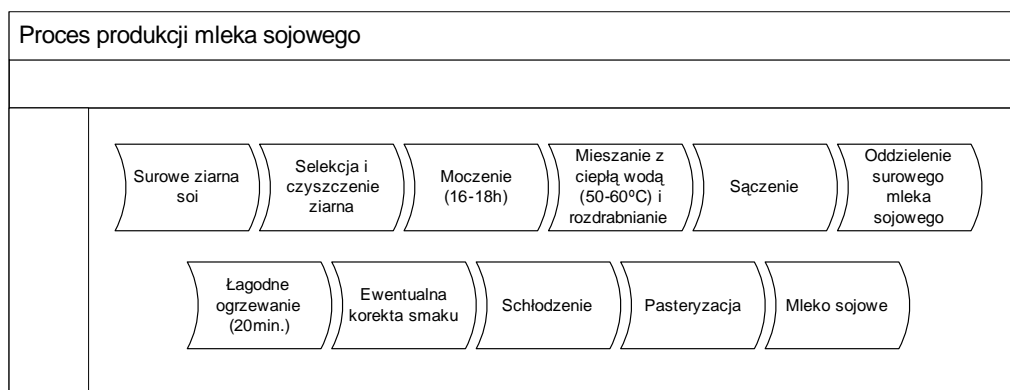
Celem artykułu jest przybliżenie Czytelnikom oraz Konsumentom informacji o możliwościach wykorzystania w żywieniu ludzi nasion soi o zróżnicowanym stopniu przetworzenia: wyroby gotowe do spożycia, półprodukty, tj. funkcjonalne dodatki technologiczne, składniki podnoszące wartość odżywczą, zamienniki białka zwierzęcego. Osobom uczulonym na soję zaleca się daleko posuniętą ostrożność w spożywaniu produktów z dodatkiem soi.

PRODUKTY SOJOWE

Mleko sojowe

Mleko sojowe jest tradycyjnym, możliwym do uzyskania także w warunkach domowych, napojem mogącym zastąpić mleko krowie. Zawartość białka w przypadku obu typów mleka jest podobna i wynosi około 3.25%, przy czym w przypadku mleka krowiego 2.5% stanowi kazeina i białka serwatkowe, podczas gdy wszystkie białka mleka sojowego są globular-

ne [9]. Cechą charakterystyczną białka sojowego jest także niedobór aminokwasów siarkowych oraz niewielka zawartość wapnia w produkcie – około pięciokrotnie mniejsza niż w przypadku mleka krowiego [4]. Mleko sojowe w 100g zawiera: 30kcal (12.5kJ), 1.75g tłuszczu, w tym 0.25g nasyconych kwasów tłuszczowych, 0.25g jednonienasyconych kwasów tłuszczowych i 1g wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, 0.125g błonnika i 60µg witaminy A. Mleko sojowe wykazuje pozytywny wpływ na zdrowie przede wszystkim poprzez obniżanie poziomu frakcji LDL cholesterolu we krwi, a co za tym idzie zmniejszanie ryzyka zachorowań na choroby układu krążenia. Dzięki wysokiej zawartości witaminy A wykazuje również działanie antyoksydacyjne, a w konsekwencji antykancerogenne [2].



Rys. 1. Schemat procesu produkcji mleka sojowego [4].

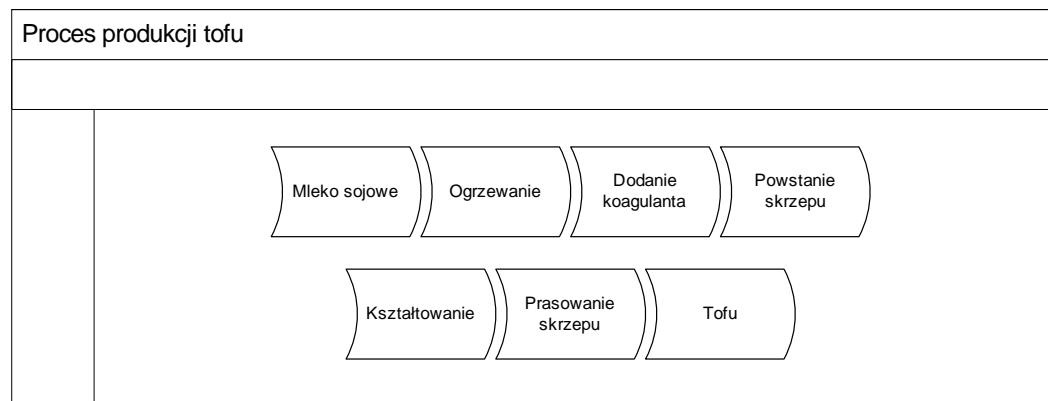
Skrócony proces otrzymywania mleka sojowego przedstawiono na rysunku 1. Uzyskany produkt może być następnie przetworzony w mleko sojowe w proszku lub, po fermentacji, w jogurt sojowy [7]. Produktem ubocznym wytwarzania mleka sojowego jest tzw. okara będąca pozostałością po oddzieleniu mleka. Jako składnik o wysokiej zawartości białka i obojętnym smaku wykorzystywana jest w wielu potrawach wegetariańskich, jest również surowcem do produkcji tofu oraz yuby.

Tofu, popularnie określane twarogiem sojowym, zawiera około 8% białka i w krajach azjatyckich jest podstawowym źródłem białka w diecie. Zawiera ponadto tłuszcz, głównie nienasycone kwasy tłuszczowe oraz wapń. Tofu jest wytwarzane ze skrzepu mleka sojowego, który powstaje na skutek wprowadzenia do ogrzanego mleka koagulantu w postaci chlorku wapnia, siarczanu wapnia lub kwasu glukonolaktonowego [12]. Następujący potem etap krzepnięcia mleka sojowego jest najważniejszy w całym procesie produkcji. Decyduje o jakości finalnego produktu oraz jego konsystencji. Wzrost temperatury krzepnięcia, prędkości mieszania oraz stężenia koagulantu powoduje twardnienie tofu [3]. Uzyskany skrzep ma kremowe zabarwienie i mdły, mało atrakcyjny smak.



Rys. 2. Tofu

W zależności od konsystencji wyróżnia się tofu extra twarde, twarde, normalne, miękkie lub prasowane, jedwabne lub pakowane [20]. Jedwabne tofu stosuje się jako zamiennik majonezu lub śmietany we wszelkich rodzajach dresingów i dipów, a także puddingów i nadzień. Miękkie tofu zastępuje ricottę w lasagne lub używa się go jako składnika koktajli owocowych, powinno mieć gładką powierzchnię i zwartą konsystencję, bez wrażenia gumowatości. Twarde tofu wykorzystuje się do wytwarzania hamburgerów, pasztetów, dań imitujących mięso pieczeniowe i gulaszowe oraz mieszanek przyprawowych. Ponieważ smak tofu jest nieatrakcyjny sensorycznie, mdły, ser ten często jest smażony lub marynowany w celu nadania mu bardziej charakterystycznych cech smakowo-zapachowych.



Rys. 3. Schemat procesu produkcji tofu [12, 13].

Podczas gdy tofu, a przynajmniej podstawowe jego typy, są dość dobrze znane na rynku europejskim, to **yuba** jest produktem stosunkowo egzotycznym. Jest to białkowo-tłuszczowy

kożuch powstający na powierzchni podgrzanego do 85-90°C mleka sojowego. Kożuch ten może być usuwany z powierzchni podgrzewanego mleka kilkakrotnie w odstępach 15-20 minutowych. Zebrane warstwy suszone są w temperaturze pokojowej lub poprzez powolne ogrzewanie. Kruche arkusze moczy się następnie w bulionie lub aromatyzowanym roztworze przez 10h w 4°C w celu nadania finalnemu produktowi charakterystycznego smaku i zapachu. Następnie warstwy kroi się, związa w rulony i gotuje w 100°C przez 30-90 minut.

W końcowym etapie rulony są rozwijane, a powstałe warstwy kroi się i nadaje im pożądany kształt. W handlu yuba dostępna jest w formie świeżej, mrożonej, półwysuszonej i suchej [17], w postaci arkuszy lub zwinięta w pałeczki.

Yuba ma charakterystyczną lekko gumowatą konsystencję, żółtawe zabarwienie i lekko słodki smak z orzechową nutą. Wykorzystywana jest głównie do wytwarzania analogów mięsa, zawijania farszów, jako dodatek do zup i deserów; podsmażona tworzy warstwę imitującą przypieczoną skórę kurczaka. Yuba jest pokarmem wysokoenergetycznym, w skład produktu suszonego wchodzi białka – około 52%, tłuszcze, głównie

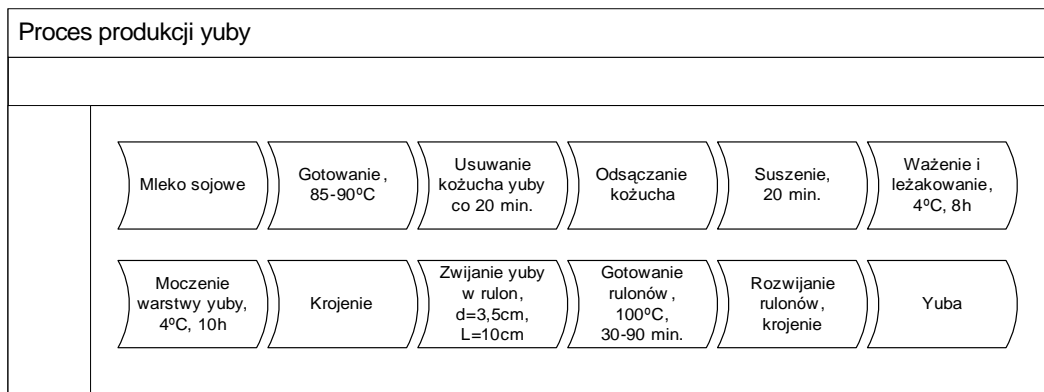
nienasycone – 24%, węglowodany – 12%, popiół – 3% oraz woda – 9%. Wysoka strawność białka, dobry smak, pożądany zapach i tekstura tego produktu od lat doceniane są w krajach azjatyckich [17]. Na skalę przemysłową yuba produkowana jest tam od lat 70-tych, w Ameryce Północnej od lat 80-tych.

Podczas gdy opisane powyżej produkty wywodzą się z tradycji krajów dalekiego wschodu i w krajach zachodnich ich rynek jest wciąż marginalny, to scharakteryzowane w dalszej części artykułu przetwory sojowe – mąki, grysy, koncentraty i izolaty należą do produktów wytwarzanych na przemysłową skalę w Ameryce północnej i Europie już od lat 50. Badania naukowe dotyczące wartości odżywczej tych produktów sięgają początków XX wieku, a ich wykorzystanie w przemyśle spożywczym systematycznie wzrasta.

Mąki i grysy sojowe

Mąki i grysy sojowe to najmniej oczyszczone formy produktów wytwarzanych z nasion soi i jednocześnie najmniej skoncentrowane źródło białka z nich pozyskiwane. Charakteryzują się wysoką zawartością oligosacharydów (stachioza, rafinoza, werbaskoza) odpowiedzialnych za fasolowy posmak końcowego produktu oraz wywołujących wzdęcia. Mąki i grysy różnią się od siebie

stopniem rozdrobnienia oraz zawartością tłuszczu i stopniem denaturacji białka [14]. Ponadto wykazują odmienne właściwości technologiczne.



Rys. 4. Schemat procesu produkcji yuby [17].



Rys. 5. Yuba.

[<http://www.playingwithfireandwater.com/a/6a00e54fcc29da88340111689a5bf0970c-450wi>; http://1.bp.blogspot.com/_AdeUgwXpSAM/SKZZR_N5wcI/AAAAAAAAJqc/NheB3K4vufY/s400/yuba.jpg]

Technologia otrzymywania mąk i grysów sojowego przedstawiona jest na schemacie 6. W zależności od metody pozyskiwania wyróżnia się następujące rodzaje produktów:

- Mąki pełnotłuste, otrzymywane z wyprażanych płatków sojowych zawierające 40-42% białka, 20% tłuszczu, ok. 2,5% błonnika oraz około 4,5% popiołu.
- Mąki i grys odłuszczone, pozyskiwane z poddanych intensywnej obróbce termicznej odłuszczonych płatków sojowych, zawierające 52% białka, poniżej 1,5% tłuszczu, około 3% błonnika i około 6% popiołu.
- Mąki aktywne enzymatycznie zawierające 52% białka, uzyskiwane przy użyciu łagodnej obróbki termicznej (najczęściej za pomocą pary wodnej), co umożliwia zachowanie aktywności enzymatycznej gotowego produktu.
- Mąki natłuszczone i lecytynowe wytwarzane poprzez dodanie do odłuszczonej mąki oleju roślinnego lub lecytyny w ilości 5-6% lub około 15% lecytyny do uzyskanej uprzednio mąki odłuszczonej [5, 14].

Mąki i grys sojowe mogą pełnić funkcję wypełniacza lub polepszacza mąki przy produkcji pieczywa oraz niektórych wyrobów mięsnych i garmażeryjnych jako składnik poprawiający wydajność potraw i wiążący tłuszcz [18]. Można je również stosować jako składniki produktów wegetariańskich, bezglutenowych, teksturowanych, a także hydrolizatów białkowych oraz karmy dla zwierząt domowych [14]. Dodawane do ciast zastępują częściowo jaja i tłuszcz [5]. Czynnikiem ograniczającym szersze wykorzystanie mąk i grysów w żywności jest ich charakterystyczny sojowy posmak.

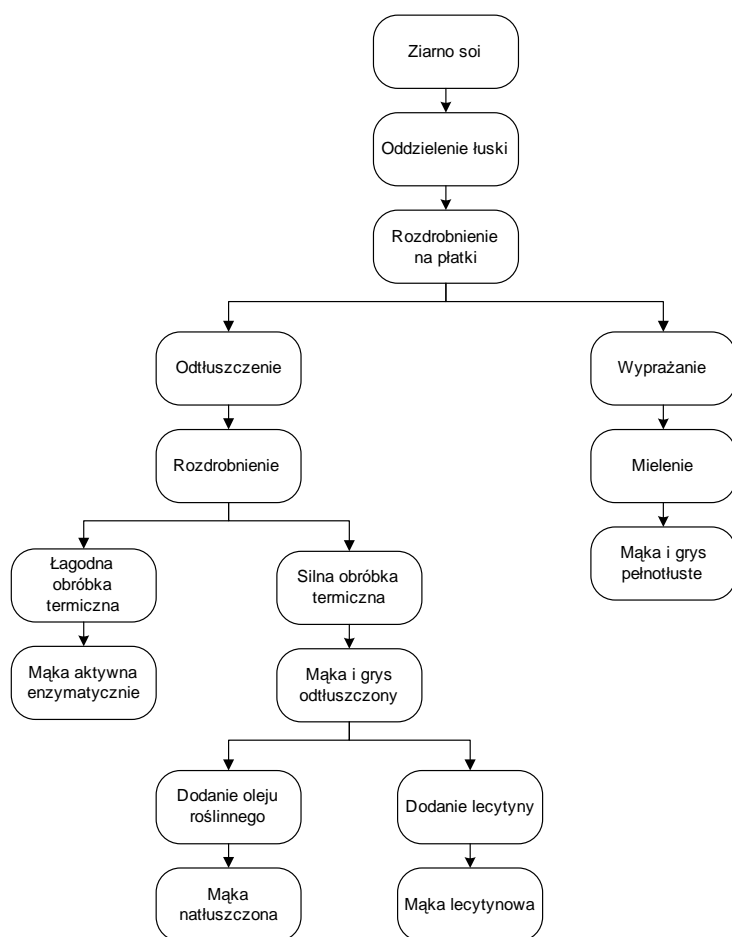
Koncentraty sojowe

Koncentrat białka sojowego zawiera około 70% białka, do 25% węglowodanów złożonych oraz nie więcej niż 1% tłuszczu i 5% popiołu [14]. W porównaniu do mąk i grysów, koncentrat sojowy charakteryzuje się mniej wyczuwalnym smakiem i aromatem sojowym oraz mniejszą zawartością witamin z grupy B i składników mineralnych. Z tego właśnie powodu obecne na rynku koncentraty są często wzbogacane w utracone podczas wytwarzania składniki odżywcze. Koncentraty sojowe otrzymuje się z odtłuszczonych płatków sojowych lub mąki poprzez usunięcie rozpuszczalnych w wodzie i/lub alkoholu składników ziarna, tj. rozpuszczalnych węglowodanów, barwników, składników mineralnych, substancji azotowych niebiałkowych oraz substancji odpowiedzialnych za smak i zapach sojowy [18]. Białko pozostaje w formie nieroz-

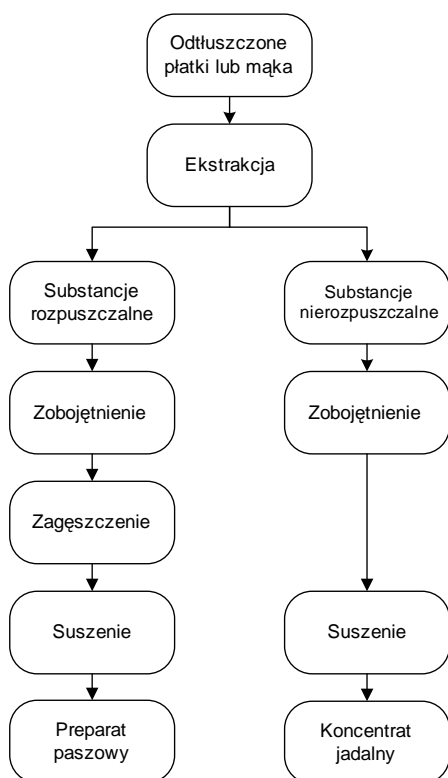
puszczonej i jest ekstrahowane z roztworu. W uzyskanych w ten sposób koncentraty, oprócz białka, znajdują się również nierozpuszczalne węglowodany nadające produktowi charakterystyczny posmak i aromat sojowy, który jest jednak znacznie mniej intensywny niż w przypadku mąk i grysów sojowych [14].

Koncentraty białka soi można uzyskać w wyniku: ekstrakcji w środowisku kwaśnym, zbliżonym do punktu izoelektrycznego, pH=4,5; ekstrakcji 70-90% wodnym roztworem alkoholu lub ekstrakcji wodnej w przypadku białek zdenaturowanych w procesie obróbki termicznej [14]. Ekstrakcję kwaśną stosuje się gdy białko zawarte w surowcu wykazuje wysoką rozpuszczalność. Oddzielone niebiałkowe składniki są odwirowywane, a koncentrat po kilkakrotnym przemyciu wodą jest zobojętniany do pH=6,5-7 i suszony (rys. 7). Podczas ekstrakcji alkoholem usuwana jest większość związków odpowiedzialnych za niepożądany smak i fasolowy zapach, a białko ulega koagulacji. Metoda ta pozwala uzyskać koncentraty najwyższej jakości [5, 14].

Niezależnie od rodzaju stosowanej ekstrakcji, duży wpływ na jakość końcowego produktu mają metoda i parametry suszenia. Stosowane jest suszenie walcowe lub bardziej wydajne suszenie rozpyłowe. Uzyskane tą metodą koncentraty sojowe charakteryzują się dobrą absorpcją wody i tłuszczu. Mogą być stosowane jako dodatek do zamienników mięsa w przemyśle mięsnym i garmażeryjnym. Używane są głównie do produkcji takich produktów jak: kielbasa, mielonka, paszтет czy burger. Mogą być również dodawane jako substancja wzbogacająca do pieczywa i wyrobów cukierniczych [5].



Rys. 6. Schemat procesu produkcji mąki i grysu sojowego [5, 14, 18].



Rys. 7. Schemat procesu produkcji koncentratu sojowego [5].

Izolaty sojowe

Izolaty sojowe są najbardziej skoncentrowanym źródłem białka (min. 90%), poza białkiem zawierają śladowe ilości tłuszczu (poniżej 1%) oraz około 5% popiołu [16]. Są bezwonne i niegazotwórcze, lecz podobnie jak koncentraty pozbawione witamin i składników mineralnych.

Izolaty sojowe otrzymuje się poprzez rozpuszczenie białka, a następnie jego wyekstrahowanie w środowisku alkalicznym (substancje towarzyszące pozostać powinny w formie nierozpuszczonej). Z roztworu białko wytrąca się poprzez zakwaszenie środowiska do punktu izoelektrycznego (pH=4, 5) [19]. Uzyskany izolat jest następnie wielokrotnie przemywany, a na koniec zubożniany i suszony (najczęściej rozpyłowo) (Rys. 8) [14]. Powstały w ten sposób proszek pozbawiony jest zarówno zanieczyszczeń nierozpuszczalnych, takich jak skrobia czy błonnik, jak również rozpuszczalnych węglowodanów, barwników, a także substancji smakowych i zapachowych oraz składników mineralnych [18]. Proces produkcji izolatów sojowych jest średnio wydajny, w formie gotowego produktu odzyskuje się około jedną trzecią wyjściowego produktu [14].

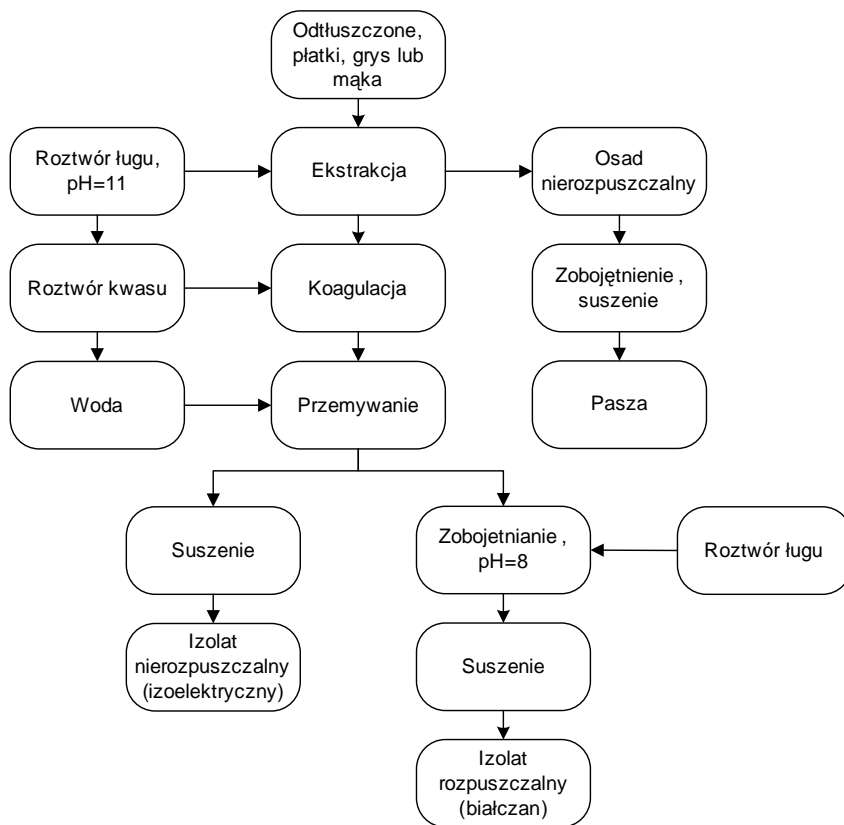
Izolaty wykazują właściwości żelujące w czasie obróbki cieplnej, stosowane są również jako stabilizatory emulsji, emulgatory, składniki kontrolujące proces krystalizacji oraz składniki zagęszczające, pianotwórcze, wiążące i teksturotwórcze. Ze względu na obojętny smak i zapach, a także bardzo dobre właściwości funkcjonalne izolaty białka soi są wykorzystywane w produkcji środków specjalnego przeznaczenia żywieniowego – odżywek dla niemowląt i dzieci, sportowców, osób odchudzających się, żywności prozdrowotnej, napojów sojowych w proszku, produktów mlekozastępczych, a także zup, sosów, majonezów, produktów piekarskich i cukierniczych [14]. Izolaty sojowe są jedynym produktem białkowym pozyskiwanym z soi dozwolonym do stosowania w żywieniu dzieci i niemowląt [5]. Stosowane są również jako składniki powłok jadalnych, głównie w przemyśle mięsnym [19]. W produktach wegetariańskich używane są jako substancja wzbogacająca do produkcji bezmięsnych kiełbasek oraz analogów mięsa [16].

Analogi mięsa pozyskiwane z soi

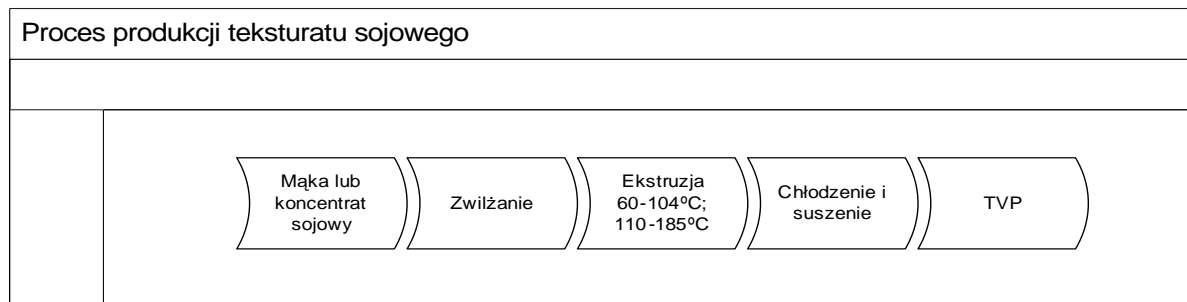
Sojowe analogi mięsa są najlepiej poznana i najdłużej istniejącą na rynku żywnościowym grupą analogów mięsa. Różnicowanie produktów i ich dostępność są bardzo duże. Popularność zawdzięczają wysokiej wartości odżywczej i niskiemu kosztowi wytwarzania. Najczęściej spożywane sojowe analogi mięs to tofu, teksturaty białka soi (TVP) oraz teksturaty przedzone wytwarzane z izolatów sojowych [16].

Teksturaty sojowe TVP (Texturised Vegetable Protein) otrzymuje się w procesie ekstruzji z mąki, koncentratu lub izolatu sojowego. Zawierają od 50% (teksturaty z mąki) do 65-70% białka (teksturaty z koncentratu), przy zawartości tłuszczu poniżej 1% i nie więcej niż 3.5% błonnika. Proces termoplastycznego tłoczenia, któremu poddawany jest surowiec wyjściowy, ma na celu zniszczenie struktury czwartorzędowej białek i wiązań międzycząsteczkowych, a także niektórych enzymów, między innymi ureazy ograniczającej trwałość produktu końcowego, lipooksygenazy odpowiadającej za niepożądany sojowy zapach i inhibitorów tripsyny

obniżających strawność białka. W wyniku ekstruzji zwiększa się więc biologiczna wartość białka soi oraz kształtowane są nowe właściwości funkcjonalne końcowego produktu [7].



Rys. 8. Schemat produkcji izolatu białka sojowego [18].



Rys. 9. Schemat procesu produkcji teksturowanych białek soi [5, 7].

Uproszczony schemat otrzymywania teksturowanego białka soi przedstawiono na rysunku 9. Proces przebiega w ekstruderze w temperaturze 60-104°C, a w końcowej fazie 110-185°C. Poprzez dobór odpowiednich urządzeń, surowców wyjściowych i substancji uzupełniających oraz parametrów procesu uzyskuje się produkty o pożądanej teksturze i wielkości cząstek. Kwasowość środowiska i zawartość tłuszczu są czynnikami determinującymi strukturę i właściwości funkcjonalne teksturatu. Otrzymane tekstury cechują się niewłóknistą, nieuporządkowaną przestrzennie porowatą strukturą imitującą mięso mielone lub kawałki mięsa, barwą kremowoszarą do ciemnobrązowej. Mogą występować w formie granulowanej, w proszku lub w kawałkach. Dodatek barwników, przypraw i aromatów do tekstratu dodatkowo upodabnia produkt do mięsa. TVP używane są głównie do produkcji

wyrobów wegetariańskich, ale też koncentratów obiadowych, płatków, przetworów i konserw warzywno-mięsnych, burgerów, klopsów, pieczywa i wyrobów piekarniczych oraz dodatków do pizzy. Mogą być też wykorzystywane jako wypełniacz i zamiennik mięsa (w ilości przekraczającej 30%) w przetworach mięsnych i wyrobach garmazeryjnych [1, 14, 16].

Tekstury przędzone są najbardziej zaawansowaną formą teksturatu białkowych. Produkowane są na bazie izolatu soi poprzez wytworzenie włókien białkowych w wyniku tłoczenia zalkalizowanego roztworu izolatu z dodatkiem substancji koagulującej (soli, kwasu lub zasady) przez cienkie kanaliki do kąpieli izoelektrycznej. Rozmiar uzyskanych nici zależy od średnicy kanalika i wynosi zazwyczaj około kilkuset μm [10]. Uzyskane w ten sposób włókna przemywa się i poddaje kąpieli ze środkiem wiążącym. Kosztowny i skomplikowany proces powoduje że tekstury przędzone wykorzystywane są przede wszystkim do wytwarzania analogów mięsa takich jak imitacje szynki, bekonu czy piersi drobiowej. Powlekanie włókien tłuszczem, dodatek środków wiążących, odpowiednich barwników, aromatów i przypraw nadaje teksturatom pożądany kształt, kolor i smak, w konsekwencji czego powstaje tkankopodobny produkt ludzko podobny do mięsa, który utrwalany jest poprzez mrożenie lub suszenie [6].

Poza wysokim kosztem, proces wytwarzania teksturatu przędzonych ma kilka wad, a są to między innymi: stosowane podczas procesu produkcji koagulanty chemiczne, obniżona, na skutek rozkładu części aminokwasów egzogennych w procesie wytwarzania

izolatu, jakość białka oraz trudność zapewnienia bezpieczeństwa mikrobiologicznego produktu końcowego [10]. Metoda otrzymywania teksturatu przędzonych znana jest już od wczesnych lat 50., lecz koszty i trudności z wdrożeniem jej do produkcji masowej powodowały, że nie była wykorzystywana na przemysłową skalę. W ostatnich latach, wraz ze wzrostem zapotrzebowania na wysokiej jakości produkty bezmięsne, przemysł wprowadził na rynek linie produktów bazujących na teksturatach przędzonych. Przykładem może być grupa analogów mięsa Tivall, obecna od lat 90. na rynku amerykańskim i europejskim [8]. Sojowe produkty wytwarzane pod marką Tivall cechują się włóknistą strukturą białka, naśladującą tkankę mięśniową [16]. Wytwarzane są z udziałem białek zbożowych i wzbogacane wapniem, żelazem i witaminami. Charakteryzują się niską zawartością tłuszczu i nasyconych

kwasów tłuszczowych, nie zawierają cholesterolu, substancji konserwujących i syntetycznych barwników. Asortyment obejmuje produkty takie jak imitacje burgerów, sznycli, kiełbasek, wędlin, mięsa mielonego i w kawałkach [16].



Rys. 10. Teksturaty sojowe [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Soja_texturiert.jpg].

PODSUMOWANIE

Omawiane produkty sojowe umożliwiają zróżnicowanie diet wegetariańskich, jak również diet tradycyjnych, a ze względu na niewielką zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych oraz brak cholesterolu stanowią atrakcyjny z punktu widzenia żywieniowego zamiennik produktów zwierzęcych.

Mąki, grysy, koncentraty i izolaty są szeroko wykorzystywane przez przemysł spożywczy, jako funkcjonalne dodatki technologiczne, np. w produkcji wyrobów mięsnych umożliwiają zastąpienie białka zwierzęcego, wiążąc tłuszcz oraz wodę i poprawiając cechy konsystencji.

LITERATURA

- [1] Berkoff N.: Vegetable proteins. Foodservice director, 2006, t. 19, nr 2, s. 43-44.
- [2] Bricarello L.P., Kasinski N., Bertolami M.C., Faludi A., Pinto L.A., Relvas W.G.M., Izar M.C.O., Ihara S.S.M., Tufik S., Fonseca F.A.H.: Comparison between the effects of soy milk and non-fat cow milk on lipid profile and lipid peroxidation in patients with primary hypercholesterolemia, Nutrition, 2004, t. 2, s. 200-204.
- [3] Cai T.D., Chang, K.C.: Characteristics of production-scale tofu as affected by soymilk coagulation method: propeller blade size, mixing time and coagulant concentration. Food Research International, 1998, t. 31, nr 4, s. 289-295.
- [4] Chaiwanon P., Puwastien P., Nitithamyong A., Sirichakwal P.P.: Calcium fortification in soybean milk and in vitro bioavailability, Journal of Food Composition and Analysis, 2000, t. 13, s. 319-327.
- [5] Dłużewska E., Krygier K.: Sojowe preparaty białkowe – otrzymywanie i zastosowanie, Przemysł spożywczy, 2005, t. 59, nr 4, s. 30-35.
- [6] Duda Z.: Wegetariański bezmięsny schabowy, Gospodarka mięsna, 2000, t. 8, s. 22-23.

- [7] Garcia M.C., Marina M.L., Laborda F., Torre M.: Chemical characterization of commercial soybean products, Food Chemistry, 1998, t. 62, nr 3, s. 325-331.
- [8] Hoek A.C., Luning P.A., Stafleu A., de Graaf C.: Food-related lifestyle and health attitudes of Dutch vegetarians, non-vegetarian consumers of meat substitutes, and meat consumers, Appetite, 2004, t. 42, s. 265-272.
- [9] Krawczyk G., Fisher G., Sewall C.: Stabilizing UHT soy beverages, Dairy Foods, 2004, t. 105, nr 12, s. 48-49.
- [10] Manski J.M., van der Goot A.J., Boom R.M.: Advances in structure formation of anisotropic protein-rich foods through novel processing concepts, Trends in Food Science and Technology, 2007, t. 18, s. 546-557.
- [11] Mejia E., Lumen B. (2006): Soybean bioactive peptides: a new horizon in preventing chronic disease, Sexuality Reproduction and Menopause, 2006, t. 4, nr 2, s. 1-5.
- [12] Obatolu V.A.: Effect of different coagulants on yield and quality of tofu from soymilk, European Food Research Technology, 2008, t. 226, s. 467-472.
- [13] Poysa V., Woodrow L., Yu K.: Effect of soy protein subunit composition on tofu quality, Food Research International, 2006, t. 39, s. 309-317.
- [14] Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.: Kompendium dodatków do żywności, Hortimex, Konin, 2003, s. 252-258, 261-262.
- [15] Sabate J.: Vegetarian Nutrition, CRC Press, Boca Raton, 2001, s. 22-29, 334-353, 495-500.
- [16] Sadler M.J.: Meat alternatives- market developments and health benefits, Trends in food Science and Technology, 2004, t. 15, s. 250-260.
- [17] Su G., Chang K.C.: Trypsin activity in vitro digestibility and sensory quality of meat-like yuba products as affected by processing, Journal of Food Science, 2002, t. 67, nr 3, s. 1260-1266.
- [18] Świdorski F.: Żywność wygodna i żywność funkcjonalna, Wydawnictwo naukowo-techniczne, Warszawa, 2003, s. 247-258.
- [19] Tendaj M., Tendaj B.: Białka sojowe jako składniki powłok jadalnych, Przemysł Spożywczy, 2001, t. 55, nr 7, s. 20-22.
- [20] Yuan S., Chang S.K.C.: Texture profile of tofu as affected by instron parameters and sample preparation, and correlations of instron hardness and springiness with sensory scores, Journal of Food Science, 2007, t. 72, nr 2, s. 136-145.

ANIMAL PROTEIN SUBSTITUTES

Part II

SOY PRODUCTS

SUMMARY

Thermal and mechanical processing of soy allows achieving the different forms of soy products. They can be used as ready to eat products (soy milk, tofu) and ready to cook ingredients (soy texture proteins) or used by food producers as functional technological ingredients, nutrition value enhancers and as meat analogues.