

MARTA WILK

## SOJA ŹRÓDŁEM CENNYCH SKŁADNIKÓW ŻYWIENIOWYCH

### Streszczenie

Tradycja spożywania produktów na bazie soi sięga krajów Dalekiego Wschodu i niektórych rejonów Afryki, dzisiaj jednak produkty takie można spotkać na półkach sklepowych wielu krajów rozwiniętych i rozwijających się. Miso, tofu, tempe czy sos sojowy to tradycyjne produkty na bazie nasion soi lub mleka sojowego, spożywane w formie sfermentowanej bądź niesfermentowanej. Soja jest rośliną, której nasiona charakteryzują się dużą wartością odżywczą i możliwością wszechstronnego wykorzystania. Produkuje się z niej pasty, substytuty produktów zbożowych (chleb, makaron, mąkę), mleczarskich (mleko sojowe, ser) czy substytuty mięsa. Jest to surowiec wysokobiałkowy, dzięki czemu z powodzeniem zastępuje białko zwierzęce w wielu dietach. Uważa się, że azjatycka dieta bogata w soję pozwala zmniejszyć ryzyko przewlekłych chorób niezakaźnych, czyli chorób serca, osteoporozy czy niektórych form raka. Pozostaje pytanie, dlaczego soja ma tak pozytywny wpływ na organizm ludzki. Celem niniejszej pracy było przedstawienie właściwości odżywczej nasion soi, w tym białka, nienasyconych kwasów tłuszczowych, bioaktywnego peptydu – lunazyny oraz fitohormonów pod postacią izoflawonów. Oprócz prozdrowotnych właściwości soi przedstawiono także zagrożenia i negatywne efekty mogące być wynikiem spożywania produktów sojowych.

**Słowa kluczowe:** soja, składniki bioaktywne, nienasycone kwasy tłuszczowe, fitohormony, alergeny

### Wprowadzenie

Soja należy do rodziny roślin bobowatych. Spośród jej kilkunastu gatunków najbardziej popularna jest soja uprawna, zwana soją warzywną (*Glycine max* (L.) Merr.). Stosowana jest do produkcji pasz dla zwierząt, a także zajmuje ważną pozycję w diecie ludzi. Wśród roślin strączkowych nasiona soi wyróżniają się dużą zawartością białka (40 % suchej masy nasion) i tłuszczu (ok. 20 % suchej masy nasion). Dzięki zawartości tłuszczów 100 g nasion soi dostarcza 385 kcal. Wartość odżywczą nasion soi wzbogaca duża ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych. Są one ponadto ważnym źródłem

---

Dr inż. Marta Wilk, Katedra Inżynierii Bioprocusowej, Wydz. Inżynieryjno-Ekonomiczny, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu, ul. Komandorska 118-120, 53-345 Wrocław.  
Kontakt: [marta.wilk@ue.wroc.pl](mailto:marta.wilk@ue.wroc.pl)

witamin z grupy B oraz składników mineralnych, takich jak: azot, potas, magnez, żelazo, wapń czy fosfor. Choć nasiona soi w surowej postaci są dla człowieka toksyczne, to termostabilność większości jej białek pozwala na termiczną obróbkę soi i produkcję żywności [44].

Nasiona soi i ich przetwory, takie jak: mleko sojowe, sos sojowy, miso, tofu, tempe, od wieków są ważnym składnikiem jadłospisu w krajach azjatyckich. Produkują się z nich pasty, substytuty produktów zbożowych (chleb, makaron, mąkę), mleczarskich (mleko sojowe, ser) czy substytuty mięsa. W Japonii, gdzie tradycyjnie spożycie produktów sojowych jest duże, dorosły konsument spożywa dziennie od 6 do 11 g białka sojowego [27]. Z badań wynika, że w ostatnich latach w tym kraju spożycie produktów sojowych zmniejsza się, co wiąże się prawdopodobnie z większą różnorodnością diety. Inaczej przedstawia się wielkość konsumpcji soi na świecie. Na przestrzeni lat 2010 - 2015 ilość spożywanych nasion soi wzrosła o ok. 23 %, a w kolejnych latach przewiduje się wzrost o kolejne 1,6 ÷ 2,5 % rocznie [31]. W krajach Zachodu nasiona soi zyskują popularność z uwagi na specyficzny smak, dzięki któremu możliwe jest istotne urozmaicenie diety. Soja i jej przetwory mają szczególne znaczenie dla wegetarian i wegan, którzy spożywają je jako substytut mięsa [30]. W Polsce soja spożywana jest głównie pośrednio w postaci mięsa i jego przetworów, które pochodzą ze zwierząt skarmianych paszami zawierającymi soję [44]. W roku gospodarczym 2014/2015 spożycie nasion soi wyniosło 37 tys. t, oleju sojowego 16 tys. t, natomiast na produkcję pasz zużyto 2018 tys. t makuchu sojowego, 16 tys. t oleju i 4 tys. t nasion. Warto podkreślić, że całość zużytego makuchu sojowego pochodziła z importu, a w kraju wyprodukowano zaledwie 2 tys. t nasion soi [33]. Zdecydowana większość zużywanej w Polsce soi pochodzi z upraw roślin genetycznie zmodyfikowanych (GM). Wiele środowisk wyraża jednak opinię, że żywność i pasze GM są zagrożeniem dla zdrowia człowieka. Do konsumentów docierają wiadomości z akcji propagandowych o sprzeciwie dotyczącym wykorzystywania roślin GM. Agencja Żywności i Leków (FDA) USA i Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA), organizacje odpowiedzialne za bezpieczeństwo żywności i leków, po przeprowadzeniu bardzo rygorystycznych badań wykazały, że produkty otrzymywane z roślin GM są bezpieczne. Wykorzystanie w gospodarce organizmów zmodyfikowanych genetycznie stanowczo popiera Komitet Biotechnologii PAN, ale zastosowanie tych zaleceń w praktyce uzależnione jest w dużej mierze od przepisów prawa krajowego [38]. Należy podkreślić, że spożycie nasion soi i przetworów sojowych wiąże się z dostarczeniem do organizmu wielu wartościowych składników żywieniowych.

### **Wartość żywieniowa białka**

Białko sojowe charakteryzuje się dużą wartością żywieniową i jest dobrze trawione, a jego skład aminokwasowy w znacznym stopniu odpowiada zapotrzebowaniu

człowieka na poszczególne aminokwasy. Jest lepszym źródłem lizyny niż większość białek roślinnych, chociaż podobnie jak one jest stosunkowo ubogie w inny egzogeny dla człowieka aminokwas – metioninę [37]. Niektóre badania wskazują, że jakość sojowych odżywek dla niemowląt poprawia dodatek metioniny, chociaż już dorośli, dla których podstawowym źródłem białka jest soja, takiej suplementacji nie potrzebują [7, 9]. Dodatkowym walorem żywieniowym białka sojowego jest uwalnianie się z niego podczas trawienia w przewodzie pokarmowym, jak również podczas procesów technologicznych lub fermentacyjnych, biologicznie czynnych peptydów. Związki te mają charakter nutraceutyków, a dzięki znacznej termostabilności pozostają też w produktach poddanych obróbce termicznej. Omawiane peptydy chronią przed otyłością i nadciśnieniem, obniżają poziom cholesterolu we krwi, wykazują działanie przeciwutleniające, przeciwnowotworowe i przeciwcukrzycowe [9, 34, 36].

### **Charakterystyka i właściwości lunazyny**

Najważniejszym i wnikliwie badanym związkiem nasion soi z grupy peptydów biologicznie czynnych jest lunazyna. Jest ona izolowana także z nasion innych roślin, m.in. z żyta, owsa, pszenicy i słonecznika, chociaż w mniejszych ilościach. Związek ten zbudowany z 43 aminokwasów o masie cząsteczkowej równej  $5,5 \cdot 10^3$  Da jest zakodowany w genie GM2S-1 odpowiedzialnym za wytwarzanie albuminy 2S. Produkty sojowe zawierają w 100 g  $50 \div 810$  mg lunazyny [21]. Pomiarów wskazują, że procesy selekcji odmian wysoko plennych prowadzą jednak do uzyskania roślin pozbawionych omawianego, cennego peptydu [48]. Lunazyna ma udokumentowane właściwości prozdrowotne, głównie przeciwnowotworowe, przeciwutleniające i przeciwzapalne. Jest nadto termostabilna i może być wykorzystywana jako cenny suplement diety, także w produktach poddawanych obróbce termicznej [5, 22]. W przewodzie pokarmowym nie ulega degradacji pod wpływem obecnych tam proteinaz i peptydaz, dzięki czemu może docierać do narządów i tkanek bez utraty aktywności [48]. W badaniach nad lunazyną najwięcej uwagi poświęcono jej właściwościom przeciwnowotworowym. Wykazano hamowanie podziałów komórek nowotworowych przez omawiany peptyd *in vitro*, a także w badaniach na modelach zwierzęcych i w badaniach klinicznych [14, 16, 48].

Szczegółowe badania pozwoliły przedstawić kilka możliwych mechanizmów przeciwnowotworowego działania lunazyny. Opisano mechanizm hamowania przez ten peptyd mitozy w komórkach *E. coli*. Wykazano, że lunazyna w komórkach ssaków hamuje działanie chemicznych i wirusowych onkogenów, chociaż nie wpływa na podziały komórek immortalizowanych lub nowotworowych [22]. Opisano też mechanizm przeciwnowotworowego działania lunazyny polegający na hamowaniu transkrypcji genów wprowadzających komórkę w fazę podziału mitotycznego. Peptyd oddziałuje na histony regulujące transkrypcję genów kodujących czynniki uruchamiające podział

komórki, powoduje zakłócenie prawidłowych procesów acetylacji histonów i indukuje apoptozę komórki [5, 16, 22, 48]. Przeciwnowotworowe działanie lunazyny wynika też pośrednio z właściwości przeciwzapalnych [6, 10] oraz przeciwutleniających tego związku, który, jak wskazują badania, jest aktywnym neutralizatorem wolnych rodników [10, 14, 22, 36]. Wykazano też, że lunazyna ma cechy adiuwanta – wzmacnia wrodzoną lub szczepienną odporność organizmów [42].

### **Właściwości prozdrowotne izoflawonów**

Znaczna część prowadzonych przez ostatnie ćwierćwiecze prac nad efektami spożywania soi skupia się na badaniu natury i działania obecnych w jej nasionach izoflawonów. Związki te występują w ziarnach soi w postaci glikozydów, a tylko mniej niż 2 % izoflawonów występuje w formie niezwiązanej z cukrami. Najważniejsze związki z omawianej grupy to genistoina, która stanowi ok. 50 % sojowych izoflawonów, daidzeina i glicyteina, których udział w puli izoflawonów wynosi odpowiednio: 40 i 10 % [28]. Poziom izoflawonów w ziarnach soi zmienia się w zakresie 560 ÷ 3810 mg/kg, w zależności od odmiany i warunków uprawy roślin. W koncentratkach białka sojowego oznaczono 466 ÷ 615 mg/kg omawianych związków, a w mleku sojowym – 13 ÷ 2030 mg/kg w zależności od użytego surowca, sposobu otrzymywania i końcowej zawartości wody [8]. Izoflawony określane są jako fitoestrogeny, ponieważ wykazują powinowactwo do części receptorów estrogenowych [20]. Dzięki tym właściwościom izoflawony sojowe mogą być stosowane przy leczeniu dolegliwości związanych z menopauzą jako alternatywa konwencjonalnej terapii hormonalnej [29]. Zdaniem wielu autorów zdolność oddziaływania z receptorami estrogenowymi jest podstawą działania prewencyjnego i mechanizmu hamowania przez omawiane związki rozwoju nowotworów sutka [40, 45, 47] i nowotworów prostaty [23, 29, 35]. Obserwacje epidemiologiczne wskazują, że częstość zachorowań na wspomniane nowotwory zależy od nawyków żywieniowych. W krajach azjatyckich, w których tradycyjnie spożywane są produkty sojowe, ten typ nowotworów jest diagnozowany rzadziej niż np. w Europie [28, 35]. Wykazano, że izoflawony hamują działanie części enzymów istotnych w procesie karcinogenezy [45] i promują kierowanie komórek nowotworowych na ścieżkę apoptozy. Powodują też obniżenie poziomu antygenu PSA u chorych cierpiących na raka prostaty [23, 35]. Nie bez znaczenia dla przeciwnowotworowych właściwości izoflawonów jest ich bezpośrednie działanie przeciwutleniające oraz udokumentowane działanie hamujące angiogenezę [23, 35, 45]. Pojawiły się też doniesienia wskazujące, że spożywanie izoflawonów może przeciwdziałać rozwojowi i być pomocne w leczeniu cukrzycy typu 2. Jednak analiza wyników dotychczasowych badań epidemiologicznych i prób klinicznych nie pozwala jednoznacznie potwierdzić przeciwcukrzycowego działania izoflawonów [41]. Na podstawie dotychczas opublikowanych badań nie można rekomendować izoflawonów jako leku lub środka chroniącego przed cu-

krzywą, jednak produkty sojowe należy uznać za cenny składnik zdrowej diety, także w aspekcie zapobiegania cukrzycy. Podobnie formułowana w niektórych opracowaniach teza, że izoflawony chronią przed osteoporozą nie została poparta wystarczającymi dowodami. Sugeruje się, że spożywanie izoflawonów może wpływać dodatnio na gęstość kości, jednak potwierdzenie tej tezy wymaga badań szczegółowych. Ponadto pozytywna korelacja między spożywaniem soi i mniejszą łamliwością kości może być też wynikiem zastępowania w diecie białka zwierzęcego białkiem sojowym. Białka roślinne są uboższe od zwierzęcych w cytozynę i metioninę, których metabolizm prowadzi do powstawania kwasowych produktów wpływających niekorzystnie na gospodarkę wapniową organizmu [28].

Izoflawony oddziałują z receptorami estrogenowymi, stąd powstała wątpliwość, czy systematyczne spożywanie produktów sojowych nie będzie zaburzać gospodarki hormonalnej. W eksperymentach prowadzonych na zwierzętach wykazano możliwy wpływ fitoestrogenów na płodność lub zaburzenia rozwoju płciowego u samców szczurów. Należy jednak podkreślić, że we krwi mężczyzn, którym podawano izoflawony lub spożywających bogate w te związki produkty sojowe, nie stwierdzono zmian w stężeniu estrogenu i testosteronu [17, 28]. Nie ma także dowodów na niekorzystny wpływ izoflawonów na niemowlęta karmione odżywkami sojowymi lub zawierającymi produkty sojowe, chociaż w ich krwi poziom izoflawonów jest wysoki. Wydaje się więc, że ten aspekt działania fitohormonów wymaga jeszcze dodatkowych badań szczegółowych [4, 43].

### **Olej sojowy i zawarte w nim kwasy tłuszczowe**

Soja jest jednym z najważniejszych światowych źródeł oleju roślinnego. Uzyskiwanie oleju sojowego w latach 2014 - 2015 stanowiło 27,7 % światowej produkcji olejów roślinnych [24]. Lipidy stanowią 16 ÷ 20 % suchej masy ziaren soi, a głównym składnikiem oleju sojowego są acyloglicerole. Na szczególną uwagę zasługują zawarte w nich wielonienasycone kwasy tłuszczowe, tj. kwas linolowy (C18:2, typ omega-6) i kwas linolenowy (C18:3, typ omega-3). Uważa się je za niezbędne i szczególnie korzystne dla zdrowia. Kwasy te stanowią w puli sojowych kwasów tłuszczowych odpowiednio: 54 i 7,5 % [18, 25, 37]. Zawartość kwasu linolowego w oleju sojowym jest nieznacznie mniejsza niż w olejach kukurydzianym i słonecznikowym, ale ponad dwukrotnie większa niż w oleju rzepakowym. Soja i rzepak to rośliny oleiste charakteryzujące się stosunkowo dużą zawartością kwasu linolenowego. Kwas linolenowy uważany jest za niezbędny dla zdrowia człowieka i obniżający ryzyko chorób serca, natomiast kwas linolowy przyczynia się do obniżania poziomu frakcji LDL cholesterolu we krwi [50].

Okolo 24 % kwasów tłuszczowych oleju sojowego stanowi ważny fizjologicznie kwas oleinowy. Dla porównania, w olejach rzepakowym i z oliwek kwas oleinowy

stanowi odpowiednio 61 i 75 % puli kwasów tłuszczowych. Oleje bogate w te jednonienasycone kwasy tłuszczowe uważane są za zdrowsze i zwykle mają dłuższą trwałość i zwiększoną odporność na utlenianie [3]. W składzie kwasów tłuszczowych oleju sojowego przeważa wielonienasycony kwas linolowy. Ze względu na obecność dwóch izolowanych wiązań podwójnych jest on wrażliwy na utlenianie i degradację podczas obróbki termicznej [2]. W celu zwiększenia stabilności oksydacyjnej i okresu przydatności do spożycia producenci oleju sojowego sprzedają oleje częściowo utwardzone poprzez ich wcześniejsze uwodornienie. Z tego typu surowców chętnie korzysta branża spożywcza (produkcja chipsów, batonów, ciastek itp.). Podczas utwardzania oleju sojowego zachodzi jednak izomeryzacja wielonienasyconych kwasów tłuszczowych *cis* do *trans*, które stanowią zagrożenie dla zdrowia. Wykazano, że spożywanie kwasów tłuszczowych *trans* w nadmiarze może podwyższyć stężenie lipoprotein o niskiej gęstości w osoczu oraz przyczynić się do chorób serca i miażdżycy. Naukowcy próbujący zaradzić problemom związanym z tworzeniem kwasów tłuszczowych *trans* opracowali odmianę soi, która charakteryzuje się małą zawartością wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Dzięki mutacji genów kodujących desaturazy kwasów tłuszczowych odnotowano wzrost stężenia kwasu oleinowego z 20 do 80 % z jednoczesnym zmniejszeniem stężenia kwasu linolowego z 50 do poniżej 4 % [13]. Uprawa takiej soi pozwoliłaby na poprawę jakości tłuszczów sojowych, ale olej sojowy nieutwardzony i spożywany na zimno pozostaje cennym źródłem niezbędnych kwasów tłuszczowych.

### **Zagrożenia związane ze spożywaniem soi**

#### *Niedobór niektórych makro- i mikroelementów*

Z raportu Centrum Badania Opinii Społecznej wynika, że w 2014 roku wegetarianie stanowili 1 % społeczeństwa polskiego [49]. U konsumentów spożywających produkty sojowe, a zwłaszcza w grupie wegetarian i wegan istnieje możliwość powstawania niedoborów Fe, Zn i Ca. Wynika to z obecności w nasionach soi fitynianów wiążących kowalencyjnie kationy metali. W szczegółowych badaniach nie wykazano, aby przy stosowaniu dobrze zbilansowanej diety należało obawiać się takich zagrożeń [28]. Obecnie zaleca się, aby u dzieci z dietą wegetariańską monitorować poziom Fe oraz Zn i w razie potrzeby zapewnić im odpowiednią suplementację [11].

#### *Właściwości alergenne*

Powazną wadą soi i produktów sojowych są właściwości alergenne. Soja została zaliczona do grupy 8 (obok mleka, jaj, ryb, owoców morza, orzechów, orzechów arachidowych, pszenicy) wielkich alergenów, które są przyczyną 90 % alergii pokarmowych typu IgE [21, 46]. W literaturze przedmiotu opisano 15 (niektóre źródła podają 16) potencjalnie alergizujących białek sojowych. Są to podjednostki najważniejszych

zapasowych białek występujących w nasionach soi –  $\beta$ -konglicyniny i glicyniny [15, 19], a także białka należące do rodziny wicylin i białek 2S [39]. Alergeny sojowe charakteryzują się znaczną termostabilnością, dlatego można je znaleźć także w produktach po obróbce termicznej [39]. Na przykład w lecytynie sojowej, powszechnie stosowanej jako emulgator, mogą pozostać niewielkie ilości białek alergizujących [1, 12]. Nie dziwi więc, że przeprowadzono wiele prac w celu uzyskania hipoalergicznym odmian ziarna sojowego i produktów sojowych. Zastosowane metody hodowlane i techniki inżynierii genetycznej pozwoliły uzyskać hipoalergiczne ziarno sojowe [21]. Opracowano technologię, dzięki której po serii zabiegów fizykochemicznych lub enzymatycznych można uzyskać produkty sojowe o wyraźnie zmniejszonej alergenicności. Przy stosowaniu techniki wysalania i wirowania w starannie dobranych warunkach usunięto z mleka sojowego główne alergeny i otrzymano produkt, który mogło spożywać ok. 80 % konsumentów uczulonych na soję [32]. Opisano też badania, w których dzięki obróbce enzymatycznej z izolatów białka sojowego usunięto 96  $\pm$  100 % głównych alergenów [26].

### Podsumowanie

Pomimo odnotowywanych właściwości uczulających soja i jej produkty powinny pozostać ważnym składnikiem diety. O ich wartości decydują odżywcze walory białka sojowego, korzystny skład kwasów tłuszczowych, jak również obecność biologicznie czynnych związków, przede wszystkim lizyniny i izoflawonów. Prozdrowotne działanie tych związków zostało już szeroko opisane, chociaż szczegółowy mechanizm ich działania wymaga wciąż precyzyjnych badań biochemicznych i klinicznych.

### Podziękowania

*Autorka dziękuje dr hab. Marii Trzcńskiej za pomysł na publikację i cenne wskazówki podczas jej opracowania.*

### Literatura

- [1] Balińska-Miśkiewicz W.: Diagnostyka molekularna alergii pokarmowej – czy wiemy więcej? *Post. Hig. Med. Dośw.*, 2014, 68, 754-767.
- [2] Chen J., Tai C.Y., Chen Y.C., Chen B.H.: Effects of conjugated linoleic acid on the oxidation stability of model lipids during heating and illumination. *Food Chem.*, 2001, 72 (2), 199-206.
- [3] Clemente T.E., Cahoon E.B.: Soybean oil: Genetic approaches for modification of functionality and total content. *Plant Physiol.*, 2009, 151 (3), 1030-1040.
- [4] Czupryńska K., Marchlewicz M., Wiszniewska B.: Wpływ ksenoestrogenów na męski układ płciowy. *Post. Biol. Komórki*, 2007, 34 (2), 317-333.
- [5] De Lumen B.O.: Lunasin: A novel cancer preventive seed peptide that modifies chromatin. *J. AOAC Int.*, 2008, 91 (4), 932-935.
- [6] De Mejia E.G., Dia V.P.: Lunasin and lunasin-like peptides inhibit inflammation through suppression of NF- $\kappa$ B pathway in the macrophage. *Peptides*, 2009, 30 (12), 2388-2298.

- [7] De Oliveira J.E., de Souza N., Jordão A.A. Jr, Marchin J.S.: Methionine supplementation of soya products: Effects on nitrogen balance parameters. *Arch. Latinoam. Nutr.*, 1998, 48 (1), 5-40.
- [8] Fletcher R.J.: Food sources of phyto-oestrogens and their precursors in Europe. *Brit. J. Nutr.*, 2003, 89 (1), 39-43.
- [9] Friedman M., Brandon D.L.: Nutritional and health benefits of soy proteins. *J. Agric. Food Chem.*, 2001, 49 (3), 1069-1086.
- [10] Garcia-Nebot M.J., Recio I., Hernández-Ledesma B.: Antioxidant activity and protective effects of peptide lunasin against oxidative stress in intestinal Caco-2 cells. *Food Chem. Toxicol.*, 2014, 65, 155-161.
- [11] Gibson R.S., Heath A.L., Szymlek-Gay E.A.: Is iron and zinc nutrition a concern for vegetarian infants and young children in industrialized countries? *Am. J. Clin. Nutr.*, 2014, 100 (1), 459-468.
- [12] Gu X.L., Beardslee T., Zeece M., Sarath G., Markwell J.: Identification of IgE-binding proteins in soy lecithin. *Int. Arch. Allergy Immunol.*, 2001, 126 (3), 218-225.
- [13] Haun W., Coffman A., Clasen B.M., Demorest Z.L., Lowy A., Ray E., Retterath A., Stoddard T., Juillerat A., Cedrone F., Mathis L., Voytas D.F., Zhang F.: Improved soybean oil quality by targeted mutagenesis of the fatty acid desaturase 2 gene family. *Plant Biotech. J.*, 2014, 12 (7), 934-940.
- [14] Hernández-Ledesma B., Hsieh C.C., de Lumen B.O.: Chemopreventive properties of peptide lunasin: A review. *Protein Pept. Lett.*, 2013, 20 (4), 424-432.
- [15] Holzhauser T., Wackermann O., Ballmer-Weber B.K., Bindslev-Jensen C., Scibilia J., Perono-Garoffo L., Utsumi S., Poulsen L.K., Vieths S.: Soybean (*Glycine max*) allergen Europe: Gly m 5 (beta-conglycinin) and Gly m 6 (glycinin) are potential diagnostic markers for severe allergic reactions to soy. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2009, 123 (2), 452-458.
- [16] Inaba J., McConnell E.J., Davis K.R.: Lunasin sensitivity in non-small cell lung cancer cells is linked to suppression of integrin signaling and changes in histone acetylation. *Int. J. Mol. Sci.*, 2014, 15 (12), 23705-23724.
- [17] Jargin S.J.: Soy and phytoestrogens: Possible side effects. *GMS Ger. Med. Sci.*, 2014, 12 (Doc 18), DOI: 10.3205/000203.
- [18] Kania M., Żbikowski P., Gogolewski M.: Transizomeryzacja podczas rafinacji oleju sojowego. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 2002, 1 (2), 47-53.
- [19] Krishnan H.B., Kim W.S., Jang S., Kerley M.S.: All three subunits of soybean beta-conglycinin are potential food allergens. *J. Agric. Food Chem.*, 2009, 57 (3), 938-943.
- [20] Kuiper G.G., Lemmen J.G., Carlsson B., Corton J.C., Safe S.H., van der Saag P.T., van der Burg B., Gustafsson J.A.: Interaction of estrogenic chemicals and phytoestrogens with estrogen receptor beta. *Endocrinology*, 1998, 139 (10), 4252-4263.
- [21] L'Hocine L., Boye J.I.: Allergenicity of soybean: New developments in identification of allergenic proteins, cross-reactivities and hypoallergenization technologies. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2007, 47 (2), 127-143.
- [22] Lule V.K., Garg S., Pophaly S.D., Hitesh S., Tomar S.K.: Potential health benefits of lunasin: A multifaceted soy-derived bioactive peptide. *J. Food Sci.*, 2015, 80 (3), 485-494.
- [23] Mahmoud A.M., Yang W., Bosland M.C.: Soy isoflavones and prostate cancer: A review of molecular mechanisms. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.*, 2014, 140, 116-132.
- [24] Major vegetable oils: World supply and distribution (commodity view). [online]. FAS USDA. Dostęp w Internecie [17.10.2016]: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>
- [25] Marciniak-Lukasiak K.: Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 6 (79), 24-35.
- [26] Meinschmidt P., Sussmann D., Schweiggert-Weisz U., Eisner P.: Enzymatic treatment of soy protein isolates: Effects on the potential allergenicity, technofunctionality, and sensory properties. *Food Sci. Nutr.*, 2015, 4 (1), 11-23.
- [27] Messina M., Kucuk O., Lampe J.W.: An overview of the health effects of isoflavones with an emphasis on prostate cancer risk and prostate-specific antigen levels. *J. AOAC Int.*, 2006, 89 (4), 1121-1134.
- [28] Messina M., Messina V.: The role of soy in vegetarian diets. *Nutrients*, 2010, 2 (8), 855-888.



- [29] Messina M.: Soy foods, isoflavones, and the health of postmenopausal women. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2014, 100 (1), 423-430.
- [30] Nowak A.: Jakość mikrobiologiczna sera tofu pakowanego próżniowo. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, 1 (46) Supl., 73-79.
- [31] OECD-FAO Agricultural Outlook (Edition 2016), OECD Agriculture Statistics (database). [online]. OECD/FAO. Dostęp w Internecie [4.10.2016]: DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/60b7ee42-en>
- [32] Ogawa A., Samoto M., Takahashi K.: Soybean allergens and hypoallergenic soybean products. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 2000, 46 (6), 271-279.
- [33] Rolnictwo w 2015 roku. GUS. Warszawa 2016.
- [34] Rosell M.S., Appleby P.N., Spencer E.A., Key T.J.: Soy intake and blood cholesterol concentrations: A cross-sectional study of 1033 pre- and postmenopausal women in the Oxford arm of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2004, 80 (5), 1391-1396.
- [35] Sarkar F.H., Li Y.: Soy isoflavones and cancer prevention. *Cancer Invest.*, 2003, 21 (5), 744-757.
- [36] Singh B.P., Vij S., Hati S.: Functional significance of bioactive peptides derived from soybean. *Peptides*, 2014, 54, 171-179.
- [37] Singh P., Kumar R., Sabapathy S.N., Bawa A.S.: Functional and edible uses of soy protein products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 2008, 7 (1), 14-28.
- [38] Stanowisko Komitetu Biotechnologii Polskiej Akademii Nauk: Nowe technologie szansą polskiej gospodarki: GMO dla przemysłu i rolnictwa. 2012. [online]. Dostęp w Internecie [13.12.2016]: [http://kbiotech.pan.pl/images/stories/pdfy/stanowisko\\_uzasadnienie\\_kb\\_pan\\_ws\\_gmo.pdf](http://kbiotech.pan.pl/images/stories/pdfy/stanowisko_uzasadnienie_kb_pan_ws_gmo.pdf)
- [39] Sung D., Ahn K.M., Lim S.Y., Oh S.: Allergenicity of an enzymatic hydrolysate of soybean 2S protein. *J. Sci. Food Agric.*, 2014, 94 (12), 2482-2487.
- [40] Takagi A., Kano M., Kaga C.: Possibility of breast cancer prevention: Use of soy isoflavones and fermented soy beverage produced using probiotics. *Int. J. Mol. Sci.*, 2015, 16 (5), 10907-10920.
- [41] Talaei M., Pan A.: Role of phytoestrogens in prevention and management of type 2 diabetes. *World J. Diabets*, 2015, 6 (2), 271-283.
- [42] Tung C.Y., Lewis D.E., Han L., Jaja M., Yao S., Li F., Robertson M.J., Zhou B., Sun J., Chang H.C.: Activation of dendritic cell function by soy peptide lunasin as a novel vaccine adjuvant. *Vaccine*, 2014, 32 (42), 5411-5419.
- [43] Tuohy P.G.: Soy infant formula and phytoestrogens. *J. Paediatr. Child Health.*, 2003, 39 (6), 401-405.
- [44] Tyczewska A., Gracz J., Twardowski T., Małyska A.: Soja przyszłością polskiego rolnictwa? *Nauka*, 2014, 4, 121-138.
- [45] Varinska L., Gal P., Mojziso G., Mirossay L., Mojzisz J.: Soy and breast cancer: Focus on angiogenesis. *Int. J. Mol. Sci.*, 2015, 16 (5), 11728-11749.
- [46] Wei Y.K., Gamra I., Davenport A., Lester R., Zhao L., Wei Y.: Genistein induces cytochrome P450 1B1 gene expression and cell proliferation in human breast cancer MCF-7 cells. *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.*, 2015, 34 (2), 153-159.
- [47] Wilson S., Blaschek K., de Mejia E.: Allergenic proteins in soybean: Processing and reduction of P34 allergenicity. *Nutr. Rev.*, 2005, 63 (2), 47-58.
- [48] Wołosik K., Markowska A., Kuźmich I.: Lunazyna – peptyd o właściwościach przeciwnowotworowych. *Postępy Biochemii*, 2014, 60 (1), 84-89.
- [49] Zachowania żywieniowe Polaków. Komunikat z badań CBOS, Warszawa 2014. NR 115/2014. [online]. Dostęp w Internecie [13.12.2016]: [http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2014/K\\_115\\_14.PDF](http://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2014/K_115_14.PDF)
- [50] Zaręba D.: Profil kwasów tłuszczowych mleka sojowego fermentowanego różnymi szczepami bakterii fermentacji mlekowej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, 6 (67), 59-71.

---

**SOYA AS A SOURCE OF VALUABLE NUTRIENTS****S u m m a r y**

The tradition of eating soya-based products lies in the Far East and in some regions in Africa, but today they can be found on the shelves in many developed and developing countries. Miso, tofu, tempeh, or soy sauce are traditional products based on soya or soy milk, which are consumed as fermented or non-fermented products. Soya is a plant the seeds of which are characterized by a high nutritional value and versatile possibilities of use. Soya is used to make pastes, to produce substitutes for cereal products (bread, noodles, flour) and dairy products (soy milk, cheese), and meat substitutes. It is a high-protein plant; therefore, it can advantageously replace animal protein in many diets. It is believed that the soya-rich Asian diet reduces the risk of chronic non-infectious diseases, i.e. heart diseases, osteoporosis or certain forms of cancer. The question remains why soya has such a positive effect on the human body? The objective of the research study was to show the properties of the nutrients contained in soya, such as: protein, unsaturated fatty acids, bioactive peptide: lunazine and phytohormones in the form of isoflavones. In addition to the healthy properties of soya, the risks and negative effects are also shown, those, which might result from the consumption of soya products.

**Key words:** soya, bioactive agents, unsaturated fatty acids, phytohormones, allergens ☒