



Wydział Nauk Medycznych Polskiej Akademii Nauk

Komitet Nauki o Żywieniu Człowieka PAN

Wydział Nauk Biologicznych i Rolniczych Polskiej Akademii Nauk

Komitet Nauk o Żywności i Żywieniu PAN

**XIII KONFERENCJA Z CYKLU „ŻYWNOSĆ, ŻYWIENIE A ZDROWIE”**

**pt. „Nutraceutyki – aspekty żywieniowe,  
zdrowotne i technologiczne”**

**PROGRAM**

**STRESZCZENIA REFERATÓW**

**PODSUMOWANIE**

9 listopada 2021 r.

## SPIS TREŚCI

### 1. PROGRAM KONFERENCJI

### 2. STRESZCZENIA REFERATÓW

2.1. Nutraceutyki – czym są i jak działają?

2.2. Stres oksydacyjny w wybranych chorobach dietozależnych u dzieci – czy zastosowanie nutraceutyków może być korzystne?

2.3. Zastosowanie konwencjonalnych i nowatorskich technik ekstrakcji nutraceutyków roślinnych w produkcji żywności funkcjonalnej

2.4. Projektowanie składu nutraceutyków – dlaczego znajomość aktywności biologicznych komponentów to za mało?

### 3. PODSUMOWANIE

## PROGRAM KONFERENCJI

|             |   |
|-------------|---|
| 11.15-11.25 | <b>Otwarcie konferencji</b><br>Przewodniczący Komitetów oraz Dziekani i Przedstawiciele Wydziałów II i V PAN  |
| 11.25-11.45 | <b>Nutraceutyki – czym są i jak działają?</b><br><b>Prof. dr hab. Joanna Gromadzka-Ostrowska</b><br><i>Katedra Dietetyki, Zakład Fizjologii Żywienia, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie</i>   |
| 11.45-12.05 | <b>Stres oksydacyjny w wybranych chorobach dietozależnych u dzieci – czy zastosowanie nutraceutyków może być korzystne?</b><br><b>Dr hab. n. med. Grażyna Rowicka, prof. IMiD</b><br><i>Instytut Matki i Dziecka w Warszawie</i>  |
| 12.05-12.25 | <b>Zastosowanie konwencjonalnych i nowatorskich technik ekstrakcji nutraceutyków roślinnych w produkcji żywności funkcjonalnej</b><br><b>Dr hab. inż. Joanna Kolniak-Ostek, prof. UPWr</b><br><i>Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Nutraceutyków Roślinnych, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu</i> |
| 12.25-12.45 | <b>Projektowanie składu nutraceutyków – dlaczego znajomość aktywności biologicznych komponentów to za mało?</b><br><b>Prof. dr hab. Agnieszka Bartoszek</b><br><i>Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska w Gdańsku</i>                            |
| 12.45-13.30 | <b>Dyskusja</b><br>Moderatorzy:<br>Prof. dr hab. Lidia Wądołowska<br>Prof. dr hab. Dorota Witrowa-Rajchert, czł. koresp. PAN  |
| 13.15       | <b>Zakończenie konferencji</b>  |

## Nutraceutyki – czym są i jak działają?

*Prof. dr hab. Joanna Gromadzka-Ostrowska*

Katedra Dietetyki, Zakład Fizjologii Żywienia, Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Określenie „nutraceutyki” stosuje się do środków spożywczych pochodzenia roślinnego lub mikrobiologicznego, łączących w sobie wartości żywieniowe (nutrition) z cechami związków farmaceutycznych (pharmaceuticals). Według European Nutraceutical Association (2016) nutraceutyki to produkty żywnościowe zapewniające udowodnione naukowo korzyści zdrowotne i medyczne, w tym zapobieganie i leczenie chorób.

Nutraceutyki mają działanie znacznie słabsze niż farmaceutyki, wykazując plejotropową interwencję w mechanizmy patofizjologiczne, co w konsekwencji przy długotrwałym ich stosowaniu hamuje rozwój choroby i/lub przyspiesza jej remisję. Do nutraceutyków można zaliczyć zarówno suplementy diety i żywność funkcjonalną, jak też żywność specjalnego przeznaczenia żywieniowego czy medycznego, a także pro- i prebiotyki czy niektóre zioła.

Niezależnie od klasyfikacji i przynależności do określonej grupy produktów, wszystkie nutraceutyki, aby mogły być do tej grupy zaliczone, muszą wykazywać jedno lub więcej działań prozdrowotnych: immunomodulujących, przeciwutleniających, przeciwdrobnoustrojowych, przeciwnowotworowych. Wszystkie z tych działań prozdrowotnych dokonują się zarówno na poziomie całego organizmu, jak i jego struktur tkankowych i narządowych oraz na poziomie komórkowym, subkomórkowym i molekularnym.

Przykładem nutraceutyków o udowodnionych działaniach prozdrowotnych są rozpuszczalne polisacharydy izolowane z ziaren niektórych zbóż (owies, jęczmień), grzybów (drożdże, grzyby kapeluszowe), wodorostów (algi) lub ścian komórek bakteryjnych. Beta-glukany normalizują równowagę redoks, hamują rozwój nowotworów, a także modulują funkcje układu immunologicznego przez aktywację komórek odpornościowych, normalizację wydzielania mediatorów zapalenia, stymulację wydzielania białek sygnalizacji komórkowej (np. chemokin), nasilenie apoptozy i autofagii oraz hamowanie proliferacji komórek nowotworowych i angiogenezy. Wyniki badań naukowych prowadzonych zarówno *in vitro*, jak i *in vivo* na modelach zwierzęcych, a także badań klinicznych z udziałem pacjentów dowodzą także, że beta-glukany normalizują równowagę redoks w różnych narządach oraz redukują stężenie cholesterolu i glukozy we krwi przeciwdziałając tym samym hipercholesterolemii i hiperglikemii.

## Stres oksydacyjny w wybranych chorobach dietozależnych u dzieci – czy zastosowanie nutraceutyków może być korzystne?

Dr hab. n. med. Grażyna Rowicka, prof. IMiD

Instytut Matki i Dziecka w Warszawie

W wielu procesach zachodzących w organizmie powstają reaktywne formy tlenu (RFT). Uwalniane w ilościach fizjologicznych pełnią rolę mediatorów i regulatorów ułatwiając komórkom prawidłowe ich funkcjonowanie. Synteza RFT zachodzi pod ścisłą kontrolą zarówno enzymatycznego jak i nieenzymatycznego układu antyoksydacyjnego, a niewydolność tych układów i/lub powstawanie w nadmiarze RFT prowadzi do zaburzenia równowagi oksydacyjno-antyoksydacyjnej, czyli do tzw. stresu oksydacyjnego. Stres oksydacyjny zaangażowany jest zarówno w patomechanizm, jak i przebieg w tym powikłania wielu chorób, między innymi tych o autoimmunologicznym uwarunkowaniu, w których leczeniu odpowiednia dieta odgrywa zasadniczą lub wspomagającą rolę. Chorobami tymi są między innymi celiakia (Celiac Disease, CD) oraz cukrzyca typu I (Diabetes Mellitus Type I, T1DM).

Z obserwacji wynika, że zastosowanie diety bezglutenowej u osób z celiakią nie zawsze pozwala na utrzymanie równowagi oksydacyjno-antyoksydacyjnej w surowicy krwi tych osób. Natomiast w cukrzycy typu I, pomimo stosowania insulinoterapii, dysfunkcja śródbłonna naczyniowego spowodowanego uszkodzeniami oksydacyjnymi wywołanymi hiperglikemią, która jest wczesnym predyktorem przyszłego ryzyka sercowo-naczyniowego, jest obserwowana już u nastolatków. Stąd poszukiwania addytywnych do diety bezglutenowej oraz insulinoterapii metod leczenia tych chorób.

Niektóre z badań wskazują, że zastosowanie u osób z celiakią wybranych nutraceutyków mogłoby wywierać ochronny wpływ w stosunku do cytotoksycznych peptydów glutenu, promować odpowiedź przeciwzapalną, prowadzić do zmniejszenia syntezy RFT czy sprzyjać zachowaniu integralności bariery jelitowej. Takie działania wydają się wykazywać między innymi witamina E i C, niektóre flawonoidy, np. galusan epigallokatechiny, genisteina, mirycetyna, kwercetyna, a także karotenoidy (likopen) oraz kwasy tłuszczowe  $\omega$ -3 (kwas dokozaheksaenowy, DHA). Natomiast potencjalnie korzystne w prewencji powikłań T1DM z uwagi na wykazywane antyoksydacyjne i przeciwzapalne właściwości może mieć zastosowanie między innymi niektórych flawonoidów (np. epikatechiny, kwercetyny, resveratrolu), antocyjanów, dezoksymannoijirymycyny, kwasu gymnemowego, kwasu nikotynowego, stewiozydów, czy też witaminy E (w dawce od 100 IU/dobę – 1200 IU/dobę) lub witaminy C. W wielu badaniach wykazano także korzyści z zastosowania kwasu alpha liponowego zarówno w profilaktyce, jak i leczeniu wspomagającym polineuropatii cukrzycowej u osób dorosłych oraz nastolatków z T1DM. Pomimo profilu dużego bezpieczeństwa u osób dorosłych kwas ten może u dzieci i młodzieży, na co wskazują dostępne w literaturze doniesienia, powodować różne działania niepożądane w tym ogólnoustrojowe.

Należy zwrócić uwagę, że badania wskazujące na korzyści z zastosowania nutraceutyków to przede wszystkim badania przeprowadzone *in vitro*, badania z wykorzystaniem modeli zwierzęcych lub kliniczne badania obserwacyjne, a tylko nieliczne z nich, to badania randomizowane, ale o stosunkowo małej liczbie próbie. Tak więc aktualnie zasadnicze znaczenie w leczeniu CD ma wczesne jej wykrycie i prawidłowe leczenie, tj. stosowanie ścisłej diety bezglutenowej. Natomiast w leczeniu T1DM, podobnie jak i w profilaktyce powikłań z nią związanych (makroangiopatii, mikroangiopatii), ważna jest jej prawidłowa kontrola metaboliczna, tj. odpowiednio dobrana insulinoterapia wsparta właściwym postępowaniem żywieniowym i aktywnością fizyczną.

W podsumowaniu:

Strategia wsparcia w CD i T1DM naturalnych mechanizmów przeciwzapalnych i antyoksydacyjnych poprzez zastosowanie nutraceutyków wydaje się być zasadna. Doniesienia dotyczące korzystnego działania nutraceutyków w leczeniu wspomagającym w CD i T1DM i ich powikłań są obiecujące, ale zarówno ich skuteczność, podobnie jak i bezpieczeństwo w terapii addytywnej tych chorób, powinny być potwierdzone dobrze zaprojektowanymi i poprawnie przeprowadzonymi badaniami (randomizowane kontrolowane badania kliniczne). By wyniki tych badań mogły stanowić podstawę do formułowania zaleceń, ważne jest także zwrócenie uwagi na:

- źródła pozyskiwanych do „projektowania” nutraceutyków surowców (skład preparatu zależny od miejsca występowania rośliny, warunków jej uprawy, wykorzystywanej części rośliny, warunków suszenia, przechowywania),
- czystość uzyskanego związku (np. drobnoustroje, pestycydy, mikotoksyny, metale ciężkie),
- standaryzację preparatów,
- ustalenie optymalnych, skutecznych dawek preparatów,
- czasu trwania interwencji (korzystny wpływ nutraceutyków na zdrowie jest zazwyczaj obserwowany po długotrwałej ekspozycji – miesiące, lata),
- walidację markerów diagnostycznych np. świadczących o wczesnej skuteczności.

#### Piśmiennictwo

1. Al.Toma A. et al. European Society for the Study of Coeliac Disease (ESsCD) guideline for coeliac disease and other gluten-related disorders. *United European Gastroenterol. J.* 2019;7(5):583-613. doi: 10.1177/2050640619844125
2. Högberg L. et al. Children with screening-detected coeliac disease show increased levels of nitric oxide products in urine. *Acta Paediatrica* 2011;100(7):1023-1027. doi: 10.1111/j.1651-2227.2011.02186.x
3. Stojiljković V et al. Antioxidant status and lipid peroxidation in small intestinal mucosa of children with celiac disease. *Clin. Biochem.* 2009; 42:1431-1437.
4. Moretti S. et al. Oxidative stress as a biomarker for monitoring treated celiac disease. *Clin. Transl. Gastroenterol.* 2018;9(6):157. doi: 10.1038/s41424-018-0031-6
5. Ferretti G. et al. Celiac disease, inflammation and oxidative damage: a nutrigenetic approach. *Nutrients* 2012;4(4):243-257. doi: 10.3390/nu4040243
6. Rowicka G. et al. Oxidative and antioxidative status of children with celiac disease treated with a gluten free-diet. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* Volume 2018; Article ID 1324820, 8 pages. doi: org/10.1155/2018/1324820
7. Bernardo D. et al. Ascorbate-dependent decrease of the mucosal immune inflammatory response to gliadin in coeliac disease patients. *Allergol. Immunopathol.* 2012; 40:3-8. doi: 10.1016/j.aller.2010.11.003
8. Piątek-Guziewicz A. et al. Oral vitamin E supplementation in reducing nitrosative stress in adults treated for celiac disease. *Pol. Arch. Intern. Med.* 2020;130(7-8):711-713. doi: 10.20452/pamw.15369
9. Cook-Mills J.M. et al. Isoforms of vitamin E differentially regulate inflammation. *Endocr. Metab. Immune Disord. Drug Targets.* 2010; 10:348-366.
10. Suzuki T., Hara H. Role of flavonoids in intestinal tight junction regulation. *J. Nutr. Biochem.* 2011;22(5):401-408. doi: 10.1016/j.jnutbio.2010.08.001
11. Calder P.C. et al. Inflammatory disease processes and interactions with nutrition. *Br. J. Nutr.* 2009; 101:1-45. doi: 10.1017/S0007114509377867

12. de Stefano D. et al. Lycopene, quercetin and tyrosol prevent macrophage activation induced by gliadin and IFN- $\gamma$ . *Eur. J. Pharmacol.* 2007; 566:192-199 doi: 10.1016/j.ejphar.2007.03.051
13. Viicentini O. et al. Docosahexaenoic acid modulates in vitro the inflammation of celiac disease in intestinal epithelial cells via the inhibition of cPLA2. *Clin. Nutr.* 2011; 30:541-546. doi: org/10.1016/j.clnu.2011.02.007
14. Couper J.J. et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2014 Compendium. Phases of type 1 diabetes in children and adolescents. *Pediatric Diabetes* 2014;15 (suppl. 20):18-25. doi: 10.1111/pedi.12188
15. Mahmoud M.F. Quercetin protects against diabetes-induced exaggerated vasoconstriction in rats: effect on low grade inflammation. *PloSOne* 2013;8: e63784. doi: org/10.1371/journal.pone.0063784
16. Pereira C.T.M. Coadjuvants in the diabetic complications: nutraceuticals and drugs with pleiotropic effects. *Int. J. Mol. Sci.* 2016; 17:1273. doi: org/10.3390/ijms17081273
17. Walkiewicz K. et al. Znaczenie substancji aktywnych pochodzenia roślinnego w cukrzycy. *Post. Fitoter.* 2016;17(1):49-53.
18. Nordentoft L. et al. Isosteviol increases insulin sensitivity and changes gene expression of key insulin regulatory genes and transcription factor in islets of the diabetic KKAY mouse. *Diabet. Obes. Metab.* 2008; 10:939-949.
19. Nemes-Nagy E. Et al. Effect of a dietary supplement containing blueberry and sea buckthorn concentrate on antioxidant capacity in type 1 diabetic children. *Acta Physiol. Hung.* 2008;95:383-393. doi: 10.1556/APhysiol.95.2008.4.5
20. Jain S.K. et al. Relationship of blood thromboxane-B2 (TxB2) with lipid peroxides and effect of vitamin E and placebo supplementation on TxB2 and lipid peroxide levels in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care* 1998; 21:1511-1516. doi: org/10.2337/diacare.21.09.1511
21. Gupta S. et al. Vitamin E supplementation may ameliorate oxidative stress in type 1 diabetes mellitus patients. *Clin. Lab.* 2011; 57:379.
22. Skyrme-Jones R.A.P. et al. Impaired endothelial function in insulin-dependent diabetes is related to LDL particle size and LDL vitamin E. *Diabetes. J. Am. Coll. Cardiol.* 2000; 35:292-299.
23. Giannini C. et al. Effects of high-dose vitamin E supplementation on oxidative stress and microalbuminuria in young adult patients with childhood-onset type 1 diabetes mellitus. *Diabetes/Metab. Res. Rev.* 2007; 23:539-546.
24. Siddiqui R.A. Nutraceuticals and Nutrition Supplements: Challenges and Opportunities. *Nutrients* 2020; 12:1593. doi:10.3390/nu12061593
25. Santini A. et al. Nutraceuticals: opening the debate for a regulatory framework. *Br. J. Clin. Pharmacol.* 2018; 84:659-672. doi: 10.1111/bcp.13496
26. Costa J.G. et al. Contaminants: a dark side of food supplements? *Free Radic. Res.* 2019; 53:1113-1135. doi: 10.1080/10715762.2019.1636045
27. Manucci C. et al. Nutraceuticals against oxidative stress in autoimmune disorders. *Antioxidants* 2021;10(2):261. doi.org/10.3390/antiox100202612021
28. Dhami N. et al. Phytochemical variation: How to resolve the quality controversies of herbal medicinal products? *J. Herb. Med.* 2015; 5:118-127. doi: 10.1016/j.hermed.2015.04.002
29. Salehi B. et al. Antidiabetic Potential of Medicinal Plants and Their Active Components. *Biomolecules.* 2019 Oct; 9(10):551. doi.org/10.3390/biom9100551

## **Zastosowanie konwencjonalnych i nowatorskich technik ekstrakcji nutraceutyków roślinnych w produkcji żywności funkcjonalnej**

*Dr hab. inż. Joanna Kolniak-Ostek, prof. UPWr*

Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Nutraceutyków Roślinnych Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Głównymi przyczynami ekspansji żywności funkcjonalnej jest starzenie się społeczeństw, wzrost kosztów opieki medycznej i społecznej, a także wzrost częstości występowania schorzeń chronicznych związanych z nieprawidłowym żywieniem. Na rynku widoczne są tendencje skierowane na stale rosnący udział żywności funkcjonalnej i to zarówno w krajach wysoko uprzemysłowionych, jak i w krajach rozwijających się. Stopniowy wzrost świadomości konsumentów skutkuje dokonywaniem przez nich racjonalnych wyborów żywieniowych w oparciu o pochodzenie produktów, skład jakościowy i ilościowy oraz deklaracje żywieniowe. Wymusza to na producentach żywności poszukiwania nowych typów żywności, które mogłyby przyczynić się do poprawy zdrowia i funkcjonowania organizmu człowieka.

Podstawowym sposobem produkcji żywności funkcjonalnej jest dodatek do powszechnie spożywanych produktów, substancji aktywnych biologicznie (nutraceutyków), które otrzymywane są z roślinnych ekstraktów oraz preparatów z tkanek roślinnych, zawierających jeden lub kilka składników wyizolowanych po zadziałaniu odpowiednim rozpuszczalnikiem. Metabolity wtórne wytwarzane są przez rośliny z bardzo niewielką wydajnością, a ich zawartość stanowi często mniej niż 1% suchej masy. Pomimo rozwoju nowoczesnych technologii i ciągłego postępu w chemicznej syntezie wielu substancji analogicznych do związków naturalnych wytwarzanych przez rośliny, ekstrakcja tych związków z organizmów roślinnych pozostaje wciąż kluczowym sposobem ich pozyskiwania. Zawartość fitochemiczna użytych roślin może się różnić w zależności od gatunku lub organu (np. korzeni, liści, kwiatów, owoców), dlatego stosowane mogą być również różne warunki ekstrakcji. Celem ekstrakcji jest maksymalizacja wydajności interesujących związków, przy jednoczesnej minimalizacji ekstrakcji związków niepożądanych.

Wśród konwencjonalnych metod stosowanych do ekstrakcji nutraceutyków z roślin, wymienić należy macerację, infuzję, ekstrakcję Soxhleta, a także ekstrakcję parową i hydrodestylację. Niestety, efektywność tych metod ograniczona jest przez wiele czynników, takich jak rodzaj rozpuszczalnika, stosunek rozpuszczalnika do materiału roślinnego, temperatura i czas procesu, a także struktura matrycy.

W celu podniesienia wydajności procesu, ograniczenia strat składników termolabilnych oraz ograniczenia konieczności stosowania nieprzyjaznych środowisku rozpuszczalników organicznych, coraz częściej stosowane są nowoczesne techniki ekstrakcji, w których ekstrakcja fitochemikaliów jest ogólnie zwiększona. Techniki te można podzielić na dwie grupy: pierwszą stanowią techniki wykorzystujące rozpuszczalniki pod ciśnieniem, do których zalicza się ekstrakcję nadkrytyczną oraz ciśnieniową ekstrakcję za pomocą cieczy; drugą grupę stanowią techniki wspomagane nietermicznie, takie jak zastosowanie enzymów, ultradźwięków, pulsacyjnych pól elektrycznych oraz rozparzania próżniowego.

Rosnąca liczba bioaktywnych związków, które mogą pełnić rolę nutraceutyków pozwala wyróżnić poszczególne typy żywności o ukierunkowanym prozdrowotnym działaniu. Konieczne są zatem dalsze badania, które umożliwiłyby wykorzystanie ogromnego potencjału tego sektora rynku. Do ważnych czynników wpływających na dalszy rozwój żywności funkcjonalnej należą: dobra jakość



produkcji i bezpieczeństwo produktów oparte na rzetelnych badaniach naukowych, czemu służyć ma ciągły rozwój nowoczesnych metod kontroli bezpieczeństwa żywności. Pozwoli to na uzyskiwanie wysoce specyficznej żywności prozdrowotnej o najwyższej jakości.

## **Projektowanie składu nutraceutyków – dlaczego znajomość aktywności biologicznych komponentów to za mało?**

*Prof. dr hab. inż. Agnieszka Bartoszek*

Katedra Chemii, Technologii i Biotechnologii Żywności, Wydział Chemiczny, Politechnika Gdańska

Można zaryzykować stwierdzenie, że wszystkie publikacje poświęcone poszukiwaniu zależności pomiędzy zagrożeniem niezakaźnymi chorobami przewlekłymi, tzw. cywilizacyjnymi, a różnymi elementami środowiska człowieka jednoznacznie wskazują na największy udział sposobu odżywiania zarówno w zwiększaniu, jak i zmniejszaniu tego ryzyka. Obecność warzyw i owoców w diecie jest skutecznym sposobem prewencji, a niskie spożycie tego typu żywności wiąże się ze skróceniem długości życia. Prozdrowotne działanie warzyw i owoców najczęściej przypisywane jest obecności wtórnych metabolitów roślin o aktywności przeciwutleniającej, bowiem stres oksydacyjny wydaje się być powiązany z mechanizmami sprzyjającymi rozwojowi chorób cywilizacyjnych. Obserwacje te spowodowały pojawienie się na rynku ogromnej liczby różnego rodzaju suplementów diety zawierających antyoksydanty i reklamowanych jako wykazujące działanie chroniące przed rozwojem wspomnianych chorób. Skład suplementów diety bazuje głównie na nutraceutykach izolowanych z roślin jadalnych oraz witaminach, którym przypisuje się działanie takie jak obserwowane w badaniach populacyjnych dla roślin te związki zawierających. Z kolei suplementom diety złożonym z mieszanin bioaktywnych substancji przypisuje się działanie co najmniej będące sumą aktywności obserwowanych dla poszczególnych składników. Badania weryfikujące tę hipotezę prowadzone przez nasz zespół nie potwierdziły jej prawdziwości. Przeciwnie wskazały, że testowane w modelach komórkowych antyoksydanty wyizolowane z roślin nie wykazują takich właściwości biologicznych jak ekstrakty roślinne je zawierające. Co więcej, wykazaliśmy, że w komórkach mieszaniny nutraceutyków zachowują się jak nowe substancje o odmiennym działaniu biologicznym, w tym również odmiennym wpływie na transkrypcyjną aktywność genomu. Obserwacje te sugerują, że interakcje pomiędzy bioaktywnymi składnikami decydują o aktywności biologicznej mieszanin i przypisywanie mieszaninom działania prozdrowotnego wykazywanego przez poszczególne składniki jest nieuzasadnione.

## PODSUMOWANIE

Wzrastające zainteresowanie nutraceutykami wynika z oczekiwań coraz większej grupy konsumentów, aby żywność poza funkcjami odżywczymi, spełniała także funkcje profilaktyczne, a nawet lecznicze. Nutraceutyki są określane przez European Nutraceutical Association (2016) jako produkty żywnościowe, które zapewniają udowodnione naukowo korzyści zdrowotne, w tym zapobieganie i leczenie chorób. Nutraceutyki mają znacznie słabsze działanie niż farmaceutyki, dlatego uważa się, że wymagają długotrwałego stosowania, aby osiągnąć korzyści dla zdrowia. Prozdrowotne działanie nutraceutyków wynika z ich właściwości immunomodulujących, przeciwutleniających, przeciwdrobnoustrojowych i przeciwnowotworowych. Bez wątplenia nutraceutyki posiadają duży potencjał prozdrowotny przez wspieranie naturalnych mechanizmów przeciwzapalnych i antyoksydacyjnych organizmu w przebiegu niektórych chorób, ale wiedza na temat ich możliwości leczniczych jest nadal niewystarczająca.

Podstawowym sposobem produkcji żywności funkcjonalnej jest dodatek do powszechnie spożywanych produktów, nutraceutyków, które otrzymywane są z roślinnych ekstraktów oraz preparatów z tkanek roślinnych. Maceracja, infuzja, ekstrakcja Soxhleta, ekstrakcja parowa i hydrodestylacja to konwencjonalne metody stosowane w ekstrakcji nutraceutyków z roślin. Obecnie zastosowanie znajduje również ekstrakcja nadkrytyczną oraz ciśnieniowa ekstrakcja za pomocą cieczy, wykorzystuje się enzymy, ultradźwięki, pulsacyjne pole elektryczne oraz rozparzanie próżniowe w celu podniesienia wydajności procesu i ograniczenia strat składników termolabilnych. W tworzeniu suplementów diety opartych o nutraceutyki kluczowy jest ich skład oraz pochodzenie składników bioaktywnych. Testowane w modelach komórkowych antyoksydanty wyizolowane z roślin nie wykazują takich właściwości biologicznych i prozdrowotnych jak ekstrakty roślinne je zawierające. Co więcej, bardzo często suplementom diety zawierającym różne przeciwutleniacze przypisuje się zsumowane działanie każdego pojedynczego składnika, co jest błędnym założeniem. Bowiem mieszanina przeciwutleniaczy wykazuje działanie zupełnie różne, często nawet przeciwne do działania pojedynczych substancji w niej zawartych. Zatem mieszaninę przeciwutleniaczy należy traktować raczej jako nową substancję o nowych właściwościach i nie przypisywać jej działania takiego, jak pojedynczym substancjom.