

ANNA NOWAK

*Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie
Samodzielna Pracownia Farmakoterapii Dermatologicznej
Powstańców Wlkp. 72, 70-111 Szczecin
E-mail: ania-woz@wp.pl*

NASIONA SOI ZWYCZAJNEJ – CENNY SUROWIEC DIETETYCZNY I LECZNICZY

OPIS ROŚLINY I SKŁAD NASION

Soja (*Glycine max* L. Merr) jest rośliną w zależności od odmiany uprawnej. Pochodzi z rejonów Azji Wschodniej, gdzie uprawiana jest od czasów starożytnych. Soja jest jedną z cenniejszych gospodarczo roślin, jednoroczną z rodziny bobowatych (Fabaceae). Owocem jest strąk zawierający do czterech nasion różnego koloru i wielkości,

Tabela 1. Główny skład chemiczny nasion soi (ZELLER 1999, PLAZA i współaut. 2003).

Składnik	Zawartość w nasionach
Białko	ok. 40 %
Tłuszcz, w tym:	ok. 18 %
– nasycone kwasy tłuszczowe	< 0,4 % kwas mirystynowy C _{14:0} < 0,5 % kwas arachidowy C _{20:0} –7 % kwas stearynowy C _{18:0} –11 % kwas palmitynowy C _{16:0}
– nienasycone kwasy tłuszczowe	–12 % α-kwas linolenowy C _{18:3} 2–32 % kwas oleinowy C _{18:1} 4–52 % kwas linolowy C _{18:2}
Lecytyna	ok. 2 %
Węglowodany	ok. 34 %
Popiół	ok. 4,9 %
Błonnik	17,–20 %
Witaminy:	
– A (β-karoten)	0,019 mg/100g (suche nasiona)
– E (α-tokoferol)	0,089 mg/100g (suche nasiona)
– B1 (tiamina)	0,047 mg/100g (suche nasiona)
– B2 (ryboflawina)	0,13 mg/100g (suche nasiona)
– B6 (pirydoksyna)	0,77 mg/100g (suche nasiona)
– C (kwas askorbinowy)	9,95 mg/100g (suche nasiona)

uprawianych w wielu krajach. Wzrastające zainteresowanie uprawą tej rośliny związane jest przede wszystkim z jej bogatym składem chemicznym, poprzez który nasiona soi mają wiele zalet dietetycznych oraz zdrowotnych (PISULEWSKA 2000, PANTHEE i współaut. 2006) (Tabela 1). Nasiona zawierają około 40% białka, o bardzo dobrym wśród roślin składzie aminokwasowym, średnio około 18% tłuszczu, składniki mineralne, tj. wapń, fosfor, potas, oraz cenne fitoestrogeny (SZYRMER 1979, ZELLER 1999, ROGALSKA-NIEDŹWIEDZ 2000, BOROS 2002). Nasiona są bardzo bogatym źródłem białka roślinnego w diecie, często uważanego za substytut białka krowiego w żywieniu. Białko soi należy do albumin, globulin i glutelin. Albuminy pełnią głównie funkcje metaboliczne, zaś globuliny głównie funkcję zapasową. O wartości białka decyduje skład aminokwasowy, który w przypadku

soi charakteryzuje się zawartością cennych aminokwasów siarkowych, tj. metioniny i cysteiny.

Drugim ważnym składnikiem są lipidy zawierające m.in. niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), tj. kwas linolowy, kwas oleinowy oraz kwas α -linolenowy. Do fosfolipidów zawartych w oleju sojowym można zaliczyć fosfatydylocholinę, stanowiącą około 30% frakcji fosfolipidowej, fosfatydyloizozitol (40%) oraz w mniejszej ilości fosfatydyloetanoloaminę (ZELLER 1999, SIKORSKI 2007). Białko i tłuszcz zawarte w nasionach początkowo wykorzystywane były jedynie na pasze, ale w ostatnich 30 latach są cennym i znaczącym źródłem surowców w żywieniu człowieka oraz profilaktyce wielu schorzeń (HABER 1996, ŚWIEDERSKI i IWASZKIEWICZ-ROBAK 1996).

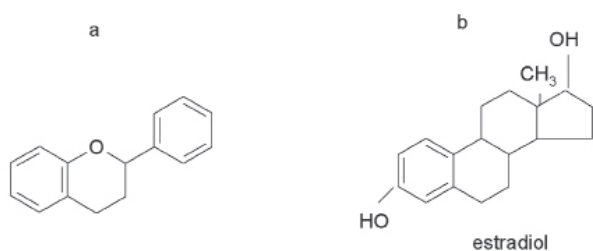
CENNE FITOESTROGENY

Fitoestrogeny należą do izoflawonoidów, pochodnych flawonoidów, występujących często w owocach i warzywach. Fitoestrogeny to grupa związków niesteroidowych o budowie i funkcji podobnej do naturalnych estrogenów. Zbudowane są one z dwóch pierścieni benzenowych połączonych trójwęglowym łańcuchem, który u większości izoflawonoidów tworzy trzeci pierścień. Izoflawonoidy mają podobną strukturę do hormonu płciowego estradiolu będącego estrogenem, a różnica polega na ułożeniu pierścienia fenolu w dużej odległości pomiędzy grupami hydroksylowymi (SETCHELL 1998, KRASZEWSKA i współaut. 2007, CEDERROTH i NEF 2009) (Ryc. 1).

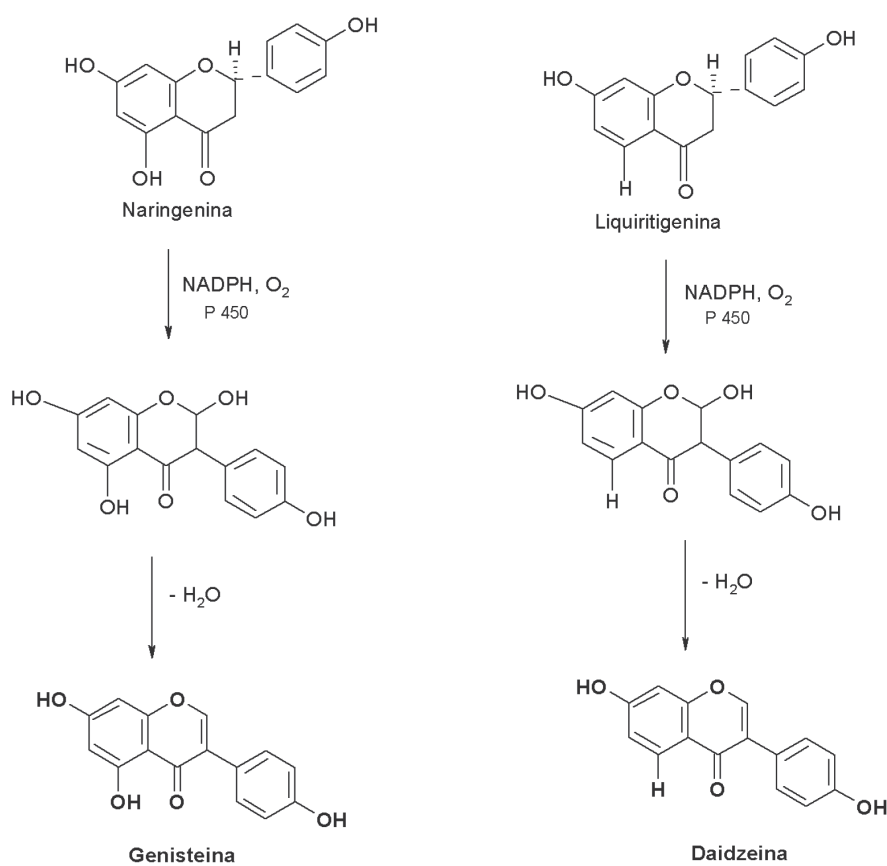
Izoflawonoidy powstają w roślinach na drodze biosyntezy flawonoidów. Genisteina wywodzi się pośrednio z naringeniny, zaś daidzeina z liquiritigeniny. W drodze powstania

izoflawonoidów, wodór będący w okręgu B, najpierw przechodzi z C-2 do C-3, następnie przy C-2 następuje hydroksylacja, czyli wprowadzenie do cząsteczki związku chemicznego grupy hydroksylowej. Reakcja ta wymaga fosforanu dinukleotydu nikotynoamidoadeninowego (NADP) i cząsteczki tlenu (O_2) oraz enzymu cytochromu P450 (2-hydroksyizoflawononu oznaczanego jako 2-HIS). W rezultacie 2-hydroksyizoflawonon jest formą nietrwałą i przejściową, zaś po odwodnieniu powstaje genisteina albo daidzeina (DIXON i FERREIRA 2002) (Ryc. 2).

Większość izoflawonoidów stwierdzanych w roślinach, występuje w postaci glikozydów, które zlokalizowane są w wakuoli. Dwa podstawowe fitoestrogeny, tj. daidzeina (4',7-dihydroksyisoflawone) i genisteina (4',5,7-trihydroksyisoflawone) w soi znajdują się również w postaci nieaktywnych biologicznie β -D-glikozydów, odpowiednio daizyny (4',7-dihydroksyizoflawone 7-glucoside) i genistyny (4',5,7-trihydroksyisoflawone 7-glucoside). Po doustnym podaniu glikozydy przekształcają się w jelitach do aktywnych biologicznie aglikonów, tj. daidzeiny i genisteiny, które są absorbowane w przewodzie pokarmowym. Genisteina może ulec przekształceniu do dihydrogenisteiny, później do 6'hydroksy-O-desmetyl-angolenzyny, a następnie do nieaktywnego *p*-etylfenolu. Natomiast daidzeina może zostać przekształcona do dihydroksydaidzeiny, następnie do O-desmetyl-angolenzyny, która może póź-



Ryc. 1. a – ogólne wzory izoflawonoidów, b – naturalny estradiol (KRASZEWSKA i współaut. 2007).



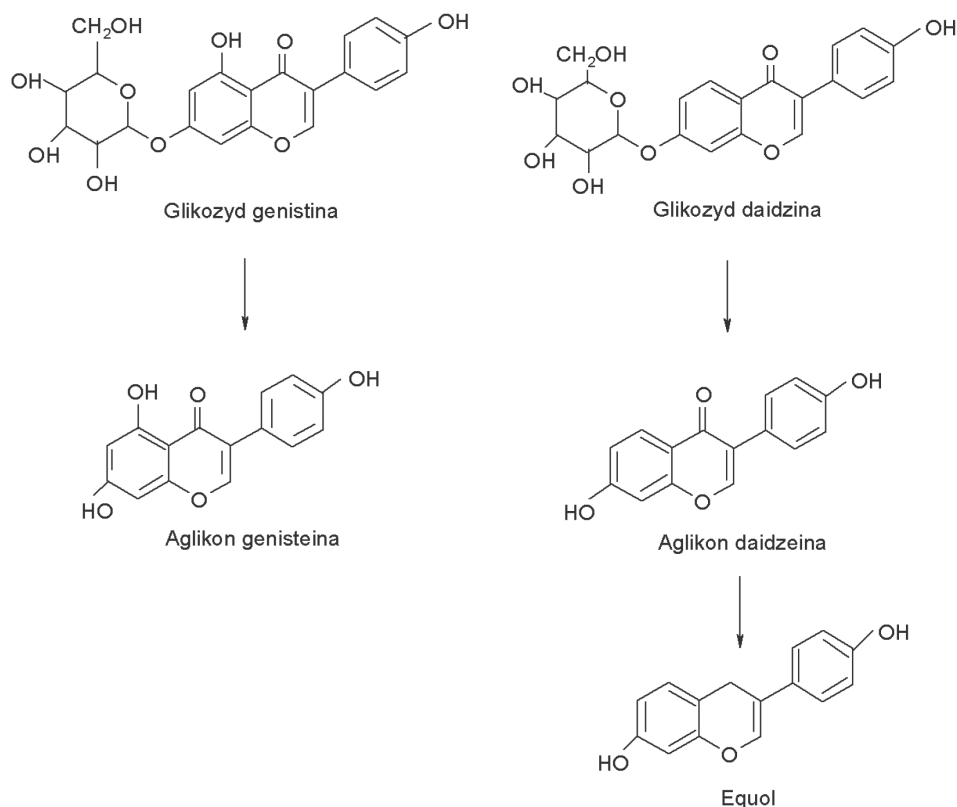
Ryc. 2. Enzymatyczne powstawanie izoflawonoidów z flawanonów (DIXON i FERREIRA 2002, zmodyfikowana).

niej metabolizować do equolu (KURZER i XU 1997, CEDERROTH i NEF 2009) (Ryc. 3).

Izoflawonoidy podane doustnie w postaci aglikonów (genisteiny i dzaidzeiny) są szybciej i łatwiej, niż w postaci β -D-glikozydów transportowane poprzez komórki nabłonkowe jelita. W doświadczeniu przeprowadzonym przez STEENSMA i współaut. (1999), biodostępność genisteiny i dzaidzeiny była dużo wyższa. Transport obydwu aglikonów poprzez komórki Caco-2, pochodzących z ludzkich komórek rakowych jelita grubego, wynosił po 6 godzinach doświadczenia w 30–40%, podczas gdy β -D-glikozydy transportowane w bardzo małym zakresie.

Genisteina i dzaidzeina są naturalnymi estrogenami występującymi w nasionach soi oraz produktach pochodzenia sojowego. Ich podobieństwo do estrogenów daje zdolność wiązania receptorów estrogenu w komórkach różnych organów w ludzkim ciele. W komórkach można wyróżnić dwa typy receptorów estrogenu, α i β . Ludzkie estrogeny wiążą się w większym stopniu z receptorami α , podczas gdy izoflawonoidy

mają większe pokrewieństwo do receptorów β . Poziom endogennych estrogenów w metabolizmie odgrywa bardzo ważną rolę w sytuacji, kiedy poziom estrogenów jest niski, jak np. u kobiet w okresie okołomenopauzalnym – połączenie naturalnych estrogenów w komórkach podnosi ogólną ich aktywność. Genisteina może powodować aktywność estrogenu, jak również antyestrogenu, jakim jest tamoksyfen, wykorzystywany w medycynie w terapii raka piersi. Estrogen equol i genisteina mogą zastępować naturalny estrogen i testosteron „udając” jego działanie (BARNES i współaut. 2000). BROUNS (2002) podaje, że izoflawonoidy mają wpływ na rozmnażanie, wzrost i dojrzewanie komórek oraz są ważnym regulatorem utrzymania funkcji organów. Obserwowano również właściwości antyoksydacyjne izoflawonoidów. Jako antyoksydanty, genisteina i daidzeina ochraniają komórki przed szkodliwym wpływem wolnych rodników odpowiedzialnych za starzenie się i towarzyszących temu chorób jak miażdżycę, zapalenie stawów czy cukrzycę.



Ryc. 3. Formy izoflawonoidów (CEDERROTH i NEF. 2009, zmodyfikowana).

PROFILAKTYKA OKRESU PRZEKWITANIA

Uważa się, że fitoestrogeny (genisteina i daidzeina) są głównymi substancjami łagodzącymi objawy okresu przekwitania. Spowodowane jest to przede wszystkim ich dużym podobieństwem do naturalnych estrogenów, które odgrywają bardzo dużą rolę w zdrowiu kobiety. Fitoestrogeny szczególnie korzystnie wpływają na zdrowie kobiet w okresie menopauzy, ze względu na powinowactwo do receptorów estrogenowych, z którymi łączą się, regulując w ten sposób ich poziom, szczególnie w okresie menopauzy, kiedy poziom endogennych estrogenów jest mniejszy (WYK i WINK 2004, ROTSZTEJN 2005). Niedobór estrogenów w okresie okołomenopauzal-

nym może być przyczyną uderzeń gorąca, a także w długim czasie mogą powodować ubytek kości oraz choroby sercowo-naczyniowe. W przeprowadzonych przez GUTHRIE i współaut. (2000) badaniach, kobiety w wieku od 51–62 lat spożywały izoflawonoidy pochodzenia sojowego w ilości średnio 17 mg/dzień, natomiast część kobiet spożywała dziennie ponad 40 mg izoflawonoidów. W porównaniu z pierwszą grupą, kobiety z wyższą dzienną dawką izoflawonoidów były bardziej aktywne fizycznie, miały mniejszą masę ciała, większą gęstość mineralną kości oraz rzadziej negatywne nastroje związane z okresem okołomenopauzalnym.

WPLYW NA UKŁAD KRAŻENIA

W ostatnich latach nastąpiło duże zainteresowanie wpływem produktów sojowych, a w szczególności jej izoflawonoidów, na redukcję chorób sercowo-naczyniowych. Długoterminowe spożywanie produktów

sojowych jest powiązane z niską zachorowalnością na choroby układu krążenia. Za podstawowy mechanizm działania uważa się zmianę w metabolizmie wątroby, co w rezultacie prowadzi do poprawy poziomu lipidów

krwi. W rezultacie następuje obniżenie chorób krążenia. Jest to spowodowane przede wszystkim poprzez zmianę metabolizmu lipoprotein krwi i wzrost frakcji cholesterolu HDL, natomiast redukcję frakcji cholesterolu LDL i frakcji VLDL. Za inną przyczynę takiego mechanizmu działania uważa się redukcję proliferacji mięśni gładkich w komórkach naczyń, redukcją agregacji płytek krwi i szybszą regenerację naczyń krwionośnych. Mniejsza struktura izoflawonoidów w stosunku do estrogenu oraz łączenie się z jego receptorami jest również główną przyczyną ochrony naczyń krwionośnych (BROUNS 2002, ANTHONY i współaut. 1998, SIRTORI i współaut. 1984). Preparaty sojowe są od wielu lat stosowane w profilaktyce miażdżycy również ze względu na zawartość cennych niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), odgrywających tutaj kluczową rolę. Spożywanie ich w dużych ilościach, a w szczególności kwasu α -linolenowego może zmniejszać zawartość całkowitego cholesterolu oraz LDL i VLDL – zwanych „złym cholesterolem” w osoczu krwi (LORGERIL i współaut. 1999). YEOM i współaut. (2003) badał wpływ oleju sojowego zawierającego 52,6 % kwasu linolenowego na skład kwasów tłuszczowych w osoczu. Do badania kontrolnego wykorzystano olej zawierający nasycone kwasy tłuszczowe.

Badanie było przeprowadzone u dwuletnich kóz, karmionych przez okres 10 dni obydwo-
ma olejami. Dieta bogata w olej sojowy istotnie zwiększyła całkowity cholesterol o 47%, HDL o 50 % i fosfolipidy o 39% w osoczu, jednak wielkość triglicerydów i nienasyconych kwasów tłuszczowych nie zmieniła się. W profilaktyce miażdżycy dużą rolę odgrywa również białko sojowe. HERMANSEN i współaut. (2001) podaje, że spożycie białek soi poprawia profil lipidowy krwi. W przeprowadzonych badaniach oznaczano stężenie cukru i insuliny we krwi u chorych na cukrzycę typu 2 po spożyciu białka sojowego. W badaniu zastosowano u chorych 6-tygodniową dietę z wykorzystaniem preparatu sojowego, składającego się głównie z białka sojowego w ilości 50g/dzień oraz grupa placebo zażywającą kazeinę w ilości 50 g/dzień. U osób spożywających białko sojowe zaobserwowano zmniejszenie stężenia cholesterolu frakcji LDL o 10%, wskaźnika LDL/HDL o 12%, triglicerydów o 22%, natomiast stężenie frakcji HDL pozostało bez zmian. W podobnych badaniach przeprowadzonych przez ANDERSONA i współaut. (1995) spożycie białka sojowego w ilości 47g/dzień spowodowało również spadek stężenia cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji LDL oraz triglicerydów w surowicy.

WPŁYW PRZECIWNOWOTWOROWY

Substancje zawarte w soi mają działanie przeciwnowotworowe. Genisteina hamuje kinazę tyrozynową, która odgrywa ważną rolę w podziale komórkowym, często w komórkach nowotworowych (WYK i WINK 2004). LEE i współaut. (1991) zaobserwował istotną korelację pomiędzy dietą bogatą w soję a redukcją raka piersi, czy śmiertelnością z powodu raka prostaty u mężczyzn. Autor podaje, że spożycie dużych ilości zwierzęcego białka i czerwonego mięsa u kobiet w okresie menopauzalnym wiąże się ze wzrostem ryzyka rozwoju raka piersi. Obniżenie takiego ryzyka jest związane z wysoką ilością spożywanego białka sojowego. Soja ma też znaczenie dla mężczyzn w profilaktyce nowotworu prostaty. W tym przypadku izoflawonoidy są odpowiedzialne za działanie hamujące powstawanie nowych naczyń krwionośnych (angiogeneza), które niezbędne są do rozrostu tkanki nowotworowej w guzie prostaty (LAMER-ZARAWSKA i NIEDWOPREK 2007). Genisteina efektywnie wpływała również na hamowanie guzów u szczurów. W

doświadczeniu przeprowadzonym przez FRITZA i współaut. (1998) szczury były karmione w 21 dniu po porodzie dietą bogatą w genisteinę o stężeniach 0,25 i 250 mg/kg pokarmu. W 50 dniu po porodzie zwierzętom zostało podane 80 mg dimetylobenz[*a*]antracen w dawce 80 mg/kg masy ciała, który jest węglowodorem aromatycznym. Okazało się, genisteina spowodowała ochronę przed rozwojem nowotworu piersi. Samice karmione dietą bogatą w wysoką dawkę genisteiny (250 mg) posiadały najmniej guzów (o 50 %) w porównaniu ze zwierzętami kontrolnymi, natomiast zwierzęta karmione niską dawką (25 mg) – o ok. 20 %. YANAGIHARA i współaut. (1993) po przebadaniu różnych izoflawonoidów na komórki rakowe organów przewodu pokarmowego u ludzi podaje, iż genisteina jest toksyczna na komórki rakowe w niskich (<10 μ g/ml), jak i wysokich (>20 μ g/ml) stężeniach. W obydwu przypadkach obserwowano toksyczne działanie genisteiny na fragmenty DNA co powodowało śmierć komórek.

WPŁYW NA UKŁAD KOSTNY

Jednym z negatywnych skutków okresu menopauzalnego jest zmniejszenie gęstości mineralnej kości (ang. bone mineral density, BMD). Dieta bogata w soję i jej przetwory mogą być czynnikiem redukującym osteoporozę u kobiet w okresie menopauzalnym poprzez wpływ na tkankę kostną (BROUNS 2002, KANADYS i OLESZCZUK 2007). W dostępnej literaturze jest wiele doniesień o polepszeniu masy kostnej pod wpływem preparatów pochodzenia sojowego. Prowadzone badania najczęściej dotyczyły grupy kobiet w wieku od 39 do 83 lat, przez okres od 24 tygodnie do 12 miesięcy. Kobiety spożywały izolowane białko sojowe w ilości 54–99 mg/

dzień. We wszystkich badaniach stwierdzono większą BMD w odniesieniu do stanu wyjściowego (POTTER i współaut. 1998, ALEKEL i współaut. 2000, KREIJKAMP-KASPERS i współaut. 2004, NEWTON i współaut. 2006). Mechanizm działania soi i preparatów sojowych na układ kostny nie jest do końca wyjaśniony. OMI i współaut. (1994) po przeprowadzonych badaniach na szczurach karmionych mlekiem sojowym stwierdził przyspieszoną absorpcję wapnia w jelitach poprzez białko znajdujące się w mleku sojowym. Autor sugeruje, że to było prawdopodobnie przyczyną zwiększenia gęstości mineralnej kości oraz ich wytrzymałości.

PRODUKTY SOJOWE I SPOŻYCIE SOI

Soja spożywana jest w Azji od 5000 lat. Jednak zachodnie populacje spożywają dużo mniej produktów sojowych. Największe spożycie soi występuje w niektórych regionach Indii (od 30 do 50%) oraz Ameryki Łacińskiej (ok. 10%), gdzie stanowi ona główne źródło lokalnej diety. W Polsce natomiast nie przekracza średnio 0,3 % spożywanej żywności w ciągu dnia (ROGAŁSKA-NIEDŹWIEDŹ 2000). Cenny skład nasion jest podstawą do wykorzystania soi zarówno na rynku światowym, jak i krajowym do produkcji preparatów leczniczych, jak również produktów spożywczych. Soja jest najważniejszą rośliną oleistą na świecie. Pomimo że w Polsce olej sojowy nie jest popularny, na świecie wyprzedza on przede wszystkim olej palmowy, olej rzepakowy i olej słonecznikowy. Największym producentem soi są Stany Zjednoczone, wytwarzające rocznie około 75 mln ton, następnie Brazylia (około 31 mln ton). Stany Zjednoczone są również najważniejszym państwem eksportującym soję do krajów Unii Europejskiej (ok. 10 mln ton rocznie) (ZELLER 1999). Podstawą wykorzystania soi w przemyśle spożywczym jest przede wszystkim wysoka zawartość białka i tłuszczu. Sojowe mleko jest podsta-

wą do produkcji różnego rodzaju serów, zaś pełnotłusta mąka do wyrobów piekarniczych, cukierniczych, sosów, zup, tzw. „mięsa sojowego” i tzw. „ryb sojowych” (RIAZ 1999). Olej sojowy służy do wyrobu margaryn, ale również do smażenia i bezpośredniego spożycia. Z oleju sojowego pozyskują się również lecytynę, służącą jako podstawowa substancja emulgująca przy wyrobach cukierniczych. Lecytyna sojowa ma również właściwości lecznicze, przez co wykorzystywana jest w preparatach stosowanych głównie u osób starszych w zaburzeniach pamięci, nadmiernej pobudliwości nerwowej, nadmiernej koncentracji. W przemyśle farmaceutycznym do produkcji preparatów leczniczych wykorzystuje się głównie nasiona soi (*Sojae Semen*) oraz olej sojowy (*Sojae Oleum*) (LAMER-ZARAŃSKA i NIEDWPOREK 2007). Coraz większe uznanie konsumentów znajdują również produkty spożywcze pochodzenia sojowego jako tradycyjne potrawy sojowe, oparte na przetworzonym białku soi, takie jak, mleko sojowe, serki tofu i sosy sojowe (LICHTENSTEIN 1998, ZELLER 1999, ROGAŁSKA-NIEDŹWIEDŹ 2000, SIKORSKI 2007).

SKUTKI UBOCZNE I BEZPIECZEŃSTWO SPOŻYWANIA

Jednym z najważniejszych czynników ograniczających spożycie soi jest stosunkowo duża liczba substancji anty-odżywczych,

wśród których można wymienić inhibitory proteolityczne i amylolityczne, a także substancje uciążliwe, tj. oligosacharydy ferment-

tujące w przewodzie pokarmowym i powodujące wzdęcia. Jest to przyczyną spadku spożycia nasion roślin strączkowych. Jednak właściwie prowadzona obróbka kulinarna (szczególnie wysoka temperatura) zmniejsza ich ilość, a nawet całkiem eliminuje te składniki z gotowej potrawy. Innym ważnym problemem może być reakcja uczuleniowa małych dzieci na białko soi. Pomimo że białko sojowe jest często stosowane jako zastępcze w alergiach na białko krowie, szacuje się, że około 30% populacji dzieci reagującej alergicznie na mleko jest również uczulone na soję. Zidentyfikowano także alergeny występujące w lecytynie sojowej, która jest powszechnie stosowana jako emulgator w procesach technologicznych przemysłu spożywczego i farmaceutycznego (ROGAŁSKA-NIEDZWIĘDŹ 2000, GU i współaut. 2001, SIKORSKI 2007).

Bardzo ważnym problemem jest również odpowiednie dawkowanie powszechnie dostępnych preparatów sojowych zawierających fitoestrogeny. Dawka fitoestrogenów u kobiet z symptomami okresu menopauzalnego powinna mieścić się w granicach 40–100 mg aglikonów dziennie, zaś w przypadku kuracji służącej poprawie gęstości mineralnej kości 60–100 mg aglikonów na dzień. Ilości takie są bezpieczne dla organizmu, jednak w obydwu przypadkach nie poleca się dodatkowej konsumpcji białka sojowego. Natomiast polecana

bezpieczna dzienna dawka fitoestrogenów potrzebna do redukcji cholesterolu frakcji LDL oscyluje w granicach 37–62 mg aglikonów dziennie, w połączeniu ze spożyciem około 25 g białka sojowego (BROUNS 2002, BARNES 2003).

Podsumowując, można stwierdzić, że soja jest jedną z najwartościowszych roślin uprawianych na świecie, szczególnie pod względem żywieniowym, ale również i leczniczym. Zainteresowanie izoflawonidami zawartymi w nasionach oraz cennymi lipidami jest coraz większe, ze względu na pozytywne efekty w profilaktyce raka, okresu przekwitania czy chorób układu krążenia. Wartość odżywcza białka sojowego uważana jest często za wyższą od białka zwierzęcego (SZYMER 1987, PISULEWSKA 2000, PANTHEE i współaut. 2006). Obecnie szacuje się, że, przy wzrastającej populacji ludzkiej, zapotrzebowanie na pełnowartościowe białko będzie rosło, głównie ze względu na zawartość cennych aminokwasów siarkowych, które należą do aminokwasów egzogennych i muszą być dostarczane z pożywieniem (PICKERING i REIS 1993, YAZZIE i współaut. 1994, LEUTEK i współaut. 2000, DROUX 2004, OSMAN 2004). Liczne badania w Polsce i na świecie coraz częściej donoszą o pozytywnym wpływie tej rośliny na liczne schorzenia, tym bardziej, że obecnie panuje tendencja do stosowania preparatów leczniczych pochodzenia naturalnego.

NASIONA SOI ZWYCZAJNEJ (*GLYCINE MAX* L. MERR.) – CENNY SUROWIEC DIETETYCZNY I LECZNICZY

Streszczenie

Soja zwyczajna (*Glycine max* L. Merr.) jest cenną rośliną uprawną już od 5000 lat. Jej nasiona zawierają około 40% białka o najlepszym składzie aminokwasowym, około 20% tłuszczu o wysokiej zawartości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych, składniki mineralne oraz izoflawonoidy tj. genisteinę i daidzeinę. Genisteina i daidzeina występują w soi w postaci β-D-glikozydów, tj. genistyny i daizyny, które są biologicznie nieaktywne, dopiero w jelitach hydrolizują do aktywnych biologicznie aglikonów – genisteiny i daidzeiny. Izoflawonoidy są naturalnymi roślinnymi estrogenami o dużo mniejszej strukturze od estradiolu. Ich podobieństwo do estrogenów daje zdolność wiązania receptorów estrogenu w komórkach różnych organów w ludzkim ciele. Wykorzysty-

wane są one w terapii okresu okołomenopauzalnego u kobiet, gdzie zmniejszają jego negatywne skutki, tj. uderzenia gorąca czy ubytek masy kości. Regularne spożywanie izoflawonoidów soi odgrywa również dużą rolę w chorobach serca, działając przeciwmiażdżycowo. Wpływają one na poziom lipoprotein krwi, redukując stężenie cholesterolu frakcji HDL i VLDL, jednocześnie podwyższając frakcję HDL. Fitoestrogeny wykazują działanie przeciwnowotworowe wpływając na wzrost, proliferację komórek, gdzie wykorzystywane są profilaktycznie w terapii raka piersi i prostaty. Ponadto nasiona soi są cennym produktem dietetycznym, które często uznawane jest za substytut białka zwierzęcego.

SOYBEAN (*GLYCINE MAX* L. MERR.) – IMPORTANT DIETARY AND MEDICAL INGREDIENT

Summary

Soybean (*Glycine max* L. Merr) consumed for more than 5000 year and is one of the most valuable crop plants. Seeds of this plant contain about 40% protein of the best amino acid composition among plants, about 20% fat of the high content of essential polyunsaturated fatty acids, mineral elements and isoflavones, i.e. genistein and daidzein. Daizin and genistin occur in soy as β -D-glycosides. These glycoside forms are biologically inactive and in the intestine are hydrolyzed to bioactive aglycone – genistein and daidzein. Isoflavones are natural plant estrogens and are structurally similar to estradiol and bind to estrogen receptors on cell different organs in human body. Soy isoflavones positively

help in postmenopausal problems i.e. bone mass, hot flushes, high body mass index. Phytoestrogens intake by postmenopausal women correlated with lower body mass index and higher bone mass. Regular consumption of isoflavones may play a role for lowering risk for cardiovascular disease because a modulation of lipoprotein metabolism by increasing HDL cholesterol and reducing VLDL and LDL cholesterol. Phytoestrogens have an effect on cell growth, cell proliferation and have antioxidant properties and reduced incidence of breast cancer and prostate cancer. Soybean seeds are used, among others, for the production of diet supplements, as well as animal protein substitute.

LITERATURA

- ALKEL D. L., GERMAIN A. S., PETERSON CH. T., HANSON K. B., STEWARD J. W., TODA T., 2000. *Isoflavone-rich soy protein isolate attenuates bone loss in the lumbar spine of perimenopausal women*. Am. J. Clin. Nutr. 72, 84–852.
- ANDERSON J. W., JOHNSTONE B. M., COOK-NEWELL M. E., 1995. *Meta-analysis of the effect of soy protein intake on serum lipids*. N Engl. J. Med. 333, 27–282.
- ANTHONY M. S., CLARKSON T. B., WILLIAMS J. KOU DY., 1998. *Effect of soy isoflavones on atherosclerosis: potential mechanisms*. Am. J. Clin. Nutr. 68, 139–1393.
- BARNES S., KIM H., DARLEYUSMAR V., PATEL R., XU J., BOERSMA B., LUO M., 2000. *Beyond ER Alpha and ER beta: estrogen receptor binding is only part of the isoflavone story*. J. Nutr. 130, 65–657.
- BARNES S., 2003. *Phytoestrogens and osteoporosis: what is a safe dose?* Br. J. Nutr. 89, 10–8.
- BOROS L., 2002. *Soja – charakterystyka odmian i technologia uprawy*. IHAR, Radzików, 18
- BROUNS F., 2002. *Soya isoflavones: a new and promising ingredient for the health food sector*. Food Res. Internat. 35, 18–193.
- CEDERROTH CH. R., NEF S., 2009. *Soy, phytoestrogens and metabolism*. Mol. Cell. Endocrinol. 304, 3–42.
- DIXON R. A., FERREIRA D., 2002. *Genistein*. Phytochemistry 60, 20–211.
- DROUX M., 2004. *Sulfur assimilation and the role of sulfur in plant metabolism: a survey*. Photosynth. Res. 79, 33–348.
- FRITZ W. A., COWARD L., WANG J., LAMARTINIERE C. A., 1998. *Dietary genistein: perinatal mammary cancer prevention, bioavailability and toxicity testing in the rat*. Carcinogenesis 19, 215–2158.
- GU X. L., BEARDSLEE T., ZEECE M., SARATH G., MARKWELL J., 2001. *Identification of IgE-binding proteins in soy lecithin*. Int. Arch. Allergy Immunol. 126, 21–225.
- GUTHRIE J. R., BALL M., MURKIES A., DENNERSTEIN L., 2000. *Dietary phytoestrogen intake in mid-life Australian-born women: relationship to health variables*. Climacteric 3, 25–261.
- HABER T., 1996. *Wykorzystanie białkowych preparatów i koncentratów sojowych jako dodatek do pieczywa i makaronu*. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 198, 187–193.
- HERMANSEN K., SONDERGAARD M., HOIE L., CARSTENSEN M., BROCK B., 2001. *Korzystny wpływ suplementacji diety produktami na bazie soi na stężenie lipidów i czynniki ryzyka chorób układu krążenia u chorych na cukrzycę typu 2*. Diabetologia praktyczna 4, 29–298.
- KANADYS W. M., OLESZCZUK J., 2007. *Izoflawony a utrata masy kostnej u kobiet w okresie pomenopauzalnym. I. Wpływ produktów i preparatów z soi na metabolizm kostny*. Postępy Fitoterapii 3, 13–144.
- KRASZEWSKA O., NYNCA A., KAMIŃSKA B., CIERESZKO R., 2007. *Fitoestrogeny. I. Występowanie, metabolizm i znaczenie biologiczne u samic*. Post. Biol. Kom. 1, 18–205.
- KREIJKAMP-KASPER S., KOK L., GROBBEE D. E., DE HAAN E. H., ALEMAN A., LAMPE J. W. i współaut., 2004. *Effect of soy protein containing isoflavones on cognitive function, bone mineral density, and plasma lipids in postmenopausal women: a randomized controlled trial*. J. Am. Assoc. 292, 6–74.
- KURZER M. S., XU X., 1997. *Dietary phytoestrogens*. Ann. Rev. Nutr. 17, 35–381.
- LAMER-ZARAWSKA E., NIEDWPOREK J., 2007. *Fitoterapia. Terapeutyczne zastosowanie surowców zielarskich i ich składników – Fitoterapia chorób ginekologicznych*. [W:] *Fitoterapia i leki roślinne*. Zarawska-Lamer E. (red.). Wydawnictwo Lekarskie PZWL, 39–407.
- LEE H. P., GOURLEY L., DUFFY S. W., ESTEVE J., LEE J., DAY N. E., 1991. *Dietary effect on breast-cancer risk in Singapore*. Lancet 337, 119–1200.
- LICHTENSTEIN A. H., 1998. *Soy protein, isoflavones and cardiovascular disease risk*. J. Nutr. 128, 158–1592.
- LORGERIL M., SALEN P., MARTIN J. L., MONJAUND I., DELAYE J., MAMELLE M., 1999. *Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction – Final report of the Lyon Diet Heart Study*. Circulation 99, 77–785.
- LEUTEK T., MARTIN M. N., BICK J. A., DANIES J. P., 2000. *Pathways and regulation of sulfur metabolism revealed through molecular and genetic*

- studies. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 51, 14–165.
- NEWTON K. M., LA CROIX A. Z., LEVY L., LI S. S., QU P., POTTER J. D., LAMPE J. W., 2006. *Soy protein and bone mineral density in older men and women: a randomized trial.* *Maturitas* 55, 27–277.
- OMI N., AOI S., MURATA K., EZAWA I., 1994. *Evaluation of effect of soybean milk and soybean milk peptide on bone metabolism in the rat model with ovariectomized osteoporosis.* *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 40, 20–211.
- OSMAN M. A., 2004. *Chemical and nutrient analysis of baobab (Adansonia digitata) fruit and seed protein solubility.* *Plant Foods Hum. Nutr.* 59, 2–33.
- PANTHEE D. R., PANTALONE V. R., SAXTON A. M., WEST D. R., SAMS C. E. 2006. *Genomic regions associated with amino acid composition in soybean.* *Mol. Breed.* 17, 7–89.
- PICKERING F. S., REIS P. J., 1993. *Effects of abomasal supplements of methionine on wool growth of grazing sheep.* *Austr. J. Exp. Agr.* 33, –12.
- PISULEWSKA E., 2000. *Plonowanie polskich odmian soi oraz zawartość najważniejszych składników pokarmowych w ich nasionach.* *Biuletyn Regionalnego Zakładu Doradztwa Rolniczego* 320, 1–21.
- PLAZA L., DE ANCOS B., CANO M P., 2003. *Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (Glycine max), wheat (Triticum aestivum. L) and alfalfa (Medicago sativa) treated by new drying method.* *Europ. Food Res. Technol.* 216, 13–144.
- POTER S. M., BAUM J. A., TENG G., STILLMAN R. J., SHAY N. F., ERDMAN J. W., 1998. *Soya protein and isoflavones: their effect on blood lipids and bone density in postmenopausal women.* *Am. J. Clin. Nutr.* 68, 137–1379.
- RIAZ M. N., 1999. *Soybean as functional foods.* *Cereal Foods World* 44, 8–92.
- SETCHELL K. D., 1998. *Phytoestrogens: the biochemistry, physiology and implications for human health of soy isoflavones.* *Am. J. Clin. Nutr.* 68, 133–1346.
- ROGAŁSKA-NIEDZWIEDŹ M., 2000. *Białko sojowe.* *Debata* 2, 12–132.
- ROTSZTEJN H., 2005. *Znaczenie fitoestrogenów w świetle obecnej wiedzy.* *Przegląd menopauzalny* 4, 4–50.
- SETCHELL K. D., 1998. *Phytoestrogens: the biochemistry, physiology and implications for human health of soy isoflavones.* *Am. J. Clin. Nutr.* 68, 133–1346.
- SIKORSKI E. Z., 2007. *Charakterystyka białek głównych surowców żywnościowych.* [W:] *Chemia żywności – sacharydy, lipidy, białka.* SIKORSKI E. Z. (red.). Wydawnictwa Naukowo-Techniczne Warszawa, 20–254.
- SIRTORI C. R., GALLI G., LOVATI M. R., CARRARA P., BOSISIO E., KIENTLE M. G., 1984. *Effect of dietary proteins on the regulation of liver lipoprotein receptors in rats.* *J. Nutr.* 114, 149–1500.
- STEENSMA A., NOTEBORN H. P., VAN DER JAGT R. C., POLMAN T. H., MANGELERS M. J., KUIPER H. A., 1999. *Bioavailability of genistein, daidzein, and their glucosides in intestinal epithelial Caco-2 cells.* *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 7, 20–212.
- SZYRMER J., 1979. *Stan badań i perspektywy wprowadzenia soi do uprawy w Polsce.* *Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych* 3, 3–42.
- ŚWIEDERSKI F., IWASZKIEWICZ-ROBAK B., 1996. *Soja w żywieniu człowieka.* *Biuletyn IHAR* 198, 16–170.
- WYK B., WINK M., 2004. *Rośliny w porządku alfabetycznym* [W:] *Rośliny lecznicze świata.* WYK B. (red.). MedPharm Polska, 159.
- YANAGIHARA K., ITO A., TOGE T., NUMOTO M., 1993. *Antiproliferative effects of isoflavones on human cancer cell Lines established from the gastrointestinal.* *Cancer Res.* 53, 581–5821.
- YAZZIE D., VAN DER JAGT D. J., PASTUSZEN A. OKOŁO A., GLWU R. H., 1994. *The amino acid mineral content of baobab (Adansonia digitata L.) leaves.* *J. Food Comp. Anal.* 7, 18–193.
- YEOM K. H., SCHONEWILLE J. T. H., EVERTS H., ZOET J. M., BEYNEN A. C., 2003. *Impact of dietary soybean oil versus medium-chain triglycerides on plasma fatty acids in goats.* *Small Rumin. Res.* 48, 20–208.
- ZELLER F. J., 1999. *Die Sojabohne (Glycine max (L.) Merr.): Nutzung, Genetik, Biotechnologie.* *Die Bodenkultur* 50, 19–2002.