

Żywność funkcjonalna i nutraceutyki w profilaktyce chorób cywilizacyjnych

Functional foods and nutraceuticals in prevention of civilization diseases

Tadeusz Trziszka*, Henryk Różański**

*Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, **Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa im. S. Pigonia w Krośnie

Słowa kluczowe: żywność funkcjonalna, preparaty nutraceutyków, profilaktyka zdrowotna
Keywords: functional food, nutraceutical formulas, prophylaxis

Streszczenie

Zdrowie publiczne, w tym profilaktyka, staje się kluczowym elementem egzystencji społeczeństw i jakości życia. Najważniejszą rolę odgrywa żywność prozdrowotna, zwłaszcza żywność funkcjonalna i nutraceutyki.

Żywność funkcjonalna jest to żywność o postaci konwencjonalnej, której udowodniono korzystny wpływ na: poprawę stanu zdrowia, poprawę samopoczucia i/lub zmniejszenie ryzyka chorób. Może obniżyć ryzyko choroby, wpływając na poprawę jakości życia. Nutraceutyki są to składniki biologicznie aktywne, które mogą występować w żywności funkcjonalnej lub oddzielnie, wywierające udokumentowany i korzystny wpływ na zdrowie poprzez ich udział w procesach metabolicznych.

Zasadniczą cechą nutraceutyków jest ich naturalne pochodzenie. Zatem, nutraceutyki to biosubstancje lub ich preparaty wywodzące się z surowców pochodzenia zwierzęcego, roślinnego i biotechnologicznego, które zostały wytworzone (wyizolowane) z zastosowaniem innowacyjnych technologii. Wśród najczęściej stosowanych i najbardziej rozpoznanych surowców do wytwarzania nutraceutyków można wymienić m.in.: jaja, siarę, produkty pszczelarskie, ekstrakty roślin, w tym zioła, owoce itp.

Rynek nutraceutyków rozwija się bardzo dynamicznie. Wśród szerokiej palety polskich nutraceutyków można wymienić: colostryninę (ekstrakt biopeptydów siary), stosowaną w profilaktyce choroby Alzheimera, owofosfolipidy żółtka bogate w n-3 kwasy tłuszczowe i witaminy stosowane w rozwijaniu naturalnej odporności i regeneracji organizmu po przebytych chorobach, preparaty aroniowe stosowane w profilaktyce chorób serca oraz całą gamę preparatów ziołowych. Szczególnie interesujące są mieszanki nutraceutyków i ich interakcje, zwłaszcza na nośniku żywności funkcjonalnej.

Summary

Prevention is a key element of existence societies and quality of life. In this the most important role played health oriented foods, especially functional foods and nutraceuticals. Functional food is a food with a conventional form, which has been proven beneficial effect on the improvement of the health and improve the well-being and / or reduction of

risk of diseases. Nutraceuticals are biologically active ingredients, which have a documented health benefits through their participation in metabolic processes.

The essential value of nutraceuticals is their natural origin. Thus, nutraceuticals are bio-substances or their preparations deriving from raw materials of animal, plant and biotechnological products, which have been prepared (isolated) using innovative technologies. Among the most commonly used and most recognized raw materials for the production of nutraceutical may be mentioned including: eggs, colostrum, apiculture products, extracts of plants, including herbs, fruits, etc.

Nutraceuticals market is developing very dynamically. Among many Polish products may be mentioned: Colostrylin (bio-peptides extract of colostrum) used in the prevention of Alzheimer's disease, Ovophospholipids from yolk rich in n-3 fatty acids and vitamins used in the development of natural immunity and preventing many diseases, aronia preparations (used in the prevention of heart disease) and also a range of herbal preparations.

Wstęp

W świetle nieustannego rozszerzania się chorób cywilizacyjnych, w tym dietozależnych zdrowie publiczne staje się kluczowym elementem egzystencji społeczeństw i jakości życia. W konsekwencji tego musi być postawiony szczególny nacisk na profilaktykę zdrowotną opartą na racjonalnym odżywianiu oraz wysokiej jakości żywności, w tym żywności funkcjonalnej i nutraceutykach bogatych w bioaktywne substancje.

Profilaktyka zdrowotna oparta na dobrze zbilansowanej diecie, zawierającej niezbędne bioskładniki, jest ok. 20 razy tańsza od leczenia farmakologicznego, dając jednocześnie satysfakcję konsumentowi oraz stwarzając możliwości dla rozwoju polskiego biznesu żywnościowego i nutraceutycznego. Na szczególną uwagę zasługuje edukacja żywieniowa promująca żywność funkcjonalną i nutraceutyki jako główny czynnik jakości życia, w tym profilaktyki zdrowotnej wobec chorób cywilizacyjnych. Z uwagi na postępujące starzenie się społeczeństwa, pilnym staje się wdrażanie do praktyki innowacyjnej żywności specjalnego przeznaczenia dla seniorów.

Żywność funkcjonalna i nutraceutyki

Żywność funkcjonalna to żywność o postaci żywności konwencjonalnej, której udowodniono korzystny wpływ na jedną lub więcej funkcji organizmu, prowadzący do: poprawy stanu zdrowia, poprawy samopoczucia i/lub zmniejszenia ryzyka chorób.

Żywność funkcjonalna posiada, obok naturalnych składników, zwiększone stężenie występującego w niej składnika aktywnego lub dodatek takiego

składnika. Może polepszać samopoczucie i stan zdrowia lub obniżać ryzyko choroby, wpływając na poprawę jakości życia. Nutraceutyki są to składniki biologicznie aktywne występujące w żywności funkcjonalnej. Mogą to być również substancje nieodżywcze, jednak wywierające udokumentowany i korzystny wpływ na zdrowie, biorące udział w procesach metabolicznych lub wywierające istotny pozytywny wpływ na te procesy. Zasadniczą cechą nutraceutyków jest ich naturalne pochodzenie, a nie syntetyczne, co jest charakterystyczne dla produktów farmaceutycznych. Zatem, nutraceutyki to biosubstancje lub ich preparaty wywodzące się z surowców pochodzenia zwierzęcego, roślinnego i biotechnologicznego, które zostały wytworzone (wyizolowane) przeważnie z zastosowaniem innowacyjnych technologii. Wśród najczęściej stosowanych i najbardziej rozpoznanych surowców do wytwarzania nutraceutyków można wymienić m.in.: jaja, siarę, produkty pszczelarskie, ekstrakty roślin, w tym zioła, owoce. Rynek nutraceutyków rozwija się bardzo dynamicznie. Wśród szerokiej palety polskich nutraceutyków można wymienić: colostryninę (ekstrakt biopeptydów siary) stosowane w profilaktyce choroby Alzheimerera, owofosfolipidy – żółtka bogate w n-3 kwasy tłuszczowe i witaminy stosowane w rozwijaniu naturalnej odporności i regeneracji organizmu po przebytych chorobach, preparaty aroniowe stosowane w profilaktyce chorób serca oraz całą gamę preparatów ziołowych. Szczególnie interesujące są mieszanki nutraceutyków i ich interakcje, zwłaszcza na nośniku żywności funkcjonalnej.

Żywność funkcjonalna i nutraceutyki muszą być wytwarzane zgodnie z obowiązującymi zasadami ujętymi w żywnościowym prawie europejskim, a ponadto powinny gwarantować satysfakcję konsumenta i doskonalić jakość życia. Na przestrzeni ostatnich kilku lat obserwuje się ogólnosiwiatowy trend wzrostu zainteresowania społeczeństw żywnością funkcjonalną, suplementami diety i nutraceutykami oraz wszelkiego rodzaju nutriterapią i systemami programów żywieniowych, włączając diety spersonalizowane. Zatem otwiera się ogromny rynek dla preparatów nutraceutycznych i żywności funkcjonalnej. Aktualnie, w ramach inteligentnych specjalizacji, m.in. Żywność wysokiej jakości prozdrowotnej, przewiduje się na szeroką skalę produkcję i zastosowanie nutraceutyków dla celów prewencyjnych wobec chorób cywilizacyjnych. W Polsce pojawia się coraz więcej małych, a także średnich firm zajmujących się produkcją nutraceutyków, czego przykładem jest Klaster NUTRIBIOMED. W ramach europejskiej polityki „KICs” (Knowledge Innovation Communities = Wspólnota Wiedzy i Innowacji) przewidziany jest obszar działalności biznesowej związanej z rozwojem

branży żywności funkcjonalnej i nutraceutyków, w którym Polska może odegrać istotną rolę.

Kierunki realizowanych badań

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat obserwuje się na rynku żywnościowym poszukiwanie naturalnych produktów spożywczych nisko przetworzonych i minimalnie „chemizowanych”. Coraz więcej uwagi poświęca się badaniom nad związkami bioaktywnymi występującymi w surowcach i produktach pochodzenia roślinnego, zwierzęcego i biotechnologicznego. Wśród tych związków na szczególną uwagę zasługują substancje białkowe, które stanowią też źródło peptydów przejawiających, w zależności od struktury pierwszorzędowej, zróżnicowaną aktywność biologiczną, w tym przeciwnowotworową, przeciwutleniającą, antymikrobiologiczną, immunomodulującą czy inhibitorową wobec niektórych enzymów [Mine, Kovaks-Nolan 2006; Balti i wsp. 2010; Kim, Byun 2013]. Peptydy te potencjalnie mogą stanowić grupę suplementów diety i leków nowej generacji.

Doskonałym surowcem do pozyskiwania biopeptydów są białka jaj ptaków hodowlanych (głównie kur), stanowiące tani i łatwo odnawialny rezerwuuar tych związków. W wielu opracowaniach naukowych udowodniono, że białka jaja w swojej strukturze posiadają określone sekwencje, które po uwolnieniu w wyniku hydrolitycznej aktywności enzymów proteolitycznych, nabywają różnorodne właściwości biologiczne [Mine, Kovaks-Nolan 2006; Matoba i wsp. 2001]. Badania związane z opracowaniem metod pozyskiwania bioaktywnych peptydów z białek jaja prowadzono także w ramach projektu „Ovocura” 2009–2013. Przedmiotem badań były preparaty białkowe pozostające, jako produkty uboczne, po ekstrakcji lizozymu i cystatyny z białka jaja oraz po wydzieleniu z żółtka fosfolipidów. Do degradacji tych białek (poekstrakcyjnych) między innymi wykorzystano niekomercyjne preparaty enzymów proteolitycznych: serynową i aspartylową proteazę z drożdży *Yarrowia lipolytica* i serynową proteazę z dyni figolistnej (*Cucurbita ficifolia*), które przyczyniały się w największym stopniu do uwalniania z białek biopeptydów.

Otrzymano hydrolizaty o zróżnicowanej aktywności, w tym przeciwutleniającej, przejawiającej się głównie jako zdolność chelatująca jony żelaza Fe^{2+} oraz jako zdolność wymiatania wolnych rodników DPPH. Hydrolizaty te charakteryzowały się także wysoką aktywnością inhibitorową wobec enzymu- konwertazy angiotensyny I (ACE), odpowiedzialnego za generowa-

nie nadciśnienia krwi [Zambrowicz i wsp. 2013; Eckert i wsp. 2013; Pokora i wsp. 2013]. Badania cytotoksyczności wybranych hydrolizatów na liniach ludzkich komórek: keratynocytach (HaCaT) i monocytach (U937) oraz mysich fibroblastach (Balb 3T3 (ATCC Nr CCL-163) potwierdziły, że nie są one wobec nich toksyczne.

Łatwe do zastosowania przemysłowego techniki ultrafiltracyjne pozwoliły na wyodrębnienie z hydrolizatów białek jaja frakcji peptydów o zwiększonej aktywności biologicznej. Na szczególną uwagę zasługują trzy frakcje peptydowe, w tym szczególnie wyizolowane z hydrolizatów preparatu foswitynowego otrzymanych z udziałem serynowej proteazy z owoców dyni figolistnej i serynowej proteazy z drożdży *Yarrowia lipolytica* o masach cząsteczkowych wynoszących kolejno: < 5 kDa i 30-35 kDa. Frakcje te wykazały wysoką zdolność do wymiatania wolnych rodników DPPH, które zawierały się w zakresie od 3,63 do 4,13 [μM trolox/mg] i zdolność redukującą jony Fe^{3+} , która wyniosła: od 141,67 do 149,70 [μg Fe^{2+} /mg]. Frakcja peptydów wyizolowana z hydrolizatu preparatu foswitynowego z zastosowaniem proteazy z drożdży *Yarrowia lipolytica* charakteryzowała się także bardzo silną aktywnością inhibitorową wobec konwertazy angiotensyny I ($\text{IC}_{50} = 0,84\mu\text{g}$).

Z hydrolizatu preparatu owoalbuminowego degradowanego proteazą z dyni figolistnej naszemu zespołowi udało się wyizolować dwa biologicznie aktywne tetrapeptydy o sekwencjach: SWVE i DILN, odpowiadające fragmentom owoalbuminy: f148-151 i f 86-89. Peptydy te wykazały aktywność inhibitorową wobec enzymu ACE (0,3-0,6 μg), jak i znaczącą aktywność przeciwutleniającą i antydiabetyczną, a także immunomodulującą. Otrzymano je również w drodze chemicznej syntezy, podobnie jak i peptydy o krótszej lub dłuższej w stosunku do nich sekwencji (di-, tri- i pentapeptydy). Badania ich bioaktywności potwierdziły, że peptydy o sekwencjach: SWVE i DILN wykazały najwyższe aktywności biologiczne. Peptydy te oraz frakcje peptydowe wydzielone z hydrolizatów technikami ultrafiltracyjnymi o szerokim spektrum aktywności biologicznych potencjalnie mogą znaleźć zastosowanie jako substancje czynne środka farmaceutycznego w leczeniu i w prewencji chorób cywilizacyjnych.

W ramach projektu „Ovocura” prowadzono także badania dotyczące modyfikacji fosfolipidów z żółtka jaja kurzego. Modyfikacje obejmowały zarówno część acylową jak i polarną cząsteczek. Modyfikacje części acylowej fosfolipidów prowadzone były głównie pod kątem ich enzymatycznego wzbogacenia w wielonienasycone kwasy tłuszczowe (WNKT) na drodze

transestryfikacji. Do tego celu wykorzystano bioodnawialne i tanie surowce naturalne. W wyniku badań nad transestryfikacją fosfatydylocholinę uzyskano modyfikaty tego fosfolipidu o wysokiej zawartości kwasu α -linolenowego. Stosując olej lniany, jako dawcę grupy acylowej w obecności lipazy z *Candida antarctica*, uzyskano 23% stopień inkorporacji kwasu α -linolenowego. Stosując z kolei, w reakcjach enzymatycznej modyfikacji olej z wiesiołka, osiągnięto w fosfatydylocholinie 47% zawartość tego kwasu i 4% zawartość kwasu γ -linolenowego.

W ramach modyfikacji części polarnej fosfolipidów otrzymano pochodne fosfolipidowe z wbudowanymi biologicznie aktywnymi związkami, takimi jak dehydroepiandrosteron (DHEA) i jego 7 α -hydroksylowa pochodna oraz należąca do triterpenów betulina.

Wymienione modyfikaty będą służyły jako potencjalne nośniki farmaceutyków o aktywności neuroprotekcynnej, cytotoksycznej, przeciwzapalnej, antyrodnoustrojowej, ułatwiające ich przenikanie przez błony komórkowe do wnętrza docelowych komórek.

Nowe surowce i substancje aktywne

Inną niezwykle cenną grupą substancji białkowych zarówno z żywieniowego (w tym zdrowotnego) jak i medycznego punktu widzenia są białka serwatki. W ostatnich latach stały się one stałym składnikiem różnych produktów będących składnikami diety głównie sportowców, rekonwalescentów, osób chorych oraz dzieci. Wieloletnie badania naukowe białek serwatkowych wykazały, że poszczególne ich frakcje posiadają różnorakie właściwości terapeutyczne, powodując polepszenie stanu zdrowia osób cierpiących na choroby nowotworowe, zaburzenie układu krążenia, AIDS, zaburzenia będące wynikiem starzenia i inne [Palcin 2006]. Szczególnie cenne są białka serwatki wydzielone z siary. Wśród nich występuje kompleks białek (CO-LOCO lub colostryna), w skład którego wchodzi bogate w prolinę peptydy, wykazujące właściwości immunoregulatorowe. Białka te są mocnymi induktorami wydzielania kluczowych dla układu immunologicznego cytokin, mianowicie, interferonu $\text{INF-}\gamma$, $\text{TNF-}\alpha$ jak również interleukiny IL-6 i IL-10 , a ponadto wykazują właściwości antyoksydacyjne [Janusz i wsp. 1974; Kruzel i wsp. 2004]. Powyższe właściwości biologiczne powodują zahamowanie powstawania złogów amyloidu β , co na podstawie badań klinicznych [Bilikiewicz, Gaus 2004] czyni je przydatnymi we wspomaganiu leczenia schorzeń o podłożu neurodegeneracyjnym. Warto podkreślić, że

istotną ich zaletą jest fakt, iż nie wywołują żadnych negatywnych efektów ubocznych nawet przy długotrwałym podawaniu.

Kolejną ważną grupą biologicznie czynnych związków mogących poszerzyć spektrum działania projektowanych preparatów farmakologicznych są substancje pochodzenia roślinnego.

Polifenole są związkami fenolowymi stanowiącymi ogromną grupę naturalnych substancji obecnych w wielu roślinach. Występują one w owocach, warzywach i przyprawach. Szczególnie różnorodnym i bogatym źródłem polifenoli są owoce takie jak: aronia, jagody, winogrona. Ze względu na różnorodność budowy chemicznej dzieli się je na kwasy fenolowe, flawonoidy (antocyjany, flawonole, flawan-3-ole i in.), taniny i inne. Wykazano ich zdolność do ochrony przed niektórymi rodzajami nowotworów, chorobami sercowo-naczyniowymi, cukrzycą czy przykrymi efektami starzenia [Rimm i wsp. 1996]. Posiadają działanie antybiotyczne – działają przeciwzapalnie, przeciwwirusowo, przeciwbakteryjnie i przeciwgrzybiczo. Działają również przeciwalergicznie i przeciwzkrzepowo. Posiadają duże znaczenie dla wzmacniania układu immunologicznego. Mechanizm działania polifenoli, jako silnych antyoksydantów, wiąże się z zapobiegawczą i leczniczą naturą tych substancji. Polega on m.in. na zmiataniu wolnych rodników i wygaszaniu tlenu singletowego, przerywaniu reakcji wolnorodnikowych (terminacji), wiązaniu jonów metali katalizujących utlenianie oraz inhibicji enzymów z grupy oksydaz. Badania przeprowadzone przez Lee i wsp. (2003) wykazały, że polifenole posiadają 2,3-krotnie wyższe właściwości przeciwutleniające niż witamina C i E. Poszczególne związki z grupy polifenoli mogą wykazywać zróżnicowanie we właściwościach biologicznych, co uzależnione jest od ich budowy chemicznej, stężenia oraz synergizmu. Procyjanidyny wykazują właściwości przeciwnowotworowe [Katiyar 2008], przeciwwirusowe i przeciwbakteryjne [Serrano i wsp. 2009] oraz zapobiegają chorobom układu krwionośnego [Rasmussen i wsp. 2005].

Przeciwnowotworowe działanie wykazuje również inna grupa polifenoli – antocyjany [Thomasset i wsp. 2009]. Antocyjany są ponadto dobrymi przeciwutleniaczami [Bąkowska-Barczak i wsp. 2007; Kucharska i wsp. 2012], skutecznie zapobiegają rozwojowi stanów zapalnych w organizmie [Wang i wsp. 1999; Seeram i wsp. 2001], wpływają na obniżenie masy ciała [Prior i wsp. 2008], posiadają właściwości bakteriobójcze [Viskeli i wsp. 2009]. Jayaprakasam i wsp. (2005) wykazali, że antocyjany stymulują wydzielanie insuliny.

Inną grupę polifenoli wzbudzającą duże zainteresowanie naukowców stanowią flawonole (kwercetyna, rutyna), mające m.in. zdolność modulowa-

nia aktywności wielu enzymów, dzięki czemu ograniczają lub zapobiegają rozwojowi wielu chorób [Saraf i wsp. 2007]. Szerokie właściwości biologiczne polifenoli sprawiają, że związki te w różnej postaci są często badane zarówno *in vitro* jak i *in vivo*.

Aronia (*Aronia melanocarpa* Elliot) jest „superowocem”, w badania której zaangażowani są naukowcy z Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu od ponad 30. lat. Zidentyfikowano w jej owocach po raz pierwszy czerwone barwniki antocyjanowe, pochodne cyjanidyny: galaktozyd (65%), arabinozyd (30%), glukozyd (2%) i ksylozyd (3%) [Oszmiański, Sapis 1988]. Przeprowadzono też pierwsze badania występujących w nich kwasów hydroksycynamowych [Oszmiański, Sapis 1989] oraz tanin [Oszmiański, Kucharska 1995]. Owoce aronii są jednym z najbogatszych źródeł antocyjanów w przyrodzie (ok. 500 mg/100 g). W porównaniu z innymi owocami jagodowymi, aronia zawiera ponad 50 mg kwasów neo- i chlorogenowego w 100 g owoców [Oszmiański, Sapis 1989]. W amerykańskim zestawieniu żywności bogatej w przeciwutleniacze aronia zajmuje jedno z czołowych miejsc (160,62 μmol Trolox/g) [Nutrient Data Laboratory 2007]. Wysoką aktywność przeciwutleniającą owoców i produktów aroniowych, a także preparatów aroniowych potwierdzają także polskie badania [Oszmiański, Wojdyło 2005; Kucharska i wsp. 2012]. Przeprowadzono szereg badań biologicznych związków aronii w postaci soku i preparatów [Gąsiorowski i wsp. 1997; Valcheva-Kuzmanova i wsp. 2004; Zhao i wsp. 2004; Olas i wsp. 2008; Ryszawa i wsp. 2006] w profilaktyce przeciwmiażdżycowej, nowotworowej, chorób neurodegeneracyjnych, do ochrony przed promieniowaniem UV oraz dla polepszenia wzroku. Wykazano, że ekstrakt antocyjanów aroniowych zmniejsza agregację płytek krwi [Ryszawa i wsp. 2006], hamuje wzrost komórek nowotworowych jelita grubego [Zhao i wsp. 2004], wywiera działanie przeciwutleniające, zapobiega rozwojowi stanu zapalnego trzustki [Valcheva-Kuzmanova i wsp. 2004] i obniża ciśnienie tętnicze krwi [Gąsiorowski i wsp. 1997].

Podsumowanie

Priorytetem w europejskiej polityce gospodarczo-społecznej jest bezpieczeństwo, środowisko i zdrowie. W centrum uwagi pozostaje człowiek i jakość życia, na co składa się zdrowie publiczne, które uzależnione jest od profilaktyki. Z kolei profilaktyka kształtowana jest przez żywność i systemy żywienia. Zatem jest ściśle powiązanie na linii zdrowie-żywność oraz bezpieczeństwo zdrowotne w łańcuchu produkcji żywności. Uwzględniając

podmiotowość człowieka i ciągłe doskonalenie jakości życia, wprowadza się nowe formy żywności, w tym żywność funkcjonalną i nutraceutyki oraz nowe formy odżywiania, w tym odżywianie spersonalizowane.

Żywność funkcjonalna, czyli żywność o charakterze prozdrowotnym oraz nutraceutyki jako skoncentrowane biosubstancje naturalnego pochodzenia będące żywnością prozdrowotną o cechach profilaktyczno-terapeutycznych, odgrywają coraz ważniejszą rolę w zdrowym odżywianiu społeczeństwa, uwzględniającym prewencję wobec chorób cywilizacyjnych na rzecz zdrowia publicznego. W tym aspekcie jako nowe wyzwanie jawi się innowacyjna żywność specjalnego przeznaczenia dla osób starszych o cechach łagodzenia następstw fizjologicznego starzenia się. Ten segment rynku będzie rozwijany ze względu na wyzwania, jakie wynikają ze wzrostu zapadalności na choroby metaboliczne spowodowane nieprawidłowym odżywianiem. Wyniki badań epidemiologicznych i badań klinicznych jednoznacznie wskazują na fakt, że styl życia rozumiany jako suma sposobu odżywiania się i aktywności fizycznej ma wpływ na stan zdrowia człowieka. Według prognoz Światowej Organizacji Zdrowia, do 2020 roku choroby dietozależne będą przyczyną niemal $\frac{3}{4}$ zgonów na świecie. Wskazuje to na ogromną rolę profilaktyki prozdrowotnej, w tym prawidłowego odżywiania się.

Metody wytwarzania żywności funkcjonalnej i nutraceutyków należą do wysublimowanych i precyzyjnych technologii, gdzie oddziaływania procesowe nie wpływają istotnie na degradację aktywności biologicznej, ale mogą nawet doskonalić walory odżywcze produktów finalnych. Z reguły są to innowacyjne technologie wymagające wysokiego nakładu intelektualnego i inżynierskiego, a także finansowego.

W kontekście powyższych stwierdzeń jawią się nowe wyzwania w Unii Europejskiej, w tym Wspólnoty Wiedzy i Innowacji (KICs) oraz Inteligentne Specjalizacje. Szczególną uwagę musimy skierować na nowo tworzony KIC Food4Future. Należy więc dokonać wszelkich starań, aby Polska i polski przemysł żywnościowy w tych wyzwaniach mogły odgrywać wiodącą rolę. Zatem transfer wiedzy z jednostek naukowych do gospodarki i innowacyjność polskich produktów żywności nowej generacji winno stać się polską specjalnością w konkurencji międzynarodowej.

Literatura

- [1] Balti R., Bougatef A., Nasri M. (2010), Three novel angiotensin I-converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from cuttlefish (*Sepia officinalis*) using digestive proteases, Food Research International, 43(4), s. 1136–1143.

- [2] Bąkowska-Barczak A., Marianchuk M., Kolodziejczyk P., A survey of bioactive components in western Canadian berries, *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 2007, 86, s. 1–14.
- [3] Bilikiewicz A., Gaus W., Colostrinin (a naturally occurring, proline-rich, polypeptide mixture) in the treatment of Alzheimer's disease, *Journal of Alzheimer's Disease*, 2004, 6, s. 17–26.
- [4] Eckert E., Pokora M., Zambrowicz A. i wsp., The application of microbial proteases to obtain egg yolk protein hydrolysates with antioxidant and antimicrobial activity, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 20(1), s. 105–118.
- [5] Gąsiorowski K., Szyba K., Brokos i wsp., Antimutagenic activity of anthocyanins isolated from *Aronia melanocarpa* fruits, *Cancer Letters*, 1997, 119, s. 37–46.
- [6] Janusz M., Lisowski J., Franek F., Isolation and characterization of a prolin-rich polypeptide from ovine colostrum, *FEBS Letters*, 1974, 49, s. 276–279.
- [7] Jayaprakasam B., Vareed S.K., Olson L.K., Nair M.G., Insulin secretion by bioactive anthocyanins and anthocyanidins present in fruits, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 53, s. 28–31.
- [8] Katiyar S.K., Grape seed proanthocyanidins and skin cancer prevention: Inhibition of oxidative stress and protection of immune system, *Molecular Nutrition and Food Research*, 2008, 52, s. 71–76.
- [9] Kim S.R., Byun H., The novel angiotensin I converting enzyme inhibitory peptide from rainbow trout muscle hydrolysate, *Fisheries and Aquatic Sciences*, 2012, 15, s. 183–190.
- [10] Kruzel M.L., Polanowski A., Wilusz T. i wsp., The alcohol-induced conformational changes in casein micelles: a new challenge for the purification of colostrinin, *Protein Journal*, 2004, 23, s. 127–133.
- [11] Kucharska A., Sokół-Łętowska A., Gabrielska J. i wsp., Antioxidant properties of polyphenolic extracts from chokeberry, blackcurrant, blackberry, and raspberry fruits, *Annales UMCS, DDD, Pharmacia*, 2012, 3, s. 183–188.
- [12] Lee K.W., Kim Y.J., Kiom D.O. i wsp., Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51, s. 6516–6520.
- [13] Matoba N., Yamada Y., Usui H. i wsp., Designing potent derivatives of ovokinin(2–7), an anti-hypertensive peptide derived from ovalbumin, *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 2001, 65, s. 736–739.
- [14] Mine Y., Kovaks-Nolan J., New insights in biologically active proteins and peptides derived from hen egg, *World Poultry Science Journal*, 2006, 62 (1), s. 87–95.
- [15] Nutrient Data Laboratory, Agriculture Research Service, US Department of Agriculture, Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) of selected foods, 2007.
- [16] Ola B., Wachowicz B., Nowa P. i wsp., Studies on antioxidant properties of polyphenol-rich extract from berries of *Aronia melanocarpa* in blood platelets, *Journal of Physiology and Pharmacology*, 2008, 59, s. 1–13.
- [17] Oszmiański J., Kucharska A., Taniny aronii, *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Technologia Żywności*, 2008, VIII, 273, s. 55–65.
- [18] Oszmiański J., Sapis J.C., Anthocyanins in fruits of *Aronia melanocarpa* (chokeberry), *Journal of Food Science*, 1988, 53(4), s. 1241–1242.

- [19] Oszmiański J., Sapis J.C., Pochodne kwasów hydroksycynamonowych w owocach *Aronii melanocarpa* Elliot, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Technologia Żywności V, 1989, 184, s. 75–87.
- [20] Oszmiański J., Wojdyło A., *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity, European Food Research Technology, 2005, 221, s. 809–813.
- [21] Palcin A.S., Emerging Therapeutic Potential of Whey Proteins and Peptides, Current Pharmaceutical Design, 2006, 12, s. 1637–1643.
- [22] Pokora M., Eckert E., Zambrowicz A. i wsp., Biological and functional properties of proteolytic enzyme modified egg protein by-products, Food Science and Nutrition, 2013, 1(2), s. 184–195, doi:10.1002/fsn3.27.
- [23] Rasmussen S.E., Frederiksen H., Krogholm K.S., Poulsen L., Dietary proanthocyanidins: Occurrence, dietary intake, bioavailability, and protection against cardiovascular disease, Molecular and Nutrition Food Research, 2005, 49, s. 159–174.
- [24] Rimm E.B., Ascherio A., Giovannucci E.L. i wsp., Vegetable, Fruit, and Cereal Fiber Intake and Risk of Coronary Heart Disease among Men, JAMA, 1996, 275, s. 447–451.
- [25] Ryszawa N., Kawczyńska-Drożdż A., Pryjma J., Effects of novel plant antioxidants on platelet superoxide production and aggregation in atherosclerosis, Journal of Physiology and Pharmacology, 2006, 57, s. 611–26.
- [26] Saraf S., Ashawat M.S., Saraf S., Flavonoids: A Nutritional protection against oxidative and UV induced cellular damages, Pharmacognosy Reviews, 2007, 1, s. 30–40.
- [27] Seeram N.P., Momin R.A., Nair M.G., Bourquin L.D., Cyclooxygenase inhibitory and antioxidant cyanidin glycosides in cherries and berries, Phytomedicine, 2001, 8, s. 362–369.
- [28] Serrano J., Puupponen-Pimi R., Aura A.M., Saura-Calixto F., Tannins: Current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects, Molecular and Nutrition Food Research, 2009, 53, s. 310–329.
- [29] Thomasset S., Teller N., Cai H. i wsp., Do anthocyanins and anthocyanidins, cancer chemopreventive pigments in the diet, merit development as potential drugs?, Cancer Chemotherapy and Pharmacology, 2009, 64, s. 201–211.
- [30] Valcheva-Kuzmanova S., Borisova P., Galunska B. i wsp., Hepatoprotective effect of the natural fruit juice from *Aronia melanocarpa* on carbon tetrachloride-induced acute liver damage in rats, Experimental and Toxicol Pathology, 2004, 56, s. 195–201.
- [31] Viskelis P., Rubinskiene M., Jasutiene I. i wsp., Anthocyanins, antioxidative and antimicrobial properties of American cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) and their press cakes, Journal of Food Science, 2009, 74, s. 157–161.
- [32] Wang H., Nair M.G., Strasburg G.M. i wsp., Antioxidant and antiinflammatory activities of anthocyanins and their aglycon, cyanidin, from tart cherries, Journal of Natural Products, 1999, 62, s. 294–296.
- [33] Zambrowicz A., Pokora M., Eckert E. i wsp., Antioxidative peptides derived from denatured egg white protein, Italian Journal of Food Science, 2013, 2(25), s. 169–180.
- [34] Zhao C., Giusti M.M., Malik M. i wsp., Effects of commercial anthocyanin-rich extracts on colonic cancer and nontumorigenic colonic cell growth, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2004, 52(20), s. 6122–6128.