

STRESZCZENIE

Interakcje związków fenolowych ze składnikami matrycy jako czynnik determinujący jakość żywności fortyfikowanej

W ostatnich latach obserwowany jest znaczny wzrost częstotliwości występowania chorób cywilizacyjnych, z tego względu poszukuje się naturalnych sposobów wspomagania metabolizmu człowieka, charakteryzujących się akceptowalnością, powszechną dostępnością oraz relatywnie niskim kosztem. Wymagania te wydaje się spełniać żywność specjalnego przeznaczenia żywieniowego, tzw. żywność funkcjonalna. Spośród metod otrzymywania żywności funkcjonalnej najprostszą i najczęściej wykorzystywaną jest fortyfikacja (wzbogacanie) żywności. Polega ona na wprowadzeniu do produktów spożywczych jednego lub wielu składników fizjologicznie aktywnych o korzystnym wpływie na funkcjonowanie organizmu człowieka.

Ze względu na udokumentowane właściwości prozdrowotne, powszechność występowania w przyrodzie oraz bezpieczeństwo stosowania w żywności, związki fenolowe stanowią wartościowy składnik wzbogacający produkty spożywcze. Wykazują one szereg aktywności biologicznych, spośród których najbardziej znana jest aktywność przeciwutleniająca. Związki te zapobiegają wystąpieniu stresu oksydacyjnego, który uważany jest za jeden z głównych czynników sprzyjających występowaniu chorób cywilizacyjnych.

Niemniej jednak przesłanki literaturowe opisane w pracy (I) pt. „Znaczenie interakcji związków fenolowych ze składnikami matrycy w aspekcie fortyfikacji żywności” wskazują, że właściwości produktów wzbogacanych w tym zdolność wywołania zamierzonych skutków biologicznych zależy m.in. od oddziaływań (interakcji) związków fenolowych ze składnikami matrycy żywności. Oddziaływania te, choć często pomijane podczas analizy produktów fortyfikowanych, mogą odgrywać kluczową rolę w kształtowaniu biodostępności składników fizjologicznie aktywnych oraz odżywczych. Z tego względu w niniejszej pracy postawiono następujące hipotezy badawcze:

- Wzbogacanie produktów spożywczych związkami fenolowymi powoduje zmiany potencjału odżywczego i prozdrowotnego żywności fortyfikowanej.
- Efektywność fortyfikacji jest warunkowana występowaniem interakcji związków fenolowych ze składnikami matrycy, determinującymi jakość produktów wzbogaconych.

Przedmiotem badań były takie produkty fortyfikowane jak chleb pszenny wzbogacony liśćmi komosy ryżowej (*Chenopodium quinoa* Willd.) (II), makaron pszenny wzbogacony liśćmi pietruszki zwyczajnej (*Petroselinum crispum* L.) (III), makaron pszenny wzbogacony mączką z karobu (*Ceratonia siliqua* L.) (IV), pasta fasolowa wzbogacona ekstraktem z łuski cebuli zwyczajnej (*Allium cepa* L.) (V), mleko sojowe wzbogacone ekstraktem z zielonej kawy (*Coffea arabica* L.) (VI).

W pracach (II-VI) określono wpływ wzbogacania na zawartość związków fenolowych ogółem oraz potencjał przeciwutleniający analizowanych produktów. W oparciu o model matematyczny wyznaczono przewidywaną zawartość związków fenolowych oraz przewidywany potencjał antyoksydacyjny produktów wzbogaconych oraz porównano uzyskane wyniki z danymi eksperymentalnymi (II-VI). Pozwoliło to na określenie czy i w jakim stopniu efektywność fortyfikacji uzależniona jest od interakcji związków fenolowych ze składnikami matrycy żywności. Wyznaczenie wartości przewidywanych daje informację o tym, jak potencjał przeciwutleniający mógłby kształtować się w przypadku niewystępowania w/w oddziaływań. Ponadto w warunkach symulowanego przewodu pokarmowego określono potencjalną biodostępność związków fenolowych i ich aktywność przeciwutleniającą (II, III, V, VI). Pozwoliło to na bardziej wiarygodną ocenę potencjału prozdrowotnego produktów wzbogacanych w aspekcie ich działania przeciwutleniającego (w warunkach zbliżonych do tych występujących w przewodzie pokarmowym).

W oparciu o analizę strawności głównych składników odżywczych (białka i skrobi) po procesie trawienia *in vitro* określono wpływ dodatku związków fenolowych na potencjał odżywczy badanych produktów (II-VI). W publikacjach (IV, VI) zaproponowano i opisano nowatorską metodę wyznaczania relatywnej strawności białka i skrobi. Metoda ta opiera się na porównaniu strawności analizowanych składników odżywczych produktu wzbogacanego w odniesieniu do produktu kontrolnego (niewzbogaconego). Relatywną strawność białka i skrobi określono na podstawie ilości uwolnionych w trakcie procesu symulowanego trawienia odpowiednio aminokwasów i peptydów oraz cukrów redukujących.

Występowanie kompleksów białko-związki fenolowe potwierdzono dzięki wykorzystaniu techniki chromatograficznej (SE-HPLC) (II, III) i elektroforetycznej (SDS-PAGE) (III, V). W pracach (III, V) wykazano występowanie niestrawnych kompleksów białko-związki fenolowe wskazując na istotny wpływ w/w interakcji na strawność białka.

Badania podkreślają istotne znaczenie interakcji związków fenolowych ze składnikami matrycy żywności w kreowaniu potencjału prozdrowotnego i odżywczego żywności, wskazując tym samym na potrzebę kompleksowej oceny produktów fortyfikowanych.

Analiza otrzymanych wyników z pozwoliła na postawienie następujących wniosków:

- Fortyfikacja składnikami o wysokiej zawartości związków fenolowych jest skutecznym sposobem zwiększania potencjału przeciwutleniającego żywności.
- Interakcje związków fenolowych z matrycą żywności warunkują efekty fortyfikacji.
- Konsekwencją występowania interakcji związków fenolowych z matrycą żywności jest modyfikacja potencjału antyoksydacyjnego i odżywczego produktów wzbogaconych.
- Potencjał antyoksydacyjny i odżywczy produktów wzbogaconych uzależniony jest od źródła związków fenolowych i matrycy żywności.
- Stabilność oddziaływań związków fenolowych ze składnikami matrycy żywności, a w konsekwencji ich ekstrahowalność i aktywność przeciwutleniająca, warunkowana jest doбором układu ekstrakcyjnego. Dlatego też zastosowanie procesu trawienia *in vitro* do oceny efektywności fortyfikacji wydaje się w bardziej miarodajny sposób odzwierciedlać zmiany zachodzące w żywności w warunkach *in vivo*, co w konsekwencji uzasadnia jego wykorzystanie do oceny potencjału prozdrowotnego produktów wzbogaconych.
- Ze względu na wielość czynników wpływających na oddziaływania związków fenolowych z matrycą żywności i ich złożony charakter nie można opracować uniwersalnego modelu oceny efektywności fortyfikacji.

Odniesienie do publikacji:

- (I) Sęczyk Ł. Znaczenie interakcji związków fenolowych ze składnikami matrycy w aspekcie fortyfikacji żywności (2016). *Dokonania Naukowe Młodych Naukowców*. red. Mundryk K, wyd. Traicon S.C, 228-251.
- (II) Świeca M., Sęczyk Ł., Gawlik-Dziki U., & Dziki D., (2014). Bread enriched with quinoa leaves – The influence of protein–phenolics interactions on the nutritional and antioxidant quality. *Food Chemistry*, 162(1), 54-62
- (III) Sęczyk Ł., Świeca M., Gawlik-Dziki U., Luty M., & Czyż J. (2016). Effect of fortification with parsley (*Petroselinum crispum* Mill.) leaves on the nutraceutical and nutritional quality of wheat pasta. *Food Chemistry*, 190, 419-428.
- (IV) Sęczyk Ł., Świeca M., Gawlik-Dziki U., Luty M., & Czyż J. (2016). Effect of carob (*Ceratonia siliqua* L.) flour on the antioxidant potential, nutritional quality,

and sensory characteristics of fortified durum wheat pasta. *Food Chemistry*, 194, 637-642.

- (V) **Sęczyk Ł.**, Świeca M., & Gawlik-Dziki U. (2015). Nutritional and health-promoting properties of bean paste fortified with onion skin in the light of phenolics–food matrix interactions. *Food & Function*, 6, 3560-3566.
- (VI) **Sęczyk, Ł.**, Świeca, M., & Gawlik-Dziki, U. (2017). Soymilk enriched with green coffee phenolics – antioxidant and nutritional properties in the light of phenolics-food matrix interactions. *Food Chemistry*, 223, 1-7.