

BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Czasopismo poświęcone zagadnieniom badań ochrony
zdrowia i środowiska

Wersja internetowa wydawanego czasopisma jest wersją pierwotną

TOM XLIX

2016

Nr 1

TREŚĆ

<i>P. Glibowski, A. Misztal</i> : Wpływ diety na samopoczucie psychiczne	1
<i>A. Kosendiak, M. Bronkowska, A. Felińczak, J. Biernat</i> : Ocena spożycia wybranych produktów mlecznych jako źródeł wapnia przez osoby przygotowujące się do maratonu	10
<i>M. Bronkowska, A. Kosendiak, A. Felińczak, J. Biernat</i> : Wybrane elementy stylu życia oraz wiedzy żywieniowej osób przygotowujących się do maratonu	16
<i>A. Pawlak, K. Rajczykowski, K. Loska, B. Ahnert, D. Wiechula</i> : Ocena zawartości żelaza w witaminowo-mineralnych suplementach diety	23
<i>A. Florkiewicz, A. Filipiak-Florkiewicz, K. Topolska, J. Kapusta-Duch</i> : Próba oszacowania pobrania kadmu z diety przez wegetarian	32
<i>A. E. Charkiewicz, W. J. Omeljaniuk, K. Piotrowska</i> : Determinanty zdrowia kobiet w ciąży w Białymstoku	42
<i>M. Piróg, M. Jaskowska, A. Lebedzińska</i> : Ocena zawartości witaminy B ₂ w wybranych produktach mleczarskich	52
<i>B. Kulczyński, A. Gramza-Michałowska</i> : Znaczenie żywieniowe imbiru	57
<i>M. Hartman-Petrycka, A. Lebedowska, W. Bobrowska, B. Błońska-Fajfrowska</i> : Produkty do smarowania pieczywa. Część III. Sposób pakowania i oznakowania umieszczone na opakowaniach	64
<i>K. Piasecka-Józwiak, B. Chabłowska, J. Rozmierska</i> : Zastosowanie ekologicznej pszenicy samopszy do podwyższenia właściwości prozdrowotnych i sensorycznych pieczywa	73
<i>E. Badełek, F. Adamicki</i> : Wpływ przedzbiorczego traktowania i warunków przechowywania na jakość dwóch odmian cebuli	82
<i>E. Kurzeja, K. Pawłowska-Góral</i> : Interakcje azotanów i kwercetyny – badania in vitro	90
<i>K. Sikorska-Zimny</i> : Wybrane glukozyłany i ich pochodne: źródła, właściwości oraz działanie na organizm człowieka	96

Paweł Glibowski, Alicja Misztal

WPLYW DIETY NA SAMOPOCZUCIE PSYCHICZNE

Katedra Biotechnologii, Żywienia Człowieka i Towaroznawstwa Żywności
Wydziału Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie

Kierownik: prof. dr hab. Z. Targoński

Hasła kluczowe: nastrój, depresja, żywienie, dieta, tryptofan.

Key words: mood, depression, nutrition, diet, tryptophan.

Obecnie spożywanie pokarmu nie służy jedynie do zaspokajania potrzeb biologicznych, umożliwia zaspokajanie potrzeb psychologicznych i społecznych człowieka, jest sposobem na okazywanie uczuć względem innych, a także na zapewnienie potrzeby bezpieczeństwa (1, 2). Często przyjmowanie pożywienia ma na celu rozładowanie napięcia wewnętrznego spowodowanego negatywnymi bądź pozytywnymi emocjami, ale może być ono także sposobem na zajęcie sobie czasu, gdy doskwiera nuda (3). Jedzenie spełnia także ważną rolę podczas nawiązywania i podtrzymywania relacji interpersonalnych (2).

Na zachowania żywieniowe oraz wybory spożywanych pokarmów mogą wpływać emocje. Z reguły osoby będące pod wpływem negatywnych odczuć, jak smutek czy przygnębienie, częściej sięgają po żywność w celu rekompensaty i chęci odzyskania dobrego nastroju (3, 4). Razem z jedzeniem do organizmu dostarczane są składniki żywności, które mają istotny wpływ na aktywność umysłową człowieka. Niedobory niektórych składników żywności zwiększają ryzyko wystąpienia depresji (5). Synteza neuroprzekaźników w mózgu odpowiedzialnych za utrzymanie dobrego samopoczucia również uwarunkowana jest ilością i jakością spożywanych pokarmów.

Wszelkie informacje na temat wyborów i zachowań żywieniowych związanych z nastrojem mogą być bardzo pomocne w odkrywaniu psychologicznego i emocjonalnego podłoża dla wielu zaburzeń żywieniowych i rozwoju otyłości. Wiedza na temat wpływu żywienia na zachowanie i nastrój człowieka może być także użyteczna podczas leczenia zarówno zaburzeń żywieniowych, jak i psychologicznych. Celem pracy było określenie zależności między odżywianiem człowieka a odczuwanym nastrojem. W szczególności zwrócono uwagę na funkcje, jakie żywność pełni w życiu człowieka, wpływ poszczególnych składników na zmiany nastroju oraz wpływ emocji człowieka na wybór spożywanej żywności.

Nastrój i emocje człowieka

Nastrój człowieka jest określany, jako stan psychiczny wynikający z emocjonalnego postrzegania sytuacji. Można wyróżnić dwie strony tego stanu, jedną z nich

jest poczucie harmonii psychicznej, pozytywnej oceny własnych osiągnięć i optymistyczne podejście do przyszłości, z drugiej strony możliwe pojawić się uczucie osamotnienia, przygnębienia i braku perspektyw na przyszłość (6).

Mówiąc o nastroju trzeba zauważyć, że ma on bardzo ogólny charakter gdyż można go różnicować na pozytywny lub negatywny. Nastrój ma mniejsze natężenie niż emocje człowieka i zawsze jest on obecny i możliwy do określenia w danym momencie (7).

Emocje są bogato opisane w literaturze psychologicznej i trudno znaleźć definicję, która byłaby akceptowana przez wszystkich. Można jednak znaleźć wspólne elementy, co pozwala określić emocje, jako stany psychiczne odczuwalne w sposób subiektywny, pobudzające programy działania, skupiające uwagę i ułatwiające komunikację. Odczuwanie emocji niesie za sobą również zmiany somatyczne, takie jak przyspieszona praca serca lub drżenie rąk, za które w dużej mierze odpowiada autonomiczny układ nerwowy człowieka. Emocje mogą wyrażać się również w mimice twarzy, postawie sylwetki, gestykulacji oraz intonacji głosu. Z łatwością można rozróżnić poszczególne stany emocjonalne – radość wyrażaną uśmiechem, złość, gdy zęby i pięści są zacisnięte, a smutek, kiedy głowa jest opuszczona. Główną cechą odróżniającą emocje od nastroju jest czas ich trwania, emocje trwają krótko, kilka minut lub godzin, podczas gdy określony nastrój może utrzymywać się od kilku dni do kilku tygodni. Nastroje często nie mają konkretnej przyczyny i często trudno jest zdefiniować powód ich zaistnienia, emocje zaś mają swoją konkretną przyczynę (8).

Neuroanatomiczne podłoże emocji

Już niedługo po narodzinach człowieka zaczynają się działania w płacie czołowym mózgu, mające na celu zróżnicowanie emocji na negatywne (w prawej półkuli mózgowej) i pozytywne (w lewej półkuli mózgowej). Początkowo wykształcają się takie emocje jak radość, smutek, złość, zaś w późniejszych etapach życia człowiek nabiera zdolności do okazywania i odczuwania bardziej wyrafinowanych emocji, jak poczucie winy, czy dumy (9).

Czynnościami popędowo-emocjonalnymi u człowieka sterują struktury mózgu zwane układem limbicznym, bądź rąbkowym (6). Przy tego typu zachowaniach należy zwrócić uwagę na układy „nagrody” i „kary”, które jako sieci neuronalne przekazują impulsy do różnych struktur mózgowych, poprzez neurony katecholaminergiczne i dopaminergiczne, dotyczące układu nagrody oraz neurony cholinergiczne odpowiadające za układ kary. Pozytywne emocje, których przykładem jest zaspokajanie potrzeb przyjmowania pokarmu, wody lub kontaktów z innymi ludźmi są związane z układem nagrody. Układ kary związany jest z emocjami popędów awersyjnych – ból, strach, głód (10).

Neurohormony stanów emocjonalnych

W czasie, gdy człowiek czuje się szczęśliwy, przeżywa pozytywne chwile, w mózgu wzrasta stężenie neurohormonu jakim jest dopamina. Neurony dopaminergiczne

należące do układu mezolimbiczno-korowego spełniają ważną funkcję przy indywidualnym odczuwaniu pozytywnych emocji i doznań, stanowiąc istotny element wcześniej wspomnianego układu nagrody (9). Dopamina (3,4-dihydroksyetyloamina) razem z adrenalina i noradrenalina jest zaliczana do grupy neuroprzekaźników katecholaminowych. Jest ona wytwarzana w neuronach dopaminergicznych, tworzących układy dopaminergiczne (11). Podobnie, jak noradrenalina i adrenalina, dopamina otrzymywana jest z tyrozyny (12) w dwóch następujących po sobie reakcjach enzymatycznych. W pierwszym z nich tyrozyna ulega hydroksylacji w pozycji 3' pierścienia aromatycznego prowadząc do powstania L-DOPA (L-3,4-dihydroksyfenyloalaniny), zaś w kolejnym etapie L-DOPA przechodzi dekarboksylację przez dekarboksylazę DOPA, co kończy się wytworzeniem dopaminy (11). Wzrost produkcji w organizmie tego neurohormonu wspomaga pozytywne myślenie, kreatywność, chęć do działania, pozwala odzyskać radość życia i patrzeć optymistycznie w przyszłość (9).

We włóknach nerwowych składających się na szlaki przyjemności produkowane są endorfiny zwane także „hormonami szczęścia” (9). Endorfiny są zaliczane do substancji białkowych o charakterze hormonów (13), które łączą się z receptorami opioidowymi i przez ich pobudzenie wywołują stany euforyczne (9). Hormony szczęścia mają podobne działanie do opioidów takich jak morfina, wykazują dzięki temu działanie modyfikujące przekazywanie bodźców bólowych, działają przeciwbólowo oraz wywołują uczucie przyjemności i poprawę nastroju (9, 13). Większość badań wykazuje zależność między spożywaniem posiłków a wzrostem poziomu endorfin. Przyjmowanie posiłków, szczególnie lekkich, mających na celu pobudzić funkcje żołądka, wiąże się ze zwiększonym stężeniem w osoczu substancji działających przeciwbólowo, takich jak β -endorfiny. Kolejnym przykładem jest fakt, że u kobiet spożywających smaczne potrawy zauważono większą oporność na ból, niż u tych, które zjadły niesmaczny posiłek. Nie wszyscy jednak zauważyli wpływ spożywanych posiłków na wzrost β -endorfin u ludzi. Stwierdzono jednak wysoki poziom β -endorfin u osób cierpiących na anoreksję (13).

Wśród neuroprzekaźników na uwagę zasługuje serotonina (5-hydroksytryptamina – 5-HT) (14). Serotonina jest biologicznie czynną substancją produkowaną w neuronach szwu mózgu w śródmózgowiu, moście i rdzeniu przedłużonym, podczas przemian enzymatycznych tryptofanu (15). Reakcje te zachodzą w dwóch etapach, w pierwszym tryptofan ulega hydroksylacji do 5-hydroksytryptofanu przy udziale enzymu 5-hydroksylazytryptofanu. W następnym etapie zachodzi kolejna dekarboksylacja z udziałem enzymu dekarboksylazy 5-hydroksytryptofanu, w tym czasie 5-hydroksytryptofan jest przekształcany, w 5-hydroksytryptaminę, czyli serotoninę (14).

Do prawidłowej syntezy neuroprzekaźnika, jakim jest serotonina niezbędne są: witamina B₆, witamina C i magnez. Ich obecność jest konieczna aby wykluczyć konkurencję między dwoma szlakami metabolicznymi tryptofanu (14). Od obecności serotoniny w organizmie zależy czy człowiek czuje się szczęśliwy, czy nie. Jest ona naturalnym antydepresantem. Jej zwiększony poziom w organizmie może wpływać na złagodzenie stanów pobudliwości i zniwelowanie poziomu agresji (9), zaś jej deficyt w organizmie jest uważany za przyczynę stanów depresyjnych (6).

Tryptofan nie jest syntetyzowany przez organizm człowieka, jest aminokwasem egzogennym, aromatycznym i musi być dostarczany do organizmu wraz z poży-

wieniem (14). Stresujący tryb życia oraz niezdrowe nawyki żywieniowe mogą prowadzić do niedoborów tego aminokwasu w organizmie, co może powodować zaburzenia nastroju i prowadzić nawet do stanów depresyjnych. Tryptofan znajduje się w wielu produktach spożywczych, zarówno pochodzenia roślinnego jak i zwierzęcego. Zawartość tego aminokwasu w wybranych produktach została przedstawiona w tab. I. Analizując dane z tab. I. można stwierdzić, że naturalnie podwyższona zawartość tryptofanu występuje w pokarmach o dużej zawartości białka (mięso, ryby, jaja, sery, orzechy i nasiona oleiste), zaś w produktach o niewielkiej koncentracji białka nie ma go zbyt dużo, jak np. w owocach czy warzywach, w których nie przekracza 0,1 g/100 g produktu (14). Jeśli wzorcowym białkiem w diecie człowieka jest białko jaja kurzego, to pamiętając zasadę aminokwasu ograniczającego (16), najlepszym źródłem tryptofanu są te produkty, w których zawartość tego aminokwasu w przeliczeniu na białko całkowite jest większa niż we wzorcu. Do takich produktów należy mleko, ziarno sezamu czy pestki dyni.

Tab e l a I. Zawartość tryptofanu w wybranych produktach spożywczych (14)

Table I. Tryptophan content in selected food products (14)

Produkt	Zawartość tryptofanu (g/100 g produktu)
Mięso (wołowina, wieprzowina, baranina, drób)	0,21–0,25
Ryby	0,25–0,30
Jaja	0,18
Mleko	0,08
Pestki dyni	0,57
Nasiona sezamu	0,37
Kakao	0,29
Orzechy włoskie, laskowe	0,19
Pestki słonecznika	0,35
Sery dojrzewające	0,35

Psychospoleczne funkcje żywności

Odżywianie w kontekście biologicznym, stanowi proces przyjmowania i przyswajania składników odżywczych w celu zaspokojenia potrzeb energetycznych i regeneracyjnych. Nadmiar energii z pożywienia magazynowany jest w postaci tkanki tłuszczowej (3). Często, jedzenie stosuje się, jako formę lekarstwa na zły nastrój, złe samopoczucie, czy podczas negatywnych stanów emocjonalnych (1). Osoby przygnębione, z poczuciem osamotnienia, smutne sięgają po przekąski częściej niż osoby będące w dobrym nastroju po to by, chociaż na chwilę odwrócić uwagę od trudnych sytuacji i przynieść chwilową ulgę (3, 16). Najczęściej by poprawić nastrój ludzie sięgają po żywność zawierającą węglowodany, które podnoszą poziom serotoniny wytwarzanej w części podwzgórza, co znacząco wpływa na poprawę samopoczucia (3, 4). Taki sposób radzenia sobie z negatywnymi emocjami nie trwa długo, ponieważ organizm po niedługim czasie domaga się kolejnej porcji węglowodanów, co może skutkować powstaniem zespołu kompulsywnego objadania się (4).

Nawyku szukania pocieszenia w jedzeniu można dopatrywać się od narodzin dziecka, kiedy to samo karmienie zmniejsza u niego poczucie lęku czy osamotnie-

nia, a wzmacnia poczucie bezpieczeństwa i bliskości z matką (1). Rodzice odgrywają ważną rolę w rozwoju nawyków żywieniowych dzieci, ale pocieszając je słodyczami w czasie gdy przeżywają one niepowodzenia, mogą doprowadzić do konkluzji, że słodkie zaspokajają cierpienie i są wyrazem miłości rodzicielskiej (3, 19).

Liczne wyniki badań wskazują, że podczas działania bodźca stresowego ilość przyjmowanego pokarmu znacznie wzrasta (17). W sytuacjach stresowych spożywanie pokarmu możemy uznać za swojego rodzaju „środek uspokajający”, pomagający w łagodzeniu napięć (1, 3). Ponadto, można powiedzieć, że okres ciężkiej pracy i obciążenia wpływają na zwiększenie spożywania tłuszczów, węglowodanów i na całkowity wzrost przyjmowania energii pożywienia, ale tylko u ludzi, którzy wcześniej nie wykazywali takich skłonności (18). Przyjmowanie pożywienia może skutecznie przyczynić się do rozładowania napięć emocjonalnych związanych zarówno z negatywnymi, jak i z pozytywnymi emocjami (3).

Trzeba jednak zaznaczyć, że w badaniach dotyczących zależności między jedzeniem, a emocjami, nie zawsze zwraca się uwagę na intensywność emocji, które mają odmienny wpływ na zachowania żywieniowe. Wynika z tego, że intensywne emocje prowadzą do zahamowania apetytu i zmniejszenia ilości spożywanego pokarmu w czasie, podczas gdy emocje o małej intensywności wzmagają apetyt, co prowadzi do zwiększenia przyjmowanych porcji żywności (2).

Wykorzystanie jedzenia jako metody wychowawczej pojawia się już wobec małych dzieci, kiedy rodzice wiążą ich zachowanie z przyznawaniem nagrody w postaci smakołyku, i odwrotnie (2, 3). Wielu rodziców próbuje wpłynąć na zachowania żywieniowe swoich dzieci poprzez wprowadzanie zasad określających, które produkty mogą być spożywane i kiedy. Niektóre zasady ograniczają dostęp do wybranych produktów spożywczych, zabraniają np. spożywania żywności typu fast-food, bądź też nakłaniają do zjadania całych porcji znajdujących się na talerzach. Czasami wprowadzane ultimatum ma na celu uzyskanie pożądanego zachowań np. „dostaniesz lody po tym jak skończysz swoją pracę domową” (19). Dziecko jest w ten sposób manipulowane przez rodziców w celu spełnienia ich woli (3).

Przykładem kary wymierzonej przy wykorzystaniu jedzenia jest również odmowa jego spożycia. Jako przykład można podać odmowę zjedzenia posiłku przez męża, który w ten sposób demonstruje swoje niezadowolenie i przeciwne zdanie. Odmowa jedzenia bądź posiłków może być również formą karania samego siebie za niewłaściwe zachowania (3).

Wykazano ponadto związek między występowaniem zaburzeń żywieniowych, takich jak bulimia, wśród młodzieży, u której w domach rodzinnych było wykorzystywanie żywności, jako nagrody za dobre zachowanie i sukcesy. Znajomość zasad żywieniowych przez rodziców ma istotne znaczenie w kształtowaniu poprawnych nawyków żywieniowych u dzieci (19).

Wybrane składniki w żywności a nastrój

Można znaleźć liczne dowody wskazujące na zależności między aktywnością umysłową i nastrojem człowieka a sposobem odżywiania (13). Niedobór witamin B₁, B₂, B₆, B₁₂ oraz kwasu foliowego w organizmie może skutkować chorobami psy-

chicznymi takimi jak depresja, histeria i hipochondria, może być przyczyną irytacji i degradacji mieliny (5, 13). Niski poziom kwasu foliowego, witamin B6 i B12 może wpływać na zaburzenia poziomu neuroprzekaźników takich jak serotonina i dopamina, które mają istotne znaczenie dla nastroju (13, 20). Zauważono, że im niższy jest poziom kwasu foliowego w organizmie tym wyraźniejsze są objawy stanów depresyjnych. Powodem deficytu witamin z grupy B są głównie błędy żywieniowe oraz spożywanie produktów o wysokim stopniu przetworzenia, w których brakuje tych witamin. Produktami takimi są głównie biała mąka, jej przetwory, ryż łuskany i produkty, które utraciły kwas foliowy z powodu obróbki termicznej w wysokiej temperaturze. Foliiany wchodzą w skład zarówno produktów zwierzęcych, jak i roślinnych. Najwięcej folianów zawierają surowe warzywa takie jak sałata czy szpinak, rośliny strączkowe, surowe owoce, pełne ziarna zbóż, wątroba i drożdże. Są one bardzo nietrwałe i łatwo się utleniają (20). Zwiększenie spożycia pokarmu bogatego w przeciwutleniacze jak witamina C, E i β -karoten także może stymulować sprawność intelektualną (13).

Natomiast niedokrwistość spowodowana niedoborem żelaza w organizmie związana jest z obniżeniem nastroju i zaburzeniami koncentracji. Wykazano, że kobiety mające anemię zgłaszały dodatkowo objawy psychiatryczne takie jak niepokój czy depresja. Niski poziom żelaza bez niedokrwistości, również może skutkować odczuwaniem stanów depresyjnych i dotyczy kobiet biorących tabletki antykoncepcyjne (5).

Stany depresyjne mogą być również powiązane z niedoborem nienasyconych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3 i podniesionym poziomem kwasów n-6 w fosfolipidach (20). Kwas dokozaheksaenowy (DHA), który jest konieczny do prawidłowej pracy mózgu i kwas eikozapentaenowy (EPA), działający przeciwzapalnie, jako składniki strukturalne pełnią znaczącą funkcję w działaniu układu nerwowego człowieka (21). Wykazano, że przyjmowanie kwasów tłuszczowych n-3 z pożywieniem może pozytywnie wpływać na emocjonalność człowieka, funkcję procesów poznawczych, ale także ma związek z zaburzeniami nastrojów gdyż mogą być jak swoisty „stabilizator nastroju” (20, 21). Większą zachorowalność na depresję można zaobserwować w krajach gdzie spożywa się małe ilości takich produktów jak ryby, warzywa, produkty z pełnego ziarna, a przeważa spożycie żywności z dużą zawartością metioniny, kwasów nasyconych i żywności o wysokim stopniu przetworzenia (kraje zachodniej i centralnej Europy oraz USA). Natomiast w krajach, w których spożycie produktów obfitujących w kwasy n-3, takie jak ryby lub owoce morza, jest wysokie (Korea Południowa, Tajwan, Japonia) występowanie stanów depresyjnych jest rzadsze (20).

Kofeina jest uważana za najbardziej rozpowszechniony na świecie psychostymulant, który spożywany w odpowiednich ilościach poprawia wydajność psychofizyczną człowieka (13, 22). Substancja ta, obecna jest przede wszystkim w liściach krzewu herbacianego, nasionach kawy, kakao, liany brazylijskiej paulinia gwarana, zarodkach nasion koli. Spożywana jest od dawna w formie czekolady, herbaty, kawy i jako dodatek w napojach typu energy drink i soft drink (22). Spożycie kofeiny w umiarkowanych dawkach może skutkować poprawą nastroju, koncentracji, czujności oraz zwiększoną zdolnością zapamiętywania (13, 22). Przyjmowanie małych dawek substancji wywołuje korzystniejsze efekty niż wysokie dawki kofeiny, które mogą powodować nadmierną aktywność, bezsenność czy niepokój (22).

Alkohol bezpośrednio oddziałuje na funkcjonowanie centralnego układu nerwowego oraz na aktywność psychiczną człowieka. Upośledza zdolność percepcji, skupienia uwagi i wydajność funkcji psychomotorycznych. Małe dawki alkoholu mogą wpływać pozytywnie na nastrój, łagodzą objawy zmęczenia. Jednak jego nadużywanie może prowadzić do niedoborów tryptofanu w osoczu, który jest prekursorem serotoniny (13).

Spadek nastroju wpływa na wzrost spożycia pokarmów, a w szczególności tych zawierających węglowodany (4). Spożywanie węglowodanów wpływa na wzrost wydzielania się endorfin i zwiększoną syntezę serotoniny w organizmie, co prowadzi do zmiany nastroju na pozytywny (4, 5). Serotonina zmniejsza apetyt na węglowodany, można więc przypuszczać, że wzrost produkcji serotoniny w mózgu ukierunkowuje preferencje żywieniowe dotyczące spożycia innych składników żywieniowych (5, 23). Sytuacje stresowe prowadzą do zwiększonego spożywania żywności słodkiej, bogatej w tłuszcz i bardziej energetycznej, a te sposoby zmierzające do poprawy nastroju mogą sprzyjać depresji i rozwojowi otyłości (24, 25). Próby poprawienia nastroju poprzez spożywanie słodczy mogą skutkować jego załamaniem w wyniku wystąpienia nadwagi, jednak unikanie produktów węglowodanowych także może prowadzić do pogorszenia nastroju (2, 25).

Zachowania żywieniowe

Wybór spożywanej żywności oraz częstotliwości posiłków może zależeć od wielu czynników, które nie muszą mieć podłoża tylko fizjologicznego (26). Osoby odżywające się w sposób restrykcyjny pod wpływem negatywnych emocji częściej sięgają po jedzenie niż osoby, które nie stosują restrykcyjnej diety, można więc stwierdzić, że okresowe ograniczanie ilości spożywanego pokarmu w większym stopniu naraża człowieka na wystąpienie nadwagi i otyłości (2). Restrykcyjny sposób odżywiania i czynniki takie jak frustracja, niskie poczucie własnej wartości, smutek czy stany depresyjne mogą utrudnić konstruktywne poradzenie sobie z efektywnością systemu samoregulacji (2, 27). Obniżona samoregulacja może objawiać się osłabieniem monitorowania i nieumiejętnością koncentrowania uwagi na własnych działaniach, co prowadzi do nadmiernego jedzenia (17, 27). Zjawisko załamania abstynencji jest również uznawane za objaw niedostatecznej samoregulacji. Pojawia się, gdy osoba postanawia przykładowo nie jeść słodczy, a po pewnym czasie wstrzemięźliwości następuje zerwanie zobowiązań i utrata kontroli nad własnym zachowaniem. Przy każdej okazji siła odparcia pokusy jest coraz słabsza i kontrolę prawie całkowicie przejmują impulsy (27).

Badania wykazują, że depresja i otyłość są ze sobą powiązane szczególnie w okresie dojrzewania i to kobiety są bardziej narażone na rozwój tej zależności (28). Sięganie przez kobiety po różne techniki poprawy nastroju sprzyja rozwojowi depresji, co skutkuje spadkiem własnej wartości. W konsekwencji próbują sobie poprawić nastrój jedząc (25). Utrata kontroli nad jedzeniem skutkuje utratą kontroli nad masą ciała i prowadzi do rozwoju zaburzeń jedzenia i otyłości (28). Kobiety, które cierpiały na zaburzenia nastroju spowodowane wystąpieniem zespołu przedmiesiączkowego (PMS) również były wrażliwe na manipulacje pokarmowe, a ich wybory żywieniowe w późnej fazie lutealnej mogą być motywowane chęcią poprawy nastroju (18).

Podsumowanie

Spożywanie żywności nie spełnia tylko funkcji zaspokojenia głodu fizjologicznego i dostarczenia niezbędnych składników pokarmowych do organizmu, ale często staje się sposobem na zaspokojenie potrzeb emocjonalnych. Niektóre składniki żywności takie, jak witaminy z grupy B, niektóre kwasy tłuszczowe, węglowodany oraz kofeina wpływają korzystnie na poprawę nastroju człowieka. Zwiększają one syntezę neuroprzekaźników –dopaminy i serotoniny – przez co poprawiają nastrój człowieka. Należy jednak pamiętać, że nadmierne jedzenie prowadzi do rozwoju nadwagi i otyłości, które wiążą się z występowaniem obniżonego nastroju, a nawet depresji. Ponieważ jednak poprzez właściwe zachowania żywieniowe można regulować nastrój i w korzystny sposób wpływać na samopoczucie człowieka warto dbać o prawidłową, dobrze zbilansowaną dietę.

P. Glibowski, A. Misztal

EFFECT OF DIET ON MENTAL WELL-BEING

PIŚMIENNICTWO

1. *Makara-Studzińska M., Buczyjan A., Moryłowska J.*: Jedzenie – przyjaciel i wróg. Korelaty psychologiczne otyłości. Zdr. Publ., 2007; 117(3): 392-396. – 2. *Szczygiel D., Kadzikowska-Wrżosek R.*: Emocje a zachowania żywieniowe – przegląd badań. Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, 2014; 86: 69-77. – 3. *Niewiadomska I., Kulik A., Hajduk A.*: Jedzenie, Wydawnictwo KUL, Lublin 2005. – 4. *Koszowska A., Dittfeld A., Zubelewicz-Szkodzińska B.*: Psychologiczny aspekt odżywiania oraz wpływ wybranych substancji na zachowania i procesy myślowe. *Hygiene Public Health*, 2013; 48(3): 279-284. – 5. *Benton D., Donohoe R.T.*: The effects of nutrients of mood. *Public Heal. Nutr.*, 1999; 2(3a): 403-409. – 6. *Sadowski B.*: Biologiczne mechanizmy zachowania się ludzi i zwierząt. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007. – 7. *Oatley K., Jenkins J. M.*: Zrozumieć emocje. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003. – 8. *Stasiuk K., Maison D.*: Psychologia konsumenta. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014. – 9. *Joško J.*: Pozytywne emocje siłą sprawczą zdrowienia. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2011; 92(3): 374-376. – 10. *Konturek S.*: Fizjologia człowieka, tom IV, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1998.

11. *Drożak J., Bryła J.*: Dopamina – nie tylko neuroprzekaźnik. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 2005; 59: 405-420. – 12. *Zagrodzka J., Górska T., Grabowska A.*: Mózg a zachowanie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006. – 13. *Leszczyńska T., Pisulewski P.M.*: Wpływ wybranych składników żywności na aktywność psychofizyczną człowieka. *Żywn. Nauk. Technol. Ja*, 2004; 1(38), 12-24. – 14. *Stępień A., Walecka-Kapica E., Błońska A., Klupińska G.*: Rola tryptofanu i serotoniny w patogenezie i leczeniu zespołu jelita drażliwego. *Folia Medica Lodziensia*, 2014; 41(2): 139-154. – 15. *Margielewska S.*: Rola układu odpornościowego w powstawaniu depresji. *Wszechświat*, 2013; 114(4-6): 101-106. – 16. *Gawęcki J.*: Żywnienie człowieka, t.1, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010. – 17. *Juruć A., Bogdański P.*: Osobowość w rozmiarze XXL. Psychologiczne czynniki ryzyka otyłości. *Forum Zaburz. Metabol.*, 2011; 2(1): 34-42. – 18. *Gibson E.L.*: Emotional influence of food choice: Sensory, physiological and psychological pathways. *Physiol. Behav.*, 2006; 89: 53-61. – 19. *Puhl R.M., Schwartz M.B.*: If you are good you have a cookie: How memories of childhood food rules link to adult eating behaviors. *Eating Behaviors*, 2003; 4: 283-293. – 20. *Karakula H., Opolska A., Kowal A., Domański M., Plotka A., Perzyński J.*: Czy dieta ma wpływ na nasz nastrój? Znaczenie kwasu foliowego i homocysteiny. *Pol. Merk. Lek.*, 2009; 26(152): 136-141.

21. *Wilczyńska A.*: Kwasy tłuszczowe w leczeniu i zapobieganiu depresji. *Psychiatria Polska* 2013; 47(4): 657-666. – 22. *Bojarowicz H., Przygoda M.*: Kofeina. Cz. I. Powszechność stosowania kofeiny

oraz jej działanie na organizm. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2012; 93(1): 8-13. – 23. *Sikorska-Wiśniewska G.*: Nadwaga i otyłość u dzieci i młodzieży. *Żywn. Nauk. Technol. Ja*, 2007; 6(55): 71-80. – 24. *Sims R., Gordon S., Garcia W., Clark E., Monye D., Callender C., Campbell A.*: Perceived stress and eating behaviors in community-based sample of African Americans. *Eat Behav.*, 2008; 9(2): 137-142. – 25. *Leszczyńska S., Błażejewska K., Lewandowska-Kłafczyńska K., Rycielski P.*: Emocje a zachowania żywieniowe u kobiet w wieku 18-30 lat. *Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii*, 2011; 7(3): 167-171. – 26. *Canetti L., Bachar E., Berry E.M.*: Food and emotion. *Behav. Process.*, 2002; 60: 157-164. – 27. *Buczny J., Międzobrodzka E.*: Samokontrola i jej rola w odżywianiu się. *Zesz. Nauk. Akad. Mor. w Gdyni*, 2014; 86: 29-40. – 28. *Joško-Ochojska J., Lizończyk I.*: Występowanie depresji u młodzieży z nadwagą i otyłością. *Hygeia Public Heal.*, 2014; 49(4): 690-695.

Adres: 20-704 Lublin, ul. Skromna 8

Aureliusz Kosendiak, Monika Bronkowska¹, Anna Felińczak, Jadwiga Biernat¹

OCENA SPOŻYCIA WYBRANYCH PRODUKTÓW MLECZNYCH JAKO ŹRÓDEŁ WAPNIA PRZEZ OSOBY PRZYGOTOWUJĄCE SIĘ DO MARATONU

Zakład Organizacji i Zarządzania, Katedry Zdrowia Publicznego,
Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu
p.o. Kierownika: dr *P. Karniej*

¹ Katedra Żywienia Człowieka, Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Kierownik: dr hab. inż. *M. Bronkowska*

Celem pracy była ocena spożycia wybranych produktów mlecznych jako źródeł wapnia przez osoby przygotowujące się do maratonu. Do oceny tej wykorzystano ankietę częstości spożycia produktów mlecznych. Stwierdzono, że osoby przygotowujące się do maratonu spożywały zbyt małe ilości produktów mlecznych i dlatego podaż wapnia z dietą nie pokrywała zalecanych norm.

Słowa kluczowe: wapń, mleko i jego przetwory, maraton.
Key words: calcium, milk and dairy products, marathon.

Istotną rolę w racjonalnym żywieniu odgrywiają składniki mineralne. Zawartość ich w całodziennych racjach pokarmowych powinna kształtować się na poziomie zapotrzebowania danej populacji.

Wapń jest jednym z ważniejszych makroelementów w diecie osób o zwiększonym wysiłku fizycznym. Pierwiastek ten odpowiada za przewodnictwo bodźców nerwowych, bierze udział w procesie skurczu i rozkurczu mięśni, wpływa na krzepliwość krwi oraz warunkuje prawidłową czynność serca (1).

Niedostateczna podaż wapnia, najczęściej spowodowana jest bardzo niskim spożyciem mleka i jego przetworów. Jednocześnie wysoka konsumpcja mięsa i produktów zbożowych staje się powodem nadmiernej podaży fosforu, który ogranicza przyswajanie wapnia. Osoby obciążone dużym wysiłkiem fizycznym powinny włączyć do swojej diety mleko i przetwory mleczne. Są one niewątpliwie najlepszym źródłem wapnia (2).

Oceniając podaż wapnia zarówno z pożywieniem, jak i z suplementów diety należy uwzględnić czynniki wzmagające i osłabiające jego wchłanianie. Substancje wpływające na zwiększoną absorpcję wapnia ogólnie można podzielić na egzogenne i endogenne. Do egzogennych zalicza się między innymi wybrane składniki diety, takie jak: niezbędne aminokwasy, fosfopeptydy kazeiny i fosfityny, inulinę, fruktooligosacharydy, a także krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Endogennym czynnikiem, który ułatwia absorpcję wapnia jest aktywna forma witaminy D. Należy podkreślić także, że przy niskiej podaży wapnia z dietą jego absorpcja w jelicie odbywa się na zasadzie transportu aktywnego. Zaś w przypadku zwiększenia

pobrania tego pierwiastka z pożywieniem proces ten zachodzi na drodze dyfuzji pośredniej. Istotne znaczenie we wchłanianiu wapnia odgrywa laktoza. Pobudza ona wchłanianie wapnia w jelicie krętym i dwunastnicy u osób zdrowych. Stymulacja ta jednak zachodzi tylko wtedy, kiedy wapń i laktoza znajdują się w tym samym segmencie jelita i m.in. dlatego tak ważne jest odpowiednie spożycie mleka i jego przetworów (3, 4).

W Polsce żadna z grup demograficznych nie realizuje całodziennego zapotrzebowania na wapń. Średnia dzienna podaż tego pierwiastka w dietach osób dorosłych mieści się w zakresie 600–700 mg. Jeśli chodzi zaś o dzieci to ilość ta kształtuje się na poziomie 850 mg/dzień w przypadku dziewcząt i 690 mg/dzień u chłopców (3). Wartości te są zdecydowanie niższe w stosunku do norm, które rekomendują spożycie wapnia na poziomie 700–1300 mg/dzień, w zależności od płci i grupy demograficznej (5).

Przewlekła, niedostateczna podaż wapnia może istotnie zwiększyć prawdopodobieństwo rozwoju wielu schorzeń, takich jak np.: zła krzepliwość krwi (częste krwotoki i siniaki), skłonność do alergii i wysypek, szybkie męczenie się, bezsenność, osłabienie pamięci, zawroty głowy, bolesne skurcze mięśni, skłonność do złamań, drętwienie kończyn, bóle pleców, nóg, i stawów. Chroniczny niedobór wapnia prowadzi także do pojawiania się stanów wzmózonego lęku i depresji (4).

Celem pracy była ocena częstości spożycia wybranych produktów mlecznych jako źródeł wapnia przez osoby przygotowujące się do maratonu wrocławskiego.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 192 osoby przygotowujące się do maratonu, odbywającego się we Wrocławiu. Wśród badanych przeprowadzono ankietę częstości spożycia produktów mlecznych. Badania wykonano w okresie od maja do sierpnia 2013 roku. W badanej grupie kobiety stanowiły 54,7%, natomiast mężczyźni – 45,3%. Średnia wieku w grupie kobiet wyniosła 32,7 lat (zakres wieku 20–57 lat), natomiast wśród mężczyzn 35,1 lat (zakres wieku 19–73 lata). Średnia masa ciała kobiet przed maratonem wynosiła 62,4 kg (zakres 50–95 kg), natomiast po maratonie 60 kg (zakres 48–86 kg). W przypadku mężczyzn wartości te wynosiły odpowiednio 81,7 kg (zakres 63–112,7 kg), i 78,6 kg (zakres 55–92,6 kg).

Badane osoby były pytane o częstość spożycia i wielkość porcji najczęściej spożywanych produktów mlecznych, takich jak: mleko i napoje mleczne, sery twarogowe, jogurt naturalny, sery podpuszczkowe. Spożycie wapnia zostało oszacowane z wykorzystaniem następującego wzoru (2, 6, 7):

Spożycie wapnia = typowa wielkość porcji (g) × zawartość wapnia (mg/g)

Zawartość wapnia w produktach spożywczych oszacowano w oparciu o „Tabele składu i wartości odżywczej żywności” (8). Do obliczonej przeciętnej dobowej podaży wapnia z produktów mlecznych dodano następnie 250 mg, jako, że stwierdza

* np. szklanka mleka, opakowanie jogurtu (duże, małe), plaster sera.

się iż przeciętna podaż wapnia z produktów innych niż produkty mleczne jest do tej wartości zbliżona (6, 9).

Do oceny zmiennych parametrycznych niespełniających założeń koniecznych do przeprowadzenia testu ANOVA zastosowano test U Manna-Whitneya. Do obliczeń zastosowano program Statistica v. 10.0. Normalność rozkładów zbadano testem Shapiro-Wilka. We wszystkich obliczeniach przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Wyniki przedstawiono w postaci mediany ze względu na uzyskanie cech o rozkładzie odbiegającym od normalnego, przedstawiono wartości kwantylowe (Q_1 , Q_3), a także wartość minimalną i maksymalną.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Z powodu niewłaściwych nawyków żywieniowych, większość osób w naszym kraju nie osiąga w całodziennych racjach pokarmowych nawet połowy dobowej należnej ilości wapnia. Nieracjonalna dieta, niezdrowy styl życia (nikotynizm, alkoholizm, brak aktywności fizycznej) oraz gwałtowne wydalanie wapnia z organizmu w istotny sposób przyczyniają się do rozwoju chorób cywilizacyjnych, w tym również osteoporozy (10). Zaleca się spożywanie codziennie przynajmniej 3–4 porcji mleka lub produktów mlecznych, takich jak: jogurty, kefir, maślanka, sery. Są one podstawowym źródłem najlepiej przyswajalnego w diecie wapnia, który jest odpowiedzialny za prawidłową mineralizację kości i zębów, a jego niedobory zwiększają ryzyko rozwoju osteoporozy (2, 10, 11). Większość badanych osób było przekonanych o istotnym wpływie odżywiania na właściwe funkcjonowanie organizmu, jednak zalecenia prawidłowego żywienia realizowali w ograniczonym stopniu. Wskazuje to na niepełną wiedzę o wpływie poszczególnych składników odżywczych na efektywność procesu treningowego. Niewłaściwa częstość spożycia niektórych grup produktów, może wpływać z kolei na nieprawidłowy procentowy udział w diecie głównych składników odżywczych, w tym przypadku wapnia (12, 13).

Mediana spożycia wapnia przez kobiety wynosiła 511,6 mg/dzień, natomiast przez mężczyzn 480,2 mg/dzień. Spożycie wapnia z różnymi produktami mlecznymi przedstawiono w tab. I. Dzienna podaż wapnia ogółem, po uwzględnieniu wartości otrzymanych i przyjętych 250 mg z innych źródeł, wynosi w przypadku kobiet 761,6 mg, zaś u mężczyzn 730,2 mg.

W niniejszych badaniach zarówno w grupie mężczyzn, jak i kobiet stwierdzono niską podaż wapnia z produktów uznanych za podstawowe jego źródło w całodzienniej racji pokarmowej. Jest to niepokojące zjawisko, ponieważ z danych literaturowych wynika, że niska podaż wapnia może nasilać syntezę kalcytriolu, co w konsekwencji stymuluje wchodzenie jonów Ca^{2+} do adipocytów i prowadzi do: pobudzenia ekspresji genu lipogenego, nasilenia lipogenezy oraz supresji lipolizy, a więc promuje otyłość (9).

Ankietowane kobiety i mężczyźni najczęściej wskazywali na mleko i napoje mleczne jako grupę produktów, która dostarczała największych ilości wapnia spośród wszystkich grup produktów mlecznych. Dobrym źródłem badanego składnika były również sery podpuszczkowe, a także jogurty naturalne.

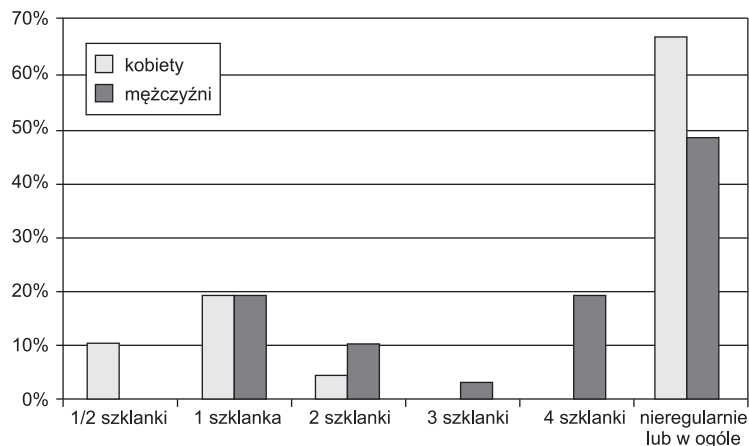
Tabela I. Spożycie Ca (mg/dzień) z wybranymi produktami mlecznymi przez osoby przygotowujące się do maratonu

Table I. Dietary intake of Ca (mg/day) with selected dairy products by persons preparing to run a marathon

Produkty	Kobiety (n=105)			Mężczyźni (n=87)		
	Mediana	Q ₁ -Q ₃	min-max	Mediana	Q ₁ -Q ₃	min-max
Mleko i napoje mleczne	223,2*	163,7-366,1	49,2-1821,2	278,5*	96,9-415,9	4,1-1775,0
Sery twarogowe	54,7*	35,3-110,0	0-213	25,8*	5,1-46,5	0,8-243,1
Jogurt naturalny	103,0	74,3-124,3	25,6-245,1	85,9	40,6-128,3	0-444
Sery podpuszczkowe	130,7*	75,5-173,9	14,8-247,7	90,0*	43,9-165,6	0-321,8
Ogółem	511,6	-	-	480,2	-	-

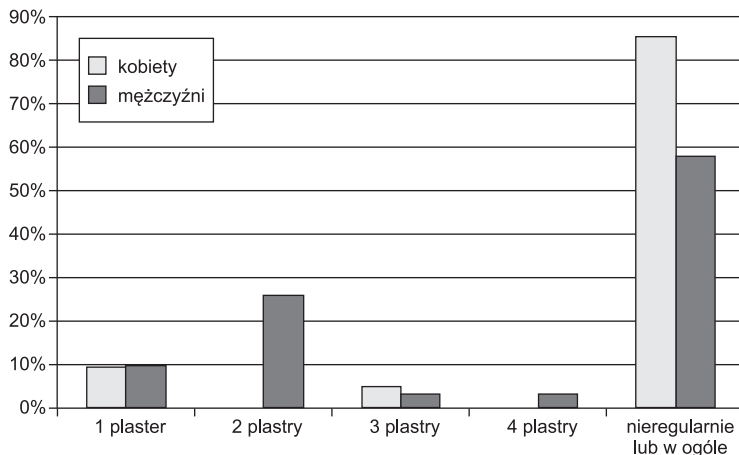
* różnice istotne statystycznie, test U Manna-Whitneya, $\alpha = 0,05$

Ponad połowa (58%) badanych kobiet i ok. 40% mężczyzn deklarowało, że produkty mleczne spożywa z jednym posiłkiem. Pozostały odsetek badanych kobiet i mężczyzn deklarował spożycie tych produktów w dwóch, trzech i więcej posiłkach. Ankietowanym zadano pytanie, dotyczące ilości spożycia mleka i napojów mlecznych. Większość badanych, zarówno kobiet, jak i mężczyzn zadeklarowało, że produkty te spożywa nieregularnie lub w ogóle (ryc. 1). Ankietowane kobiety i mężczyzn, przygotowujące się do maratonu zapytano także o ilość wypijanego przez nich mleka. Stwierdzono, że ok. 19% badanych, zarówno kobiet, jak i mężczyzn deklarowało spożycie tylko jednej szklanki mleka lub napoju mlecznego dziennie. W przypadku spożycia serów żółtych 85,7% kobiet i 58,1% mężczyzn deklarowało nieregularne lub bardzo rzadkie spożycie tych produktów (ryc. 2). Oczywiście jest, że osoby, które spożywały dwa lub więcej posiłków z produktami mlecznymi, miały znacznie większą podaż wapnia niż te, które spożywały jeden taki posiłek. Mleko i produkty mleczne powinny być stałym elementem diety młodego zawodnika.



Ryc. 1. Spożycie mleka (jogurtu, kefiru) w ciągu dnia przez badane osoby.

Fig. 1. Daily dietary intake of milk (yogurt, kefir) by study persons.



Ryc. 2. Spożycie sera żółtego w ciągu dnia przez badane osoby.

Fig. 2. Daily dietary intake of hard cheese by study persons.

Podobne wyniki uzyskały *Szczepańska* i współpr. (14). W badaniach oceniających m.in. spożycie wapnia przez dziewczęta z warszawskiego gimnazjum sportowego stwierdzono niskie spożycie tego pierwiastka (średnio 855 mg/dzień). Jeszcze niższe wartości obserwowano u osób wyczynowo trenujących strzelectwo sportowe. Dzielne spożycie wapnia przez kobiety wynosiło średnio 456 mg, przez mężczyzn natomiast – 752 mg (15). Również *Shpahov* i współpr. (16) wykazali niedostateczną (ok. 50% normy) podaż wapnia w całodziennych racjach pokarmowych sportowców wytrzymałościowych.

Wykazane chroniczne, niedoborowe spożycie wapnia w konsekwencji może być przyczyną rozwoju różnych schorzeń o charakterze przewlekłym.

WNIOSKI

1. U osób przygotowujących się do maratonu wykazano zbyt niską podaż wapnia z dietą.
2. Głównymi źródłami wapnia, wskazywanymi przez osoby przygotowujące się do uczestnictwa w maratonie, były mleko i napoje mleczne, jednak większość badanych spożywała je nieregularnie lub nie spożywała ich wcale.
3. Stwierdzone błędy, dotyczące niedoborowej podaży wapnia, a także spożycia wybranych produktów mlecznych wskazują na konieczność prowadzenia edukacji żywieniowej w tym zakresie, szczególnie wśród ludzi bardzo aktywnych fizycznie.

A. Kosendiak, M. Bronkowska, A. Felińczak, J. Biernat

ASSESSMENT OF CONSUMPTION OF SELECTED MILK PRODUCTS AS A SOURCE
OF CALCIUM BY PERSONS PREPARING FOR THE MARATHON

S u m m a r y

Nutrition, in addition to physical activity is an essential element contributing to human development and the state of his health. One of the systems in the human body, the health and development depend both on physical activity and the diet is the skeletal system. Bone mineral density increases throughout childhood and adolescence, yielding its peak about 30 years of age, then gradually decreases. The study was conducted in a group of men and women preparing for a marathon.

The aim of the study was to evaluate the frequency of consumption of selected sources of calcium.

Studies to evaluate the eating habits conducted in Poland indicate unsatisfactory calcium content of the average food ration.

PIŚMIENNICTWO

1. *Celejowa I.*: Żywnienie w sporcie. PZWL, Warszawa, 2014. – 2. *Włodarek D.*: Znaczenie diety w zapobieganiu osteoporozie. *Endokrynologia, Otyłość i Zaburzenia Przemiany Materii*, 2009; 5(4): 245–253. – 3. *Szeleszczuk L., Kuras M.*: Znaczenie wapnia w metabolizmie człowieka i czynniki wpływające na jego biodostępność w dzieci. *Biul. Wydz. Farm. WUM*, 2014; 3: 16-22. – 4. *Dolińska B., Mikulska A., Ryszka F.*: Promotory wchłaniania wapnia. *Ann. Acad. Med. Siles.*, 2009; 63(1): 76-83. – 5. *Jarosz M.*: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Wyd. IŻŻ, Warszawa 2012. – 6. *Gonnelli S., Rossi S., Montomoli M., Caffarelli C., Cuda C., Lazzari G., Giacchi M., Nuti R.*: Accuracy of different reduced versions of a validated food-frequency questionnaire in Italian men and women. *Calcif. Tissue Int.*, 2009; 85: 221-227. – 7. *Poliquin S., Joseph L., Gray-Donald K.*: Calcium and vitamin D intakes in an adult Canadian population. *Can. J. Diet. Pract. Res.*, 2009; 70: 21-27. – 8. *Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności, PZWL, Warszawa 2005. – 9. *Włodarek D., Głąbska D., Lange E.*: The effect of dairy products choice on Calcium dietary intake in female University Students of Nutritional Faculty. *Roczn. PZH*, 2014; 65(1): 35-39. – 10. *Achmed L. A., Joakimsen R. M., Bernstein G. K., Fonnebo V., Scirmer H.*: Diabetes mellitus and risk of non-vertebral fractures: the Trompo study. *Osteoporos. Int.*, 2006; 17: 495 – 500.
11. *Włodarek D., Sobocińska A., Głąbska D.*: Podaż wapnia z produktów mlecznych w dzieci kobiet po 60 roku życia. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012; 45(3): 833–838. – 12. *Ostachowska-Gąsior A., Krzeszowska-Rosiek T., Górska S.*: Ocena wiedzy żywieniowej osób o wysokiej aktywności fizycznej uczęszczających do klubów fitness. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2014; 95(4): 969-974. – 13. *Puchalska A.K., Mamcarz A., Narkiewicz K.*: Rekreacyjny maratończyk — nowe wyzwanie w codziennej praktyce lekarskiej? *Choroby Serca i Naczyń*, 2013; 10(3): 137-140. – 14. *Szczańska B., Malczewska-Lenczowska J., Wajszczuk B.*: Ocena spożycia witamin i składników mineralnych przez dziewczęta z warszawskiego gimnazjum sportowego. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2011; 92(3): 644-647. – 15. *Kopeć A, Nowacka E., Polaszczuk Sz.*: Ocena sposobu żywienia osób wyczynowo trenujących strzelectwo sportowe. *Polish J. Sport Med.*, 2013; 3(4): 151-162. – 16. *Shpakov J, Shpakova N.*: Diet content of material art competitors. *Medicina Sportiva*, 2004; 3-4: 196-197.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37

Monika Bronkowska, Aureliusz Kosendiak¹, Anna Felińczak¹, Jadwiga Biernat

WYBRANE ELEMENTY STYLU ŻYCIA ORAZ WIEDZY ŻYWIENIOWEJ OSÓB PRZYGOTOWUJĄCYCH SIĘ DO MARATONU

Katedra Żywienia Człowieka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu

Kierownik: dr hab. inż. M. Bronkowska

¹ Zakład Organizacji i Zarządzania Katedry Zdrowia Publicznego Uniwersytetu
Medycznego we Wrocławiu

p.o. Kierownika: dr P. Karniej

Celem pracy była ocena wiedzy żywieniowej oraz wybranych elementów stylu życia osób przygotowujących się do maratonu. Badaniem objęto 192 osoby przygotowujące się do maratonu, odbywającego się we Wrocławiu. Do oceny wykorzystano autorski, standaryzowany kwestionariusz, opracowany w Katedrze Żywienia Człowieka. Obejmował on różne zagadnienia, dotyczące między innymi rodzaju aktywności fizycznej, częstości palenia papierosów.

Słowa kluczowe: wiedza żywieniowa, styl życia, maraton.

Key words: nutrition knowledge, lifestyle, marathon.

Prawidłowe żywienie należy do podstawowych warunków właściwego funkcjonowania organizmu, ale także decyduje o możliwościach przeżycia, rozwoju i samopoczuciu. Sposób żywienia oddziałuje na stan odżywienia przez całe życie, jednak największy wpływ jest widoczny w okresie dzieciństwa i młodości, kiedy organizm podlega wielu przemianom związanym ze wzrostem i rozwojem (1). Utrzymanie właściwego stanu zdrowia i przeciwdziałanie chorobom cywilizacyjnym stanowi obecnie znaczący problem zdrowotny i ekonomiczny, dotyczący m.in. kraje wysoko- i średniozamożne. Wiele badań dowodzi, że głównym determinantem zdrowia człowieka jest styl życia. Jednymi z najważniejszych elementów stylu życia są: sposób żywienia i aktywność fizyczna. Nieprawidłowości w ich zakresie, poprzez wpływ na stan odżywienia organizmu, mogą znacząco oddziaływać na jakość zdrowia.

W społeczeństwie polskim wzrasta świadomość korzystnego wpływu aktywności fizycznej na zdrowie, a bieganie staje się modne. Zwiększa się liczba osób w każdym wieku regularnie uprawiających bieganie. Nic zatem dziwnego, że coraz więcej rekreacyjnych biegaczy próbuje swoich sił w biegach maratońskich. Maraton, czyli bieg na dystansie 42,195 km, ma bardzo ciekawą historię i jest jedną z najbardziej prestiżowych imprez biegowych. Każda osoba uprawiająca sport powinna mieć świadomość tego, że odpowiednio zbilansowana dieta jest jednym z elementów decydujących o możliwości osiągnięcia zadawalających wyników (2, 3).

Celem pracy była ocena wybranych elementów stylu życia i wiedzy żywieniowej osób przygotowujących się do maratonu wrocławskiego.

MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 192 osoby przygotowujące się do maratonu, odbywającego się we Wrocławiu. Ankiety przeprowadzono od maja do sierpnia 2013 r. i powtórzono po maratonie we wrześniu 2013 r. W badanej grupie kobiety stanowiły 54,7%, natomiast mężczyźni – 45,3%. Średnia wieku w grupie kobiet wyniosła 32,7 lat (zakres wieku 20–57 lat), natomiast wśród mężczyzn 35,1 lat (zakres wieku 19–73 lata). Średnia masa ciała kobiet przed maratonem wynosiła 62,4 kg, natomiast po maratonie 60 kg. Wśród mężczyzn wartości te wynosiły odpowiednio 81,7 kg i 78,6 kg.

Do oceny wiedzy żywieniowej i wybranych elementów stylu życia wykorzystano autorski, standaryzowany kwestionariusz opracowany w Katedrze Żywienia Człowieka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Obejmował on pytania, dotyczące między innymi: rodzaju aktywności fizycznej, częstości palenia papierosów, itp.

Do oceny zmiennych parametrycznych niespełniających założeń koniecznych do przeprowadzenia testu ANOVA zastosowano test U Manna-Whitneya. Do obliczeń zastosowano program Statistica v. 10.0. We wszystkich obliczeniach przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$.

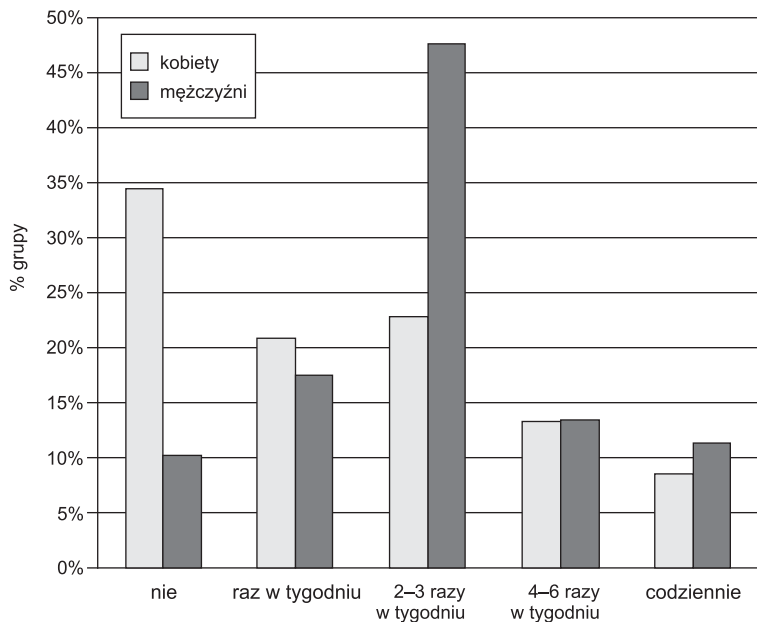
WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na ocenę stylu życia badanej grupy osób składały się: aktywność fizyczna, palenie papierosów oraz stosowanie diety.

W niniejszym badaniu, aktywność fizyczną w czasie wolnym od pracy (przed maratonem) oceniano na podstawie pytania: *Czy była Pan(i) aktywna fizycznie (spacer, pływanie, jazda na rowerze itp.) przed okresem przygotowań do maratonu?* Wykonywanie ćwiczeń fizycznych trwających jednorazowo 20–60 min w czasie wolnym od pracy zadeklarowało 65,6% kobiet oraz 89,7% mężczyzn. Blisko 10,3% mężczyzn oraz 34,4% kobiet nie wykonywało żadnych ćwiczeń fizycznych przed okresem przygotowawczym do startu w maratonie. Ankietowane osoby pytano także o częstotliwość aktywności ruchowej. Mała aktywność ruchowa (wykonywana raz w tygodniu) dotyczyła 20,9% kobiet oraz 17,5% mężczyzn. Osoby ćwiczące 2–3 razy w tygodniu klasyfikowano jako umiarkowanie aktywne fizycznie. Było to 22,8% kobiet oraz 47,5% mężczyzn. Wykonywanie ćwiczeń fizycznych codziennie lub 4–6 razy w tygodniu pozwalało zaliczyć te osoby do grupy o dużej aktywności fizycznej. Do tej grupy zakwalifikowano 21,9% kobiet oraz 24,7% mężczyzn badanej populacji. Jednocześnie, taką częstotliwość aktywności fizycznej przyjęto jako zadowalającą i zgodną z aktualnymi zaleceniami zdrowotnymi. Dane te przedstawiono na ryc. 1.

W pracy oceniano również zawodową aktywność fizyczną badanych osób. Wśród badanych kobiet 7,6% kobiet oraz 7,2% mężczyzn nie pracowało zawodowo. Osoby aktywne zawodowo stanowiły 92,4% kobiet oraz 92,8% mężczyzn, z których pracę siedzącą deklarowało odpowiednio 36,4% i 55,8%. W badanej grupie 25,7% kobiet oraz 29,9% mężczyzn wykonywało pracę wymagającą dużej ilości chodzenia. Zarówno w grupie kobiet, jak i mężczyzn znalazły się osoby, które w pracy często

chodzą także po schodach (odpowiednio 28,4% i 4,1%) oraz osoby wykonujące czynności wymagające dużo wysiłku fizycznego, m.in. podnoszenie i noszenie ciężkich przedmiotów (k – 1,9%; m – 3,0%).



Ryc. 1. Częstotliwość aktywności fizycznej badanych (n=192) w okresie przed przygotowaniem do maratonu.

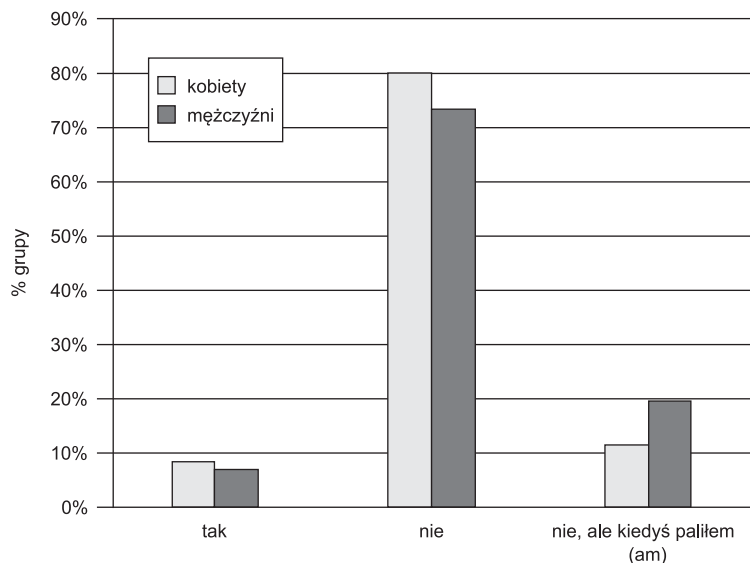
Fig. 1. Frequency of physical activity among study subjects (n=192) in the period preceding the preparations for a marathon.

Raport „Style Zdrowia Polaków” oraz dane GUS, dotyczące stanu zdrowia ludności w Polsce (4, 5) podkreślają, że większość dorosłych Polaków spędza swój wolny czas biernie lub wykonuje czynności niewymagające aktywności fizycznej. Dużo czasu poświęcają oni na oglądanie telewizji, korzystanie z komputera lub słuchanie radia. Na te niewymagające aktywności ruchowej zajęcia mężczyźni przeznaczają prawie 18 godz. w tygodniu, natomiast kobiety ok. 17. Bierny sposób spędzania czasu dotyczy szczególnie osób starszych, niepracujących, które mają dużo wolnego czasu. Spacerowanie, gimnastyka, jazda na rowerze to najczęściej powtarzający się rodzaj aktywności fizycznej, dotyczący 71% ogółu dorosłych Polaków. Taką formę aktywności deklarują osoby sprawne fizycznie do 40. roku życia. Intensywny trening (np. w siłowni) lub uprawianie sportu wyczynowego jest natomiast głównie deklarowany przez osoby młode, do 30. roku życia. Obecnie jednak w wielu krajach, w tym także w Polsce, biegi uliczne cieszą się coraz większą popularnością. W społeczeństwie wzrasta świadomość korzystnego wpływu aktywności fizycznej na zdrowie, a bieganie staje się modne.

Uzyskane w badaniach innych autorów pozytywne wyniki dotyczące stopniowego wzrostu aktywności fizycznej Polaków w latach 2010 – 2014 nie mogą przesłonić

faktu, że 2/3 dorosłych kobiet i mężczyzn wciąż nie osiąga zalecanego poziomu wysiłku fizycznego, a 50% z nich nie wykonuje żadnych ćwiczeń fizycznych (6, 7).

W badanej grupie 80,2% kobiet oraz 73,6% mężczyzn zadeklarowało, że nie pali papierosów i nigdy ich nie paliło (ryc. 2). W raporcie „Style zdrowia Polek i Polaków” wykazano, że blisko 75% dorosłych osób deklaruje, że nigdy nie paliło lub już nie pali tytoniu.



Ryc. 2. Palenie papierosów przez badane osoby (n=192).

Fig. 2. Tobacco smoking among study subjects (n=192).

Dane statystyczne raportu „Nikotynizm w Polsce” (8) pokazują, że palaczami są najczęściej osoby w wieku 45-59 lat. Szczególnie często nałóg palenia występuje wśród czterdziestolatków, gdzie pali prawie połowa mężczyzn i więcej niż co trzecia kobieta. Według tych danych codziennie pali 26,3% osób dorosłych (33,9% mężczyzn i 19,3% kobiet) (9). W badanej grupie osób przygotowujących się do maratonu, do palenia papierosów przyznało się 8,4% kobiet oraz 6,9% mężczyzn, którzy jednocześnie deklarują chęć rzucenia nałogu. Jako główny powód podają oni przede wszystkim: silne postanowienie, słabszą wydolność organizmu, a także obawę przed chorobą. Grupa osób próbujących zerwać z nałogiem powinna być objęta intensywnymi działaniami edukacyjnymi i motywacyjnymi, popartymi autorytetem i interwencją lekarza.

Osoby ankietowane, zapytane o stosowanie diety w większości odpowiadały, że nie stosują żadnej diety. Odpowiedzi takiej udzieliło 85,7% badanych kobiet oraz aż 96,6% mężczyzn.

Wiedza żywieniowa osób odznaczających się wysoką aktywnością fizyczną powinna znajdować odzwierciedlenie w ich sposobie żywienia, stanie odżywienia oraz w efektach treningu.

W pracy dokonano także oceny wiedzy o żywności i żywieniu na podstawie kwestionariusza zawierającego pytania, dotyczące znajomości wybranych zagadnień z zakresu żywienia człowieka. Wykazano, że ok. 74% badanych uważało, iż sposób żywienia ma istotny wpływ na stan zdrowia człowieka, ale ich znajomość wiedzy żywieniowej była zróżnicowana.

Prasa i książki były głównymi źródłami wiedzy żywieniowej ponad połowy ankietowanych (55,8%). Drugą, najczęściej padającą odpowiedzią była „wiedza wyniesiona z domu rodzinnego”. Takiej odpowiedzi udzieliło 44,2% badanych.

Wśród osób biorących udział w badaniach sprawdzano znajomość źródeł witamin rozpuszczalnych w tłuszczach – A i E. Odpowiedzi „nie wiem” udzieliło ok. 9,8% respondentów pytanych o produkty bogate w witaminę A oraz 15,1% z nich w przypadku witaminy E. Marchew – jako dobre źródło witaminy A, została wymieniona przez ok. 18,8% ankietowanych. Nieco więcej, bo ok. 25% respondentów twierdziło, że najlepszym źródłem tej witaminy jest olej słonecznikowy. Prawie 22% badanych uważało, że olej słonecznikowy jest również bogaty w witaminę E (tab. I i II).

Tab e l a I. Częstość odpowiedzi na pytanie o źródła witaminy A w różnych produktach spożywczych przez badanych uczestników przygotowujących do maratonu

Table I. Frequency of answers to the query about sources of vitamin A by study participants preparing for a marathon

	Kobiety (n=105)		Mężczyźni (n=87)		Razem (n=192)	
	liczba osób	% grupy	liczba osób	% grupy	liczba osób	% grupy
Olej słonecznikowy	32	30,5*	16	18,5*	48	25,0
Ser twarogowy	12	11,4	12	13,8	24	12,5
Marchew	18	17,1*	18	20,7*	36	18,8
Jabłko	12	11,4	13	14,9	25	13,0
Mleko	11	10,5	11	12,6	22	11,5
Fasola	13	12,4*	5	5,7*	18	9,4
Nie wiem	7	6,7*	12	13,8*	19	9,8

* różnice istotne statystycznie, test U Manna-Whitneya, $\alpha = 0,05$

Tab e l a II. Częstość odpowiedzi na pytanie o najbogatsze źródła pokarmowe witaminy E przez badanych uczestników przygotowujących do maratonu

Table II. Frequency of answers to the query about the most abundant sources of vitamin E by study participants preparing for a marathon

	Kobiety (n=105)		Mężczyźni (n=87)		Razem (n=192)	
	liczba osób	% grupy	liczba osób	% grupy	liczba osób	% grupy
Olej słonecznikowy	28	26,7*	14	16,1*	42	21,9
Ser twarogowy	12	11,4	10	11,5	22	11,5
Marchew	13	12,4*	15	17,2*	28	14,5
Jabłko	11	10,5*	13	14,9*	24	12,5
Mleko	11	10,5	11	12,7	22	11,5
Fasola	13	12,4	12	13,8	25	13,0
Nie wiem	17	16,1*	12	13,8*	29	15,1

* różnice istotne statystycznie, test U Manna-Whitneya, $\alpha = 0,05$

W pracy zapytano osoby przygotowujące się do maratonu o produkty stosowane w diecie odchudzającej. Poprawnych odpowiedzi, mówiących o tym, że są to warzywa udzieliło 30,2%. Wymieniano także nieprawidłowo: kaszę gryczaną (18,8%) oraz mleko 0,5 % tłuszczu (36,5%) jako źródła tej witaminy (tab. III).

Table III. Udział poszczególnych produktów w diecie odchudzającej wg osób przygotowujących się do maratonu

Table III.

	Kobiety (n=105)		Mężczyźni (n=87)		Razem (n=192)	
	liczba osób	% grupy	liczba osób	% grupy	liczba osób	% grupy
Mleko 3,2% tłuszczu	0	0	0	0	0	0
Mleko 0,5% tłuszczu	32	30,5*	38	43,7*	70	36,5
Warzywa	29	27,7*	29	33,3*	58	30,2
Kasza gryczana	16	15,2*	20	23,0*	36	18,8
Frytki	10	9,5	0	0	10	5,2
Sery żółte	10	9,5	0	0	10	5,2
Nie wiem	8	7,6	0	0	8	4,1

* różnice istotne statystycznie, test U Manna-Whitneya, $\alpha = 0,05$

Mimo coraz większego zainteresowania tematyką żywieniową i propagowania zaleceń żywieniowych wśród różnych grup ludności, nadal wiedza ta jest niewystarczająca. W większości przypadków, niestety, znajomość zasad żywienia nie przekłada się na prawidłowe zachowania żywieniowe (10).

PODSUMOWANIE

W ocenie aktywności fizycznej w czasie wolnym oraz ocenie własnej masy ciała uczestników przygotowań do maratonu stwierdzono, że okres ten spowodował zmianę wybranych elementów stylu życia badanych osób. Dotyczyła ona głównie częstości uprawianej aktywności fizycznej w czasie wolnym. Część badanych deklaraowała także spadek masy ciała od momentu rozpoczęcia przygotowań do maratonu. Wiedzę żywieniową osób przygotowujących się do maratonu wrocławskiego można uznać za zadowalającą. Prawidłowych odpowiedzi częściej udzielały kobiety, co mogło wynikać z większego ich zainteresowania zasadami racjonalnego żywienia.

M. Bronkowska, A. Kosendiak, A. Felińczak, J. Biernat

CHOSEN ELEMENTS OF A LIFESTYLE AND THE DIETARY KNOWLEDGE OF PERSONS PREPARING FOR THE MARATHON

Summary

Proper nutrition is one of the basic conditions for the proper functioning of the body, but also determines the well-being of man. More and more attention is paid to lifestyle modification which includes, among others: the normalization of body weight, an adequate diet, stopping smoking, increasing

physical activity. The majority of adult Poles spend their leisure time passively or pursue a futile physical activity.

The aim of this study was to evaluate the knowledge of nutrition and selected elements of lifestyle among people preparing for a marathon.

Nutritional knowledge of people preparing for a marathon in Wrocław can be considered satisfactory. Unfortunately, in most cases, knowledge of nutrition does not translate into proper eating habits.

PIŚMIENNICTWO

1. *Celejowa I.*: Żywnienie w sporcie. PZWL, Warszawa, 2014. – 2. *Drygas W., Kwaśniewska M., Szczecińska D., Kozakiewicz K., Gluszek J., Wiercińska E., Wyrzykowski B., Kurjata P.*: Ocena poziomu aktywności fizycznej dorosłej populacji Polski. Wyniki programu WOBASZ. *Kardiol. Pol.*, 2005; 63(6) (supl. 4): 51-55. – 3. *Kasprzak Z., Pilaczyńska – Szczecińska Ł., Czubaszewski Ł.*: Strategie żywieniowe w wysiłkach wytrzymałościowych. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie R.* 15. Zeszyt 34 /1/ 2013. – 4. *Główny Urząd Statystyczny*: Stan zdrowia ludności Polski w 2014 r., Wydawnictwo GUS, Warszawa, 2015. – 5. *Raport-USP-Zdrowie-Style-Zdrowia-Polakow-2014.pdf*. – 6. *Łagowska K., Woźniewicz M., Jeszka J.*: Porównanie nawyków żywieniowych młodzieży z uwzględnieniem płci oraz poziomu aktywności fizycznej. *Roczn. PZH* 2011; 62(3): 335 – 342. – 7. *Puchalska A.K., Mamcarz A., Narkiewicz K.*: Rekreacyjny maratończyk — nowe wyzwanie w codziennej praktyce lekarskiej? *Choroby Serca i Naczyń*, 2013; 10(3): 137-140. – 8. www.rtoz.org.pl/Nikotynizm_w_Polsce.pdf. – 9. *Polakowska M., Piotrkowski W., Tykarski A., Drygas W., Wyrzykowski B., Pająk A., Kozakiewicz K., Rywik S.*: Nałóg palenia tytoniu w populacji polskiej. Wyniki programu WOBASZ. *Kardiol. Pol.*, 2005; 63(6) (supl. 4): 51-56. – 10. *Ostachowska-Gąsior A., Krzeszowska-Rosiek T., Górka S.*: Ocena wiedzy żywieniowej osób o wysokiej aktywności fizycznej uczęszczających do klubów fitness. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2014; 95(4): 969-974.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37

*Anna Pawlak, Krzysztof Rajczykowski¹, Krzysztof Loska¹, Bożena Ahnert,
Danuta Wiechula*

OCENA ZAWARTOŚCI ŻELAZA W WITAMINOWO-MINERALNYCH SUPLEMENTACH DIETY*

Katedra i Zakład Toksykologii Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach
Kierownik: dr hab. *D. Wiechula*

¹ Instytut Inżynierii Wody i Ścieków Politechniki Śląskiej w Gliwicach
Kierownik: prof. dr hab. *J. Bohdziewicz*

W 20 witaminowo-mineralnych suplementach diety oznaczono zawartość żelaza metodą AAS i porównano wyniki oznaczeń z zawartością żelaza w preparatach deklarowaną przez producenta. W większości badanych preparatów oznaczona zawartość żelaza różniła się od deklarowanej. Różnica w zawartości oznaczonej i deklarowanej nie zależała od ceny, postaci oraz poziomu żelaza w poszczególnych suplementach diety.

Hasła kluczowe: suplementy diety, żelazo, jednolitość masy, bezpieczeństwo suplementów diety.

Key words: supplements of diet, iron, homogeneity of weight, safety of supplements.

Żelazo jest mikroskładnikiem niezbędnym do prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka. Bierze udział w transporcie elektronów, desaturacji kwasów tłuszczowych, rozkładzie nadtlenu wodoru, jodowaniu tyrozyny, biosyntezie prostaglandyn, katabolizmie tryptofanu, detoksykacji ksenobiotyków, a także w reakcjach immunologicznych organizmu. Ponadto, bierze udział w syntezie DNA, odgrywa również istotną rolę w zwalczaniu bakterii i wirusów poprzez układ odpornościowy i uczestniczy w detoksykacji szkodliwych substancji w wątrobie. Jest biopierwiastkiem niezbędnym do prawidłowego wzrostu i rozwoju ludzkiego płodu, niezbędnym na etapie intensywnej proliferacji oraz różnicowania się tkanek (1-2).

Człowiek zdrowy posiada zapasy żelaza, które wystarczają na pokrycie bieżących potrzeb organizmu, jednakże niedobory żelaza zdarzają się dość często. Mogą być spowodowane zmniejszeniem podstawowej puli żelaza w organizmie, np. w wyniku zmniejszonej podaży lub wchłaniania, zwiększonym zapotrzebowaniem organizmu, np. w okresie ciąży. Niedobór może mieć również charakter funkcjonalny, związany np. z niedoborem białek transportowych (1-3). Częstym zjawiskiem jest występowanie drobnych niedoborów żelaza, bez zasadniczych objawów klinicznych. Temat uzupełniania tego typu niedoborów suplementami diety budzi wiele kontrowersji, jednak zarówno dietetycy, jak i lekarze coraz częściej zalecają stosowanie suplemen-

* Praca powstała dzięki finansowaniu z umowy KNW-1-027/N/5/0

tów diety, aby nie dopuszczać do stanów chorobowych spowodowanych wieloletnim ubożeniem organizmu w witaminy i składniki mineralne. Jest to szczególnie istotne, ponieważ niedokrwistość z niedoboru żelaza stanowi zaawansowane stadium choroby, której leczenie często jest długotrwałe i mało skuteczne, a początkowe objawy niedoboru żelaza mogą nie powodować żadnych objawów (2, 4). Dlatego też, coraz częściej poleca się suplementy diety osobom, u których niedobory nie występują, ale które należą do grupy ludzi takimi niedoborami zagrożonymi.

Na rynku znajduje się bardzo wiele doustnych preparatów zawierających żelazo. Są to przede wszystkim suplementy diety, ale dostępne są również leki. Zawartość żelaza elementarnego w poszczególnych preparatach jest zróżnicowana, w zależności m.in. od ich przeznaczenia oraz postaci. Większość dostępnych na rynku preparatów zawiera żelazo w formie soli lub chelatów, ze względu na łatwiejszą przyswajalność żelaza z tych form. Najczęściej stosowane są siarczany, bursztyniany, glukonian i fumaran żelaza. Z chelatów najczęściej są stosowane związki zawierające w swojej budowie aminokwasy, np. diglicynian żelaza. Często spotykanym dodatkiem w tych preparatach jest witamina C, promotor wchłaniania żelaza w jelitach (2). Wśród suplementów diety z żelazem występują preparaty jednoskładnikowe, zawierające tylko żelazo, częściej jednak są to złożone suplementy witaminowo-mineralne. Część preparatów z żelazem jest dedykowana grupom, w których częściej występują niedobory tego pierwiastka, np. kobietom ciężarnym i karmiącym piersią, czy dzieciom.

Obecnie w Polsce obserwuje się zwiększającą się popularność suplementów diety, które traktowane są jako ratunek na wiele dolegliwości oraz środek poprawiający wygląd. Dlatego istotne jest monitorowanie wielkości i częstotliwości spożycia suplementów, gdyż nadmierny ich pobór, w połączeniu z prawidłowo zbilansowaną dietą, może prowadzić do kumulacji związków w organizmie i negatywnych konsekwencji zdrowotnych (5). Dodatkowo, zgodnie z obowiązującymi przepisami, całkowitą odpowiedzialność za jakość, znakowanie, prezentację i reklamę suplementów ponosi producent lub przedsiębiorca wprowadzający je do obrotu (6). W myśl Ustawy o warunkach zdrowotnych żywności i żywienia do obowiązków producenta należy powiadomienie Głównego Inspektora Sanitarnego o wprowadzeniu nowego produktu i przedstawienie projektu etykiety (7). Wytwórca nie jest zobowiązany do przeprowadzenia kontroli jakościowej i prezentacji wyników badań trwałości preparatu. Wprowadzany suplement diety nie jest badany pod kątem toksyczności dawki, tolerancji miejscowej oraz potencjalnych oddziaływań z przyjmowanymi lekami i działań niepożądanych. W odróżnieniu od produktów leczniczych, rejestracja nowego preparatu suplementacyjnego trwa zaledwie rok, nie jest skomplikowana i kosztowna (8).

Celem pracy było określenie zawartości żelaza w wybranych suplementach diety i porównanie ich z zawartościami deklarowanymi przez producentów. Przeanalizowano również zawartość żelaza po kątem zalecanej maksymalnej zawartości żelaza w suplementach diety.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 20 witaminowo-mineralnych suplementów diety, zawierających w swoim składzie żelazo, wybranych z ogólnie dostępnych na pol-

skim rynku. Badano suplementy występujące w postaci stałej, w tym tabletki, tabletki drażowane, tabletki musujące, tabletki do ssania, kapsułki twarde i kapsułki miękkie. Informacje o postaci suplementu, deklarowanej zawartości żelaza, formie występowania żelaza w preparacie oraz cenie w przeliczeniu za tabletkę/kapsułkę/drażetkę suplementów zestawiono w tab. I

Tabela I. Charakterystyka badanych suplementów diety

Table I. Characteristics of dietary supplements

Lp.	Postać preparatu	Zawartość żelaza w tabletkę/kapsułce (mg)	Związek żelaza	Cena za tabletkę/kapsułkę (zł)
1	tabletki	6,9	mleczan żelaza(II)	0,31
2	tabletki	5,0	siarczan żelaza(II)	0,62
3	tabletki drażowane	14,0	fumaran żelaza(II)	0,73
4	tabletki	14,0	brak danych	0,77
5	tabletki	5,0	fumaran żelaza(II)	0,37
6	tabletki do ssania	2,1	brak danych	0,57
7	kapsułki	1,0	diglicynian żelaza(II)	0,52
8	tabletki	2,3	fumaran żelaza(II)	0,26
9	tabletki	12,0	fumaran żelaza(II)	0,28
10	kapsułki	1,05	glukonian żelaza(II)	0,33
11	tabletki	2,1	mleczan żelaza(II)	0,40
12	tabletki	6,9	mleczan żelaza(II)	0,47
13	tabletki	7,0	fosforan żelaza(II)	0,42
14	drażetki	9,9	mleczan żelaza(II)	0,34
15	kapsułki	2,1	żelazo elementarne	0,19
16	tabletki musujące	14,0	siarczan żelaza(II)	0,27
17	tabletki musujące	14,0	glukonian żelaza(II)	0,35
18	tabletki	3,5	fumaran żelaza(II)	0,35
19	tabletki	28,0	brak danych	0,59
20	kapsułki twarde	2,0	brak danych	0,24

Do czasu badania zebrane preparaty przechowywane były w suchym miejscu, w temperaturze pokojowej. Losowo wybrane 3 sztuki każdego preparatu ważono na wadze z dokładnością do części tysięcznych grama. Następnie tabletki sproszkowano w moździerzu, kapsułki twarde otwarto i wysypano z nich zawartość, a kapsułki miękkie rozdrobniono. Z tak przygotowanych próbek odważono 0,3 g, dodano 3 cm³ stężonego roztworu kwasu HNO₃ spektralnie czystego, a następnie poddano procesowi mineralizacji mikrofalowej. Po zakończonym procesie mineralizacji próbki przeniesiono ilościowo do kolb miarowych o objętości 25 cm³ i uzupełniono do kreski wodą dejonizowaną.

Zawartość żelaza w próbkach oznaczono metodą płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej (FAAS) za pomocą spektrometru SpectrAA. W oznaczeniach stosowano ogólnie przyjęte warunki pomiaru. Poprawność metody oznaczenia żelaza sprawdzono przeprowadzając równolegle z próbkami badanymi analizę materiału referencyjnego NIST-SRM 1486. Otrzymane z sześciu powtórzeń wyniki były następujące: Fe $94,9 \pm 0,8$ mg/kg (wartość certyfikowana 99 mg/kg), RSD%=0,8%, odzysk 95,9%.

W opracowaniu i analizie statystycznej uzyskanych wyników wykorzystano program Microsoft Excel oraz Statistica 10.

Oznaczoną zawartość żelaza w $\mu\text{g/g}$ przeliczono na zawartość w jednej tabletkce/kapsułce, zgodnie ze wzorem:

$$C_{Fe} = \frac{C_a}{m} \times 1000$$

w którym:

C_{Fe} – zawartość żelaza w tabletkce/kapsułce w mg,

C_a – zawartość żelaza oznaczona metodą AAS w próbce w $\mu\text{g/g}$,

m – masa tabletki/kapsułki w g.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Do badań wybrano suplementy diety łatwo dostępne na polskim rynku. Wybrano suplementy zróżnicowane, zarówno pod względem postaci farmaceutycznej, składu, dawki żelaza, jak i ceny w przeliczeniu na tabletkę/kapsułkę, co umożliwiło, poza badaniem jednolitości zawartości, odchyłeń od deklarowanej zawartości żelaza i jednolitości masy, także ocenę zależności między otrzymanymi wynikami a ceną preparatu.

W tab. II przedstawiono średnią, odchylenie standardowe oraz względne odchylenie standardowe (RSD%) dla masy poszczególnych stałych postaci farmaceutycznych badanych suplementów diety. Wybrane do badań witaminowo-mineralne suplementy diety odznaczały się wysoką jednolitością masy tabletek/kapsułek. W większości, bo aż w 80% z nich, wartość RSD% nie przekroczyła 2%.

W przypadku leków wszystkie stałe postaci farmaceutyczne podlegają kontroli jednolitości masy, dla suplementów diety nie obowiązuje żadne rozporządzenie regulujące ten parametr. Jednak wyniki przeprowadzonego badania pozwalają pozytywnie ocenić jednolitość masy w suplementach diety. Porównanie zróżnicowania w masie pojedynczych postaci preparatów z ceną za tabletkę/kapsułkę wykazało, że największe różnice występowały w grupie suplementów diety, których cena za tabletkę była najwyższa wśród badanych suplementów i wynosiła od 0,52 do 0,77 zł.

Oznaczoną zawartość żelaza w przeliczeniu na zawartość w pojedynczej tabletkce/kapsułce w poszczególnych suplementach diety przedstawiono w tab. III. Zebrane wyniki stanowią średnią z trzech próbek, w tabeli podano również odchylenie standardowe pomiaru oraz względne odchylenie standardowe. W oparciu o te wartości wyliczono różnicę pomiędzy zawartością żelaza oznaczoną a de-

klarowaną przez producenta. Różnicę, wyrażoną jako procentowe odchylenie od wartości deklarowanej, przedstawiono na ryc. 1. W większości suplementów diety zawartość żelaza była wyższa od deklarowanej, a największa różnica wyniosła ponad 64% – preparat nr 6.

Tabela II. Jednolitość masy poszczególnych suplementów diety (g)

Table II. Homogeneity of weight of individual dietary supplements

Lp.	Średnia	SD	RSD%
1	0,94623	0,01105	1,17
2	1,37560	0,01386	1,01
3	1,37093	0,03567	2,60
4	1,43783	0,00592	0,41
5	1,25960	0,00546	0,43
6	1,21333	0,01587	1,31
7	1,08930	0,02258	2,07
8	0,66677	0,00450	0,67
9	0,93893	0,00965	1,03
10	0,41903	0,01141	2,72
11	0,97260	0,00783	0,80
12	0,94763	0,02357	2,49
13	0,91933	0,00837	0,91
14	0,53100	0,00918	1,73
15	0,61330	0,00269	0,44
16	4,95833	0,05468	1,10
17	4,35510	0,05065	1,16
18	1,64317	0,03078	1,87
19	0,80253	0,00962	1,20
20	0,45963	0,00391	0,85

Znacznie większą od deklarowanej zawartość żelaza oznaczono również w preparatach nr 1, 8 oraz 16. Zdecydowanie mniejszą od deklarowanej zawartością żelaza odznaczały się preparaty nr 13 oraz 5. W tym porównaniu najlepiej przedstawiały się preparaty nr 3, 9, 11, 12, 14 i 17, w których oznaczona zawartość żelaza była najbliższa deklarowanej przez producenta, a wielkość różnicy między zawartością oznaczoną i deklarowaną nie przekraczała 2%. Nie zaobserwowano zależności pomiędzy ceną za tabletkę/kapsułkę, a wielkością różnicy w oznaczonej zawartości żelaza w stosunku do deklarowanej. Wielkość różnicy w zawartości oznaczonej i deklarowanej nie była zależna od zawartości żelaza w preparatach, chociaż największe różnice częściej stwierdzono dla suplementów diety, w których deklarowana zawartość tego pierwiastka wynosiła 1–6,9 mg.

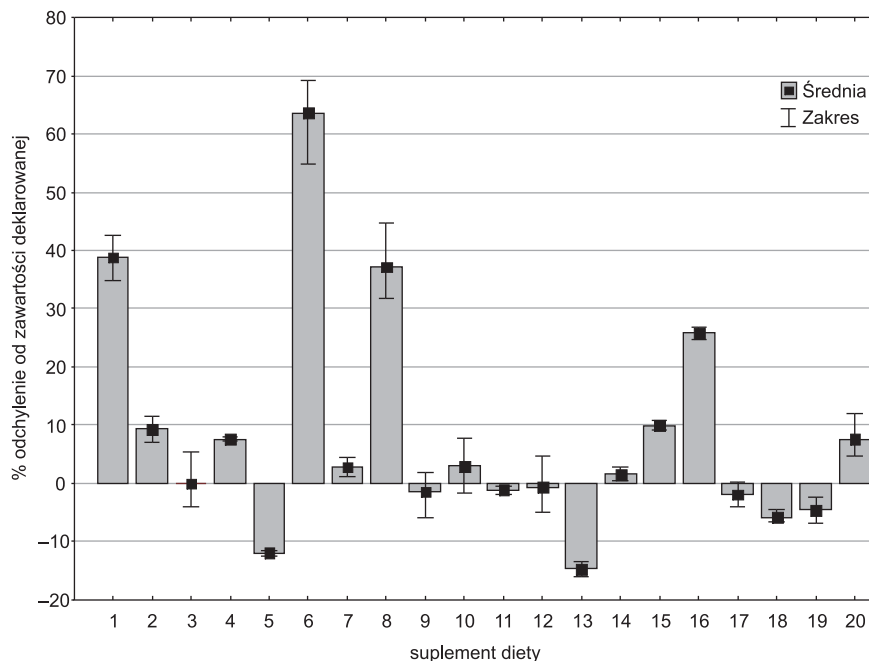
Tab e l a III. Średnia zawartość \pm odchylenie standardowe i RSD% żelaza w suplementach diety oznaczona metodą AAS (mg w 1 tabletkie)

Table III. Iron concentration (mean \pm SD and RSD%) in dietary supplements determined by AAS (mg per 1 pill)

Lp.	Średnia zawartość Fe	\pm SD	RSD%
1	9,58	0,27	2,80
2	5,46	0,11	2,05
3	14,00	0,67	4,77
4	15,06	0,06	0,40
5	4,40	0,02	0,55
6	3,44	0,16	4,74
7	1,03	0,02	1,64
8	3,16	0,16	4,93
9	11,83	0,49	4,12
10	1,08	0,07	6,39
11	2,08	0,02	0,77
12	6,85	0,34	4,89
13	5,73	0,43	2,15
14	10,05	0,11	1,11
15	2,31	0,02	0,77
16	17,61	0,16	0,90
17	14,59	1,52	3,02
18	3,30	0,04	1,29
19	26,73	0,60	2,26
20	2,15	0,08	3,60

Suplementy diety, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawa żywnościowego, definiowane są jako środki spożywcze. Są one skoncentrowanym źródłem składników mineralnych, witamin i innych substancji odżywczych, wykazujących efekt odżywczy lub inny efekt fizjologiczny, a ich stosowanie ma na celu uzupełnienie normalnej diety (9). Jako środki spożywcze muszą posiadać cechy, a także spełniać kryteria, którymi charakteryzuje się żywność pod względem wartości odżywczej i bezpieczeństwa dla zdrowia konsumenta (8), jednakże normy odnośnie ich wytwarzania, a także kontroli, są dużo łagodniejsze niż ma to miejsce w przypadku leków. Wprowadzenie do obrotu suplementów diety nie wymaga uzyskania pozwolenia, zgodnie z przepisami prawa całkowitą odpowiedzialność za preparat ponosi producent lub przedsiębiorca wprowadzający środki spożywcze do obrotu. Szczegółowe wymagania dotyczące składu suplementów diety określone zostały w rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. wraz z późniejszymi zmianami w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety (9). Wiążącego charakteru

nie posiadają natomiast wytyczne dotyczące zalecanych limitów tolerancji dla celów etykietowania dotyczącego wartości odżywczych, opublikowane w 2012 r. przez Dyрекcję Generalną ds. Zdrowia i Konsumentów Komisji Europejskiej (10). Zgodnie z tymi wytycznymi zawartość składnika odżywczego w żywności nie powinna odbiegać znacząco od wartości podanych na etykiecie, ponieważ różnica taka mogłaby wprowadzać konsumenta w błąd. Limity tolerancji zawartości składników mineralnych w żywności, zalecane przez Komisję Europejską zgodnie z tym dokumentem, wynoszą od -20% do $+45\%$ zawartości danego składnika mineralnego w stosunku do zawartości deklarowanej przez producenta na etykiecie (10). W jednym z badanych preparatów (nr 6) te zalecane limity zostały przekroczone, stwierdzono w nich zawartość żelaza 64% większą w stosunku do deklarowanej. Oznacza to, że ten suplement diety nie spełnia niezbyt rygorystycznych zaleceń Dyrekcji Generalnej ds. Zdrowia i Konsumentów Komisji Europejskiej odnośnie zgodności zawartości w preparacie z informacją podaną na opakowaniu.



Ryc. 1. Różnica pomiędzy zawartością żelaza oznaczoną metodą AAS a deklarowaną przez producenta.
Fig. 1. Difference between iron content determined by AAS and declared by the producer.

W krajach członkowskich Unii Europejskiej trwają dyskusje nad modelem zarządzania ryzykiem związanym ze stosowaniem suplementów diety i ustaleniem maksymalnego poziomu witamin i składników mineralnych w dziennych porcjach suplementów diety. Zaproponowany przez ekspertów ERNA (European Responsible Nutrition Alliance) oraz EHPM (European Federation Association of Health Product Manufacturers) model bierze pod uwagę najwyższy tolerowany poziom spożycia,

średnie spożycie z diety oraz pobranie z wodą pitną (5). Na podstawie tych danych wylicza się wskaźnik bezpieczeństwa dla populacji. Wartość tego wskaźnika dla żelaza wynosi 1,5 i umieszcza żelazo w grupie składników odżywczych o występującym ryzyku nadmiernego spożycia przy stosowaniu suplementów diety. Dlatego proponowana maksymalna zawartość tego składnika w suplementach diety wynosi 14–20 mg. W badanych preparatach deklarowana zawartość żelaza wynosiła od 1 mg do 28 mg w tabletkach/kapsułkach, co oznaczało, że przyjmowanie jednej tabletki/kapsułki w ciągu doby niektórych z tych preparatów wiąże się z ryzykiem nadmiernego spożycia żelaza. Ryzyko to wzrasta, jeśli uwzględnia się otrzymane wyniki oznaczenia zawartości żelaza w preparatach, wskazujące na wyższą od deklarowanej zawartość żelaza w suplementach. Na niebezpieczeństwo związane z przyjmowaniem suplementów diety zawierających żelazo wskazywali również w swoich badaniach również *Kałuża* i współpr. (11) oraz *Sygnowska* i *Waškiewicz* (12).

Badane preparaty to przede wszystkim wieloskładnikowe suplementy diety o zróżnicowanym przeznaczeniu. Znalazły się wśród nich preparaty przeznaczone dla kobiet, kobiet w ciąży, dzieci, preparaty mające na celu poprawę kondycji włosów i paznokci. Suplementacja indywidualna, bez określenia rzeczywistych potrzeb przez lekarza czy dietetyka, może prowadzić do jednoczesnego wybierania produktów wzbogacanych, a także stosowania jednocześnie kilku preparatów zawierających te same składniki, co stwarzać może ryzyko przekroczenia górnych bezpiecznych poziomów spożycia (13). Badania *Hamulki* i współpr. (14) wykazały, że jest to realne niebezpieczeństwo – 22% badanych przez niego kobiet w czasie ciąży stosowało kilka preparatów jednocześnie, dostarczając do organizmu zbyt dużych ilości żelaza. Nadmiar żelaza wpływa w sposób niekorzystny na wiele tkanek i narządów, między innymi na serce, mózg, wątrobę i gruczoły wydzielania wewnętrznego. Wchłanianie zbyt dużej ilości żelaza prowadzi również do zaburzeń gospodarki żelaza (1). Nadmierne przyjmowanie żelaza oraz zaburzenia jego gospodarki coraz częściej wiążą się także z otyłością oraz chorobami związanym z otyłością, takimi jak cukrzyca czy nadciśnienie tętnicze (15). Należy pamiętać również o tym, że żelazo, mangan, wapń i cynk konkurują o wchłanianie w przewodzie pokarmowym, dlatego nadmiar jednego z nich w pożywieniu może prowadzić do niedoborów innego.

Niebezpieczeństwa wynikające z nadmiernego spożywania suplementów wskazują wyraźnie, że istnieje konieczność prowadzenia szerszych badań nad suplementami diety oraz ustalenia norm i uregulowań prawnych dla dobra konsumentów.

WNIOSKI

1. Zawartość żelaza w większości badanych suplementów diety różniła się w stosunku do wartości deklarowanej przez producentów. Różnice te nie zależały od ceny i postaci preparatu oraz poziomu żelaza w poszczególnych suplementach.
2. Zawartość żelaza w niektórych badanych suplementach diety stwarza niebezpieczeństwo nadmiernego spożycia tego pierwiastka.

A. Pawlak, K. Rajczykowski, K. Loska, B. Ahnert, D. Wiechula
CONTENT RATING OF IRON IN VITAMIN AND MINERAL DIETARY SUPPLEMENTS

Summary

The work presents results of analysis of iron content in 20 vitamin and mineral dietary supplements generally available on the Polish market. The dietary supplements selected for the examination were marketed as pills, coated pills, effervescent pills, lozenges, hard and soft capsules, and – according to the producer's declaration – contained 1 mg up to 28 mg of iron. Iron content in supplements was determined by FAAS after mineralization of samples in a microwave oven.

It was found that only in 30% of preparations the difference between the concentration detected in our study and that declared by the producer was within 2%. In vast majority of dietary supplements the iron content was higher than declared, and the biggest difference was as high as 64%. There was no relation between the price for a pill/capsule of preparation and the magnitude of the difference in the detected-to-declared iron content. Supplement form and dose of iron did not affect the difference between the declared and detected content. Our results lead to the conclusion that elevated iron content in some dietary supplements may result in excessive intake of this element due to larger-than-declared true iron content, and intake of some formulations may cause that the proposed maximum safe daily intake values of that element may be exceeded.

PIŚMIENNICTWO

1. *Abbaspour N., Hurrell R., Kelishadi R.*: Review on iron and its importance for human health. *J. Res. Med. Sci.*, 2014; 19(2): 164-174.- 2. *Gowin E., Horst-Sikorska W.*: Żelazne zapasy – komu w XXI wieku grozi niedobór żelaza. *Farmacja Współczesna*, 2010; 3: 139-146.- 3. *Oliveira F., Rocha S., Fernandes R.*: Iron metabolism: from health to disease. *J. Clin. Lab. Anal.*, 2014; 28(3): 210-218.- 4. *Camaschella C.*: Iron-deficiency anemia. *N. Engl. J. Med.*, 2015; 372(19): 1832-1843.- 5. *Brzozowska A., Roszkowski W., Pietruszka B., Kaluża J.*: Witaminy i składniki mineralne jako suplementy diety. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2005; 4(45): Supl. 5-16.- 6. *Wawer I.*: Suplementy dla Ciebie. Jak nie stać się pacjentem. Wydawnictwo WEKTOR Warszawa; 2009.- 7. Dz.U. 2006 nr 171 poz. 1225 Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia.- 8. *Bojarowicz H., Dźwigulska P.*: Suplementy diety. Część I. Suplementy diety a leki - porównanie wymagań prawnych. *Hygeia Public. Health.*, 2012; 47(4): 427-432.- 9. Dz.U. 2007 nr 196 poz. 1425 z późn. zm. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 9 października 2007 r. w sprawie składu oraz oznakowania suplementów diety.- 10. Komisja Europejska, Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Konsumentów. Wytyczne z grudnia 2012 r. w zakresie określenia limitów tolerancji dla składników odżywczych wymienionych na etykiecie. http://ec.europa.eu/food/food/labellingnutrition/nutritionlabel/docs/guidance_tolerances_december_2012_pl.pdf.

11. *Kaluża J., Bagan A., Brzozowska A.*: Ocena udziału witamin i składników mineralnych i suplementów w diecie osób starszych. *Roczn. PZH*, 2004; 55(1): 51-61.- 12. *Sygnowska E., Waskiewicz A.*: Rola suplementacji w uzupełnianiu niedoborów witamin i składników mineralnych w diecie Polaków, objętych badaniem WOBASZ. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008; 41(3): 389-394.- 13. *Stos K., Krygier B., Glowala A., Jarosz M.*: Skład wybranych suplementów diety w świetle obowiązujących wymagań. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2011; 44(3): 596-603.- 14. *Hamulka J., Wawrzyniak A., Pawłowska R.*: Ocena spożycia witamin i składników mineralnych z suplementami diety przez kobiety w ciąży. *Roczn. PZH*, 2010; 61(3): 269-275.- 15. *Sangani R.G., Ghio A.J.*: Iron, human growth, and the global epidemic of obesity. *Nutrients*, 2013; 5(10): 4231-4249.

*Adam Florkiewicz, Agnieszka Filipiak-Florkiewicz¹, Kinga Topolska¹,
Joanna Kapusta-Duch²*

PRÓBA OSZACOWANIA POBRANIA KADMU Z DIETĄ PRZEZ WEGETARIAN

Katedra Analizy i Oceny Jakości Żywności
Kierownik : prof. dr hab. *T. Fortuna*

¹ Katedra Technologii Gastronomicznej i Konsumpcji
Kierownik: prof. dr hab. *E. Cieślik*

² Katedra Żywienia Człowieka

Kierownik: prof. dr hab. inż. *T. Leszczyńska*

Wydziału Technologii Żywności, Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie

Stosowanie diety wegetariańskiej w obecnych czasach staje się coraz popularniejsze również wśród ludzi młodych. Niestety żywność pochodzenia roślinnego narażona jest na zanieczyszczenie w tym metalami ciężkimi. Dlatego w poniższej pracy podjęty został temat oszacowania pobrania kadmu z dietą przez populację wegetarian. Na podstawie badań ankietowych i analitycznych stwierdzono, że średnie tygodniowe pobranie kadmu wśród badanej grupy osób nie przekroczyło tymczasowej tygodniowej dawki i stanowiło średnio 20,6% PTWI.

Słowa kluczowe: pobranie kadmu, wegetarianie, toksyczność kadmu.
Key words: cadmium intake, vegetarians, toxicity of cadmium.

Ocena narażenia na kadm oparta jest na badaniach jego stężenia w różnych elementach środowiska, takich jak powietrze, woda, gleba, również w tkankach zwierząt czy w pożywieniu. Głównym źródłem pobrania kadmu u osób nie narażonych zawodowo, jest żywność, szczególnie produkty pochodzenia roślinnego takie, jak: ziemniaki, zboża, warzywa czy owoce. Poziom wchłaniania tego metalu zależy od obecności w żywności takich składników odżywczych jak białko, wapń, miedź, cynk, żelazo oraz witamina C (1). Kadm, po wchłonięciu do krwi w ok. 70% jest wiązany przez czerwone krwinki. Pozostała część tworzy w osoczu kompleksy w wielkocząsteczkowymi białkami, które odkładają się w wątrobie, bądź z białkami niskocząsteczkowymi i ulegają resorpcji zwrotnej w kanalikach nerkowych. W wątrobie kadm jest uwalniany z kompleksów białkowych i wiąże się z metalotioneiną- niskocząsteczkowym białkiem. W takiej postaci jest odkładany w nerkach, wątrobie, płucach, trzustce (2). Kadm powiązany z metalotioneiną nie wykazuje toksycznego działania, w przeciwieństwie do wolnych jonów kadmowych, które mogą powodować istotne uszkodzenia składników komórek. Wchodzą w interakcję z takimi pierwiastkami jak: miedź, żelazo, cynk, wapń, magnez, selen. Powodują tym samym zmiany morfologiczne i czynnościowe w określonych narządach. Szczególnie zagrożone są nerki, które kumulują ten pierwiastek

i uszkodzeniu może ulegać każdy z odcinków nefronu. Najbardziej narażonym na jego toksyczne działanie są cewki proksymalne, dochodzi również do funkcjonalnych uszkodzeń nefronu (3). Jony kadmowe mogą również łączyć się z białkami, powodując zaburzenia cykli metabolicznych. Ponadto, hamują oddychanie tkanek, rozprężenia fosforylacji oksydacyjnej, zmniejszenie wydzielania insuliny. Innym efektem toksycznego działania kadmu jest anemia oraz choroba nadciśnieniowa. Przy długotrwałym, wysokim narażeniu, krytycznym narządem mogą być płuca, co może prowadzić do rozedmy płuc (4).

Dieta wegetariańska opiera się głównie na produktach zbożowych, owocach, warzywach, roślinach strączkowych oraz okopowych, chętnie uzupełniana grzybami. Etiologia pojęcia wegetarianizm wywodzi się z łacińskich słów *vegetabilis*, co znaczy roślinny, oraz *vegetare* czyli rosnąć, kwitnąć, rozwijać się. Wegetarianizm przez lata wyewoluował w wiele różnych form, które odznaczają się odmiennym zestawem produktów spożywczych, jakie można spożywać. Do najważniejszych należą semiwegetarianizm, lakto-owo-pescowegetarianizm, lakto-owo-wegetarianizm, laktowegetarianizm, weganizm, witarianizm, frutarianizm (5, 6).

Celem pracy jest próba oszacowania pobrania kadmu z diety przez populację vegetarian.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęta została grupa 100 osób niepalących stosujących dietę wegetariańską. Projekt został zrealizowany w dwóch etapach. W pierwszym została przeprowadzona ankieta mająca na celu określenie zwyczajów żywieniowych osób ankietowanych. Posłużono się metodą historii żywienia oraz wywiadem szczegółowym 24 godz., z uwzględnieniem jadłospisu z wybranych dni tygodnia (poniedziałek, środa, piątek oraz niedziela). Pytania w ankiecie dotyczyły m.in. płci, wieku, masy ciała, liczby posiłków spożytych w ciągu dnia, częstotliwości spożywania poszczególnych produktów. Dodatkowo, badane osoby zostały poproszone o wskazanie nazwy punktów sprzedaży/sklepów, w których dokonywali zakupów.

Z powstałej listy produktów zakwalifikowano do drugiej części badań te, które zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (UE) NR 488/2014 r. z dnia 12 maja 2014 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy kadmu w środkach spożywczych mogą być źródłem kadmu. W wytypowanych produktach oznaczono zawartość tego metalu.

Sposób przygotowania próbek był zgodny z PN-EN 13804:2013-06 (7). Oznaczenie zawartości kadmu wykonano metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją elektrotermiczną ETAAS (Varian AA240Z firmy Varian) wg normy PN-EN 14084:2004 (8). Mineralizacja została przeprowadzona metodą mikrofalową ciśnieniową na mokro (MarsXPres firmy CEM) z użyciem kwasu azotowego 65% (Suprapur firmy MERCK nr katalogowy 1.00441) dodanego w ilości 10 cm³ na ok. 1 g naważki próbki. Proces prowadzony był w pojemnikach teflonowych o objętości 55 cm³, z ustawieniem temp. maksymalnej na poziomie 200°C i czasem mineralizacji 40 min. Użyto modyfikatora palladowego dodawanego wraz z próbką. W ramach kontroli jakości stosowano materiały odniesienia o certyfikowanej zawartości

oznaczanego metalu. Laboratorium sprawdzało też swoją biegłość w tym zakresie poprzez udział w badaniach międzylaboratoryjnych. Na podstawie przeprowadzonej walidacji dla powyższej metody badawczej wyznaczono próg wykrywalności na poziomie 0,0045 mg/kg, precyzja powtarzalności wynosiła 3,79%, precyzja pośrednia 5,01%, odzysk 105,02%, a obliczona niepewność pomiaru 8,6%.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 10. Obliczono współczynniki korelacji i przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji (Anova). Testowanie prowadzono na poziomie $p \leq 0,05$.

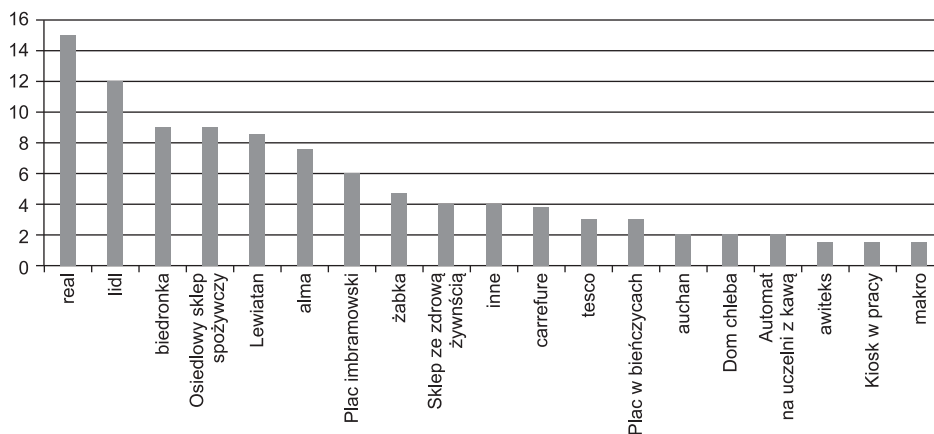
WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Osoby stosujące dietę wegetariańską na co dzień są szczególnie narażone na zwiększoną podaż kadmu, ze względu na znaczne spożycie produktów roślinnych. Rośliny i produkty roślinne są wyjątkowo wystawione na działanie metali toksycznych. Kadm szybko i łatwo przenika z gleby do roślin. Powoduje przy tym zaburzenia reakcji biochemicznych w roślinach. Warzywa oraz produkty zbożowe dostarczają blisko 75% całkowitego pobrania kadmu z pożywienia. Tym samym częstsze spożycie tych produktów może prowadzić do większego spożycia kadmu. Monitoring substancji toksycznych wykazuje, że kadm przenikający do roślin kumuluje się w znacznych ilościach przede wszystkim w ziarnach zbóż i w wyniku obróbki technologicznej przedostaje się do gotowych produktów zbożowych (9, 10).

Wśród badanych osób nieznacznie więcej było kobiet (54%) niż mężczyzn (46%). Ponad połowa ankietowanych (57%) była w wieku 25–40 lat, natomiast między 19 a 25 rokiem życia było 40% ankietowanych. Większość respondentów posiadała wykształcenie wyższe (60%). Niemal jedna trzecia badanych dalej się kształciła (30%), a wykształcenie średnie i zawodowe posiadało po 5% ankietowanych. Znaczna większość (74%) badanych mieszkała w dużym mieście, powyżej 250 tysięcy mieszkańców, 14% w mieście 100–250 tysięcy mieszkańców, po 6% ankietowanych mieszkało na wsi oraz w mieście 10–99 tysięcy mieszkańców. Ankietowani stosowali dietę wegetariańską średnio 5 lat. Najpopularniejszym powodem stosowania właśnie tej diety były powody etyczne (73%), 18% osób deklarowało chęć utrzymania smukłej sylwetki, a 8% stosowało ten model żywienia ze względów zdrowotnych. Pozostałe odpowiedzi dotyczyły nietolerancji pokarmowych.

Odpowiedzi dotyczące ilości i regularności posiłków mogą świadczyć o znacznym zainteresowaniu badanych właściwym odżywianiem się. Większość (93%) deklarowało spożywanie 4–5 posiłków, z czego 54% ankietowanych spożywało 2 posiłki ciepłe, zaś 40% tylko jeden. Dodatkowo 87% osób deklarowało regularne spożywanie posiłków. Ankietowani najczęściej dokonywali zakupów w sklepach sieciowych (ryc. 1).

W celu przeprowadzenia drugiego etapu badań wytypowane produkty zakupiono w trzech najczęściej wybieranych sklepach. Z produktów spożywanych, wskazanych przez osoby ankietowane, a mogących być bogatym źródłem kadmu wybrano: otręby, zarodki, pszenicę, ryż, nasiona soi oraz warzywa liściaste, świeże zioła, seler oraz takie grzyby jak pieczarka dwuzarodnikowa i bocznik ostrygowaty.



Ryc. 1. Wykaz sklepów, w których ankietowane osoby dokonywały zakupów (%).

Fig. 1. List of stores where the respondents have made the purchases (%).

Najczęściej wybieranym przez osoby ankietowane produktem były ziemniaki. Produkt ten spożywało 57% badanych, na drugim miejscu znalazły się pomidory (40%). Często spożywano także chleb pszenny (1/3 badanych osób), oraz płatki kukurydziane (24%), chleb żytni i czerwoną paprykę (23% badanych) (tab.I).

Tabela I. Średnie dzienne spożycie produktów spożywczych oraz liczba osób spożywających dany produkt

Table I. Average daily intake of food products and the proportion of people consuming particular products

Produkt spożywczy	Średnie dzienne spożycie (kg/osobę/dzień)	Procent respondentów (%)
Brokuł	0,07	11
Bułka orkiszowa	0,03	8
Bułka wieloziarnista	0,05	17
Chleb pszenny	0,16	32
Chleb razowy	0,03	12
Chleb żytni	0,12	24
Kapusta pekińska	0,01	7
Kasza gryczana	0,08	20
Kotlety sojowe	0,07	12
Makaron jasny	0,07	11
Marchew	0,07	17
Ogórek zielony	0,06	17
Papryka czerwona	0,07	23
Pasztet sojowy	0,03	11
Pieczarka dwuzarodnikowa	0,07	15

Tabela I. (cd.)

Table I. (cont.)

Produkt spożywczy	Średnie dzienne spożycie (kg/osobę/dzień)	Procent respondentów (%)
Płatki kukurydziane	0,01	24
Pomidor	0,14	40
Parówka sojowa	0,02	6
Ryż biały	0,03	18
Ryż brązowy	0,02	7
Salata lodowa	0,03	21
szpinak	0,06	13
Szynka sojowa	0,02	7
Ziemniaki	0,19	57

Obliczono również średnie spożycie danego produktu przypadające na jedną osobę. Najwięcej spożywano ziemniaków (0,19 kg), nieco mniej chleb pszenny (0,16 kg). Dalej znalazły się pomidory (0,14 kg) oraz chleb żytni (0,12 kg).

Na podstawie rozporządzenia Komisji Europejskiej (UE) 488/2014, z dnia 12 maja 2014 r. dotyczącego najwyższych dopuszczalnych poziomów kadmu w środkach spożywczych, można stwierdzić, iż poziom kadmu został znacząco przekroczony w marchwi zakupionej we wszystkich trzech sklepach (poziom graniczny 0,1 mg/kg). Kolejnym produktem przekraczającym dopuszczalny limit, okazała się kasza gryczana (poziom graniczny 0,1 mg/kg). Wśród badanych produktów jeszcze tylko dwa osiągnęły wysoki poziom stężenia badanego metalu. Był to szpinak oraz ziemniaki, w przypadku obydwóch tych produktów zawartość kadmu była tylko nieznacznie niższa od dopuszczalnej. W przypadku ziemniaków jest to o tyle ważne, że dzienne spożycie tego produktu jest jednym z wyższych spośród wszystkich badanych produktów.

Kot i współpr. (11) przeprowadzili badania poziomu kadmu w produktach spożywczych i wyniki uzyskane są zbliżone do przedstawionych powyżej. Makaron zawierał 0,042 mg/kg, ziemniaki 0,038 mg/kg, a otręby 0,110 mg/kg kadmu.

Kot (9) przeprowadził wiele badań dotyczących zawartości kadmu w produktach zbożowych. Chleb razowy zawierał 0,008 mg/kg kadmu, chleb żytni 0,006 mg/kg, chleb pszenny 0,016 mg/kg, bułka pszenna 0,014 mg/kg, a otręby pszenne 0,112 mg/kg kadmu.

Badania zostały przeprowadzone również w 2007 r. przez *Kot* i *Zaręba* (10). Uzyskane wyniki były następujące: chleb pszenny zawierał średnio 0,022 mg/kg, chleb żytni 0,022 mg/kg, bułka pszenna 0,017 mg/kg, natomiast otręby 0,114 mg/kg.

Niepokojące wyniki stwierdziła *Filoń* i współpr. (12), analizując zawartość kadmu w produktach zbożowych dostępnych w sprzedaży detalicznej w województwie podlaskim, przeprowadzonych w 2012 r. W przypadku kaszy jaglanej oraz chleba mieszanego zostały przekroczone dopuszczalne zawartości. Ponadto, na poziomie 90-percentyla ponad dwukrotnie została przekroczona dopuszczalna ilość kadmu

w kaszy jęczmiennej, jaglanej oraz w makaronie. Badanie wykazało istotne zróżnicowanie zawartości kadmu w zależności od rodzaju produktu zbożowego. Należałoby zwrócić szczególną uwagę na ilość spożywanych produktów w których oznaczono największe zawartości tego metalu ciężkiego.

Tabela II. Zawartość kadmu w badanych produktach (mg/kg)

Table II. Cadmium content in the examined products (mg/kg)

Produkt	Sieć handlowa		
	Real	Biedronka	Lidl
Brokuł	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Bułka orkiszowa	0,0214	0,0188	0,0282
Bułka wieloziarnista	0,0298	0,0245	0,0187
Chleb pszenny	0,0250	0,0361	0,0155
Chleb razowy	0,0182	0,0177	0,0213
Chleb żytni	0,0132	0,0139	0,0126
Kapusta pekińska	0,0237	0,0150	0,0592
Kasza gryczana	0,0936	0,0851	0,1127
Kotlety sojowe	0,0287	<LOQ	<LOQ
Makaron jasny	0,0302	0,0394	0,0249
Marchew	0,2301	0,2503	0,1891
Ogórek zielony	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Papryka czerwona	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Paszтет sojowy	0,0114	<LOQ	<LOQ
Pieczarka dwuzarodnikowa	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Płatki kukurydziane	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Pomidor	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Parówka sojowa	0,0127	<LOQ	<LOQ
Ryż biały	0,0184	0,0202	0,015
Ryż brązowy	0,0110	0,0109	0,009
Salata lodowa	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Szpinak	0,0525	0,0693	0,1806
Szynka sojowa	0,009	<LOQ	<LOQ
Ziemniaki	0,0834	0,0811	0,0848

LOQ – granica oznaczalności dla zastosowanej metody wynosił 0,009 mg/kg

Także w badaniach *Filoń i Karczewskiego* (13) uwzględniających regiony pochodzenia (północny, środkowy, zachodni i południowy) stwierdzono podwyższone zawartości kadmu w produktach zbożowych. W pieczywie białym największą zawartość kadmu zaobserwowano w regionie południowym 0,027–0,0197 mg/kg, najmniejszą w regionie północnym, 0,007–0,030 mg/kg.

Dla bezpieczeństwa zdrowia człowieka istotnym jest oszacowanie wielkości pobrania pierwiastków toksycznych z pożywieniem, przypadającym na określony przedział czasowy. Służy temu wskaźnik PTWI czyli tymczasowa dawka tolerowanego tygodniowego pobrania ustalona przez Komitet Ekspertów WHO/FAO do spraw żywności, która w przypadku kadmu wynosi 0,007mg/kg masy ciała. Dla człowieka zdrowego o masie 68 kg, czyli tyle ile wynosiła średnia ankietowanych powinna wynosić 0,476 mg/osobę/tydzień.

Z przeprowadzonych obliczeń nie stwierdzono istotnych różnic w poziomie tego wskaźnika ze względu na rodzaj sklepu (od 0,095 do 0,098 mg), co stanowiło maksymalnie 20,6% PTWI.

Tab e l a III. Średnie pobranie kadmu z badanymi produktami (mg/dzień)

Tab l e III. Average cadmium intake from the examined products (mg/day)

Produkt	Real	Biedronka	Lidl
Brokuł	0,0001	0	0,0001
Bułka orkiszowa	0,0001	0	0,0002
Bułka wieloziarnista	0,0004	0,0003	0,0002
Chleb pszenny	0,0010	0,0014	0,0006
Chleb razowy	0,0007	0,0007	0,0001
Chleb żytni	0,0001	0,0001	0,0004
Kapusta pekińska	0,0007	0,0004	0,0004
Kasza gryczana	0	0,0006	0
Kotlety sojowe	0,0003	0	0
Makaron jasny	0,0006	0,0008	0,0006
Marchew	0,0041	0,0045	0,0034
Ogórek zielony	0	0	0
Papryka czerwona	0	0	0,0002
Pasztet sojowy	0	0	0
Pieczarka dwuzarodnikowa	0	0	0,0001
Płatki kukurydziane	0	0	0
Pomidor	0	0	0,0004
Parówka sojowa	0	0	0
Ryż biały	0	0	0,0001
Ryż brązowy	0,0004	0,0004	0,0001
Salata lodowa	0	0	0
Szpinak	0,0011	0,0008	0,0029
Szynka sojowa	0,0001	0	0
Ziemniaki	0,0040	0,0039	0,0038
Suma	0,0137	0,014	0,0136
PTWI	0,0959	0,098	0,0952

W badaniach *Bilczuk* i współprac. (14) poziom kadmu oznaczony w indywidualnych całodziennych racjach pokarmowych dzieci wiejskich był bardzo zróżnicowany i wahał się w granicach od 6 do 569 $\mu\text{g}/\text{dzień}$, przy czym zawartość kadmu przewyższającą górną granicę dawki tolerowanej stwierdzono tylko w 16 racjach na 230 zbadanych. Średnie stężenie kadmu w ocenianych racjach pokarmowych wynosiło $27 \pm 33 \mu\text{g}/\text{kg}$ mokrej masy posiłku i zakresie wartości od 4 do 374 $\mu\text{g}/\text{kg}$.

W badaniach *Wojciechowskiej-Mazurek* i współprac. (15) uczestniczyły laboratoria Państwowej Inspekcji Sanitarnej oraz laboratorium referencyjne Zakładu Badania Żywności i Przedmiotów Użytku NIZP-PZH. Stwierdzono, że oznaczone zawartości metali nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia i były one z reguły znacznie niższe od limitów ustalonych w ustawodawstwie, niejednokrotnie niższe od stwierdzonych w innych krajach europejskich.

Wojciechowska-Mazurek i współprac. (16) stwierdzili, że pobranie kadmu przez osobę dorosłą z produktami psennymi dochodziło do 9,4% PTWI, a z warzywami do ok. 4,7% PTWI. Zwrócono także uwagę na zawartość kadmu w produktach czełkadowych wynikającą głównie z zanieczyszczenia ziarna kakaowego oraz w produktach dla niemowląt i małych dzieci wynikającą z zanieczyszczenia surowców zbożowych i sojowych.

W swoich badaniach *Kłos* i współprac. (17) prowadzonych na przestrzeni lat (1990-2006) na grupie żołnierzy, stwierdzili zmniejszanie się pobrania kadmu z diety. Najwyższe stężenie obserwowano w 1990 r., które wynosiło 90 μg i stanowiło 120% PTWI. W kolejnych latach zawartość kadmu malała i w 2006 r. wynosiła już 60,6 μg , co stanowiło 80,8% PTWI, natomiast w posiłkach diety lekkostrawnej 66,8 μg , czyli 89,1% PTWI.

Badania *Szponara* i współprac. (18) dotyczące zawartości kadmu w racjach pokarmowych pochodzących z województw podlaskiego i śląskiego wykazały, że ich zanieczyszczenie nie przekraczało 36% PTWI. Badania całodziennych racji pokarmowych młodzieży z różnych województw w kraju nie wykazały przekroczeń PTWI. Zawartość kadmu natomiast wynosiła 0,005–0,009 mg/kg, co stanowiło 25–45% PTWI.

Badania *Sikory* (19) prowadzone w Ośrodkach Pomocy Społecznej wykazały, że dzienne pobranie kadmu mieściło się w granicach 41,1–52,7 μg (średnio 48,2 μg), co odpowiadało 64% PTWI.

WNIOSKI

1. Osoby ankietowane najczęściej jako miejsce zakupów wybierały sklepy sieciowe. Najczęściej wybieranym produktem przez osoby ankietowane były ziemniaki. Produkt ten wybierało 57% badanej populacji, na drugim miejscu znalazły się pomidory (40%).
2. Respondenci w ciągu dnia w największej ilości spożywali ziemniaki (średnio 0,19 kg), nieco mniej chleba pszennego (0,16 kg), pomidora (0,14 kg) oraz chleb żytni (0,12 kg).
3. Zakupione produkty spożywcze różniły się pod względem zawartości kadmu i w zależności od tego w jakim sklepie zostały zakupione.

4. Średnie tygodniowe pobranie kadmu obliczone na podstawie danych ankietowych i analitycznych nie przekroczyło w żadnym omawianym przypadku tymczasowej dawki i średnio stanowiło 20,6% PTWI (od 0,095 do 0,098 mg/osobę/tydzień).

A. Florkiewicz, A. Filipiak-Florkiewicz, K. Topolska, J. Kapusta-Duch

AN ATTEMPT TO ESTIMATE DIETARY CADMIUM INTAKE BY VEGETARIANS

Summary

Food (mainly plant-derived products, i.e. potatoes, cereals, vegetables or fruits) is the main source of cadmium intake by non-occupationally exposed, non-smoking people. Recently, vegetarian diet has become very popular, due to different reasons, including religious, ethical, and above all, the health-related ones. However, plant-derived food contains many contaminants, including heavy metals.

The aim of this research was to evaluate dietary cadmium intake by the vegetarian population. A group consisting of a hundred people practising a vegetarian diet was examined in this study. The project was performed in two stages. In the first one, a questionnaire survey was performed in order to investigate eating habits of respondents. In the second stage, cadmium content in a preselected group of products was determined. It was found that the largest number of respondents consumed potatoes (0.19 kg a day, on the average), somewhat less wheat bread (0.16 kg a day), tomatoes (0.14 kg a day), and rye bread (0.12 kg a day). The purchased products differed in the cadmium content and the place of purchase. No case of excessive average weekly cadmium intake was observed, and the average PTWI value was 20.6% (from 0.095 to 0.098 mg/person/week).

PIŚMIENNICTWO

1. *Czczot H., Majewska M.*: Kadm – zagrożenie i skutki zdrowotne. *Farm Pol*, 2010; 66(4): 243-250.
- 2. *Seńczuk W.*: Toksykologia. Wyd. PZWL, Warszawa 2002. – 3. *Marchewka Z.*: Mechanizm neurotoksycznego działania wybranych metali ciężkich. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(4): 1135-1143. – 4. *Orzel D., Biernat J.*: Wybrane zagadnienia z toksykologii żywności. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław 2012. – 5. *Borawska M.H., Malinowska M.*: Wegetarianizm: zalety i wady. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2009. – 6. *Gertig H., Przyłowski J.*: Bromatologia: zarys nauki o żywności i żywieniu. Wyd. Lekarskie PZWL, Warszawa 2007. – 7. PN-EN 14084:2004. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie pierwiastków śladowych. Oznaczanie zawartości ołowiu, kadmu, cynku, miedzi i żelaza metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej (AAS) po mineralizacji mikrofalowej. – 8. PN-EN 13804:2013-06. Artykuły żywnościowe. Oznaczanie pierwiastków śladowych i ich form chemicznych. Uwagi ogólne i wymagania szczegółowe. – 9. *Kot A.*: Produkty zbożowe źródłem kadmu i ołowiu. *Żyw. Człow.*, 2003; 30(3/4): 1097-1101. – 10. *Kot A., Zaręba S.*: Zawartość kadmu i ołowiu w produktach zbożowych. *Żyw. Człow.*, 2007; 34(3/4): 889-894.
11. *Kot A., Zaręba S.*, Wyszogrodzka-Koma L.: Ocena skażenia kadmem zbóż, przetworów zbożowych i ziemniaków. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(3): 537-542. – 12. *Filoń J., Karwowska A., Karczewski J.*: Zawartość kadmu w produktach zbożowych dostępnych w sprzedaży detalicznej w województwie Podlaskim. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012; 45(3): 343-348. – 13. *Filoń J., Karczewski J.*: Próba oceny zagrożenia zdrowia w oparciu o stężenia Pb i Cd w produktach zbożowych w różnych regionach woj. Podlaskiego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2010; 43(2): 158-162. – 14. *Bilczuk L., Jastrzębska J., Mach H., Ebertowska H., Zwoliński J., Cygan L.*: Zawartość kadmu w całodziennych racjach pokarmowych dzieci wiejskich w wieku szkolnym. *Roczn. PZH*, 1995; 46(1): 13-20. – 15. *Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., Mania M., Brulińska-Ostrowska E., Biernat U., Karłowski K.*: Monitoring zanieczyszczenia żywności pierwiastkami szkodliwymi dla zdrowia. Cz. II. Wody mineralne, napoje bezalkoholowe, owoce, orzechy, ryż, soja, ryby i owoce morza. *Roczn. PZH*, 2010; 61(1): 27-35. – 16. *Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., Brulińska-Ostrowska E., Plewa M., Biernat U., Karłowski K.*: Monitoring zanieczyszczenia żywności pierwiastkami szkodliwymi dla zdrowia. Cz. I. Produkty zbożowe psn. *Roczn. PZH*, 2008; 59(3): 251-256. – 17. *Kłos A., Bertrand J., Stężycka E., Długaszek M.*: Zawartość ołowiu i kadmu w całodziennych

racjach pokarmowych stosowanych w żywieniu żołnierzy WP oraz konsumentów zakładów żywienia zbiorowego pozostających pod nadzorem wojska. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(3): 766-770. – 18. *Szponar L., Gielecińska I., Traczyk I.*: Zawartość wybranych zanieczyszczeń chemicznych w dietach rodzin z województwa podlaskiego i śląskiego. *Roczn. PZH* 2003; supl.: 49-50. – 19. *Sikora E.*: Szacunkowa ocena zawartości kadmu i ołowiu w racjach pokarmowych pensjonariuszy wybranego Ośrodka Pomocy Społecznej i kuracjuszy sanatorium. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2003; 36(3 supl.): 303-306.

Adres: 30-149 Kraków, ul. Balicka 122

Angelika E. Charkiewicz, Wioleta J. Omeljaniuk, Katarzyna Piotrowska

DETERMINANTY ZDROWIA KOBIEŃ W CIĄŻY W BIAŁYMSTOKU

Zakład Zdrowia Publicznego Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

Kierownik: prof. dr hab. *A. Szpak*

Kobieta będąc w ciąży powinna zwrócić szczególną uwagę na prawidłową i zbilansowaną dietę oraz odpowiedni i dostosowany do możliwości organizmu wysiłek fizyczny. Celem badań była ocena zachowań zdrowotnych ciężarnych kobiet mieszkających w Białymstoku. Średnia wartość BMI przed ciążą stanowiła 22,69 kg/m², a podczas ciąży 26,30 kg/m². Należy edukować kobiety, w tym personel medyczny, na temat zachowań zdrowotnych, zasad prawidłowej diety i przyjmowania suplementów diety przed zejściem w ciążę oraz w trakcie jej trwania.

Słowa kluczowe: ciąża, aktywność fizyczna, żywienie, alkohol, suplementy diety.

Key words: pregnancy, physical activity, nutrition, alcohol, diet supplements.

Styl życia jest czynnikiem, który w największym stopniu wpływa na stan zdrowia człowieka. W dalszej kolejności na stan zdrowia wpływa środowisko, czynniki genetyczne i opieka medyczna (konceptja pól zdrowia Lalonde'a). U ciężarnych są to zachowania związane z wyborem odpowiedniego sposobu żywienia, odpowiedniego natężenia aktywności fizycznej i ograniczenia, a nawet całkowitego zaprzestania stosowania używek (1).

Znany i dobrze udokumentowany jest niekorzystny wpływ palenia papierosów przez kobiety ciężarne. Dym tytoniowy spowalnia wzrost płodu, zmniejsza jego odporność, powoduje niedorozwój niektórych narządów i niską masę urodzeniową. Najpoważniejsze konsekwencje to śmierć wewnątrzmaciczna i zwiększone ryzyko nagłej śmierci po porodzie (2–5).

Dużym zagrożeniem dla zdrowia płodu jest również konsumpcja alkoholu przez matkę, stwarzając ryzyko wystąpienia poronienia, patologii łożyska, porodu przedwczesnego, stanu przedrzucawkowego, zahamowania wewnątrzmacicznego wzrastania płodu, nagłego zgonu, wystąpienia alkoholowego zespołu płodowego – FAS, wystąpienia wad wrodzonych u dziecka tj. wady sercowo-naczyniowe, wady układu moczowo-płciowego, zaburzenia w układzie kostnym i anomalie czaszkowo-twarzowe (3, 4, 5).

Kofeina łatwo przenika przez łożysko, a płód nie jest w stanie jej metabolizować. Negatywnie wpływa na prace serca płodu i zwiększa liczbę oddechów, co może przyczyniać się do poronienia, niskiej masy urodzeniowej, porodu przedwczesnego, wzrostu występowania czynności oddechowej i obniżenia podstawowej czynności serca płodu (5, 6).

Niedobór witamin może przyczynić się do upośledzenia wzrostu wewnątrzmacicznego płodu czy przedwczesnego pęknięcia błon płodowych. Z kolei przedawkowanie może być o wiele bardziej niebezpieczne, gdyż grozi zwiększonym ryzykiem wystąpienia wad rozwojowych noworodka. Podczas ciąży witamina D jest niezbędna dla prawidłowego kostnienia szkieletu płodu. Niedobór grozi wystąpieniem cukrzycy ciążowej i stanu przedrzucawkowego oraz zmniejszoną mineralizacją tkanki kostnej. Podczas ciąży, witaminy E, C oraz beta-karoten mogą zmniejszyć ryzyko stanu przedrzucawkowego, jak i odgrywać rolę w zapobieganiu przedwczesnego pęknięcia błon płodowych. Jedną z najważniejszych witamin podczas ciąży jest kwas foliowy. Jego najlepiej poznana funkcja to zapobieganie zaburzeniom układu nerwowego u dziecka, wspomaga profilaktykę innych wad wrodzonych, tj. wady serca, kończyn, układu moczowego, zaburzenia oddychania oraz astmy (7).

Preparaty wieloskładnikowe przyjmowane przez kobiety w okresie przedkoncepcyjnym powinny zawierać witaminę C i E, jod, żelazo oraz kwas foliowy. Podaż tych składników powinna być dostosowana do okresu ciąży. Kobieta ciężarna powinna skonsultować stosowanie suplementów diety z lekarzem ginekologiem, aby zapewnić prawidłowy rozwój płodu (8).

Innym zachowaniem zdrowotnym matki mającym wpływ na jej stan zdrowia, jak i dziecka jest aktywność fizyczna. Powinna być ona dostosowana do możliwości kobiety, jej potrzeb, budowy ciała, zaawansowania ciąży i wcześniej prowadzonej aktywności. Ćwiczenia pozytywnie wpływają na samopoczucie kobiety, jak również na przebieg samego porodu oraz poprawiają jakość snu. Umiarkowana aktywność fizyczna podczas prawidłowo rozwijającej się ciąży jest wskazana i korzystna dla matki oraz dziecka. Ciężarna powinna zrezygnować ze sportów obciążających organizm, wyczynowych, niosących ryzyko urazu oraz z sauny. Zaleca się jogę, pływanie czy spacer oraz uczęszczanie do szkoły rodzenia (6).

Otyłość, bądź nadwaga może utrudniać zajście w ciążę (nieregularne cykle miesiączkowe, brak owulacji) i wpływać negatywnie na jej przebieg (9).

Program szkoły rodzenia zachęca do prowadzenia odpowiedniego stylu życia, przestrzegania zbilansowanej diety, podejmowania aktywności fizycznej i rezygnacji z nałogów. Przygotowuje kobietę do aktywnego porodu, uczy technik oddychania, zasad parcia, a także technik relaksacyjnych (6).

Celem pracy była ocena wybranych zachowań zdrowotnych kobiet w ciąży mieszkających w Białymstoku i okolicach.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały zrealizowane w miesiącach lipiec–grudzień 2013 r., za pomocą autorskiego kwestionariusza ankiety w szkołach rodzenia. Grupę badawczą stanowiło 76 kobiet w ciąży zamieszkałych w Białymstoku i okolicach. Wszystkie respondentki zgodziły się na udział w badaniu oraz zostały poinformowane o jego poufności i możliwości rezygnacji na każdym etapie badania. Uzyskano zgodę lokalnej Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku (nr: R-I-002/152/2013).

Zebrany materiał empiryczny opracowano z wykorzystaniem metod opisowych oraz metod wnioskowania statystycznego. Do analizy statystycznej użyto programu Statistica 10.0 software by StatSoft. W celu sprawdzenia zależności między analizowanymi cechami wykorzystano test niezależności χ^2 (poziom istotności $\alpha = 0,05$).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badania przeprowadzono wśród 76 kobiet w wieku od 18 do 41 lat (średnia wieku 28,4 lat). Najniższa masa ciała przed ciążą wyniosła 46 kg (w trakcie ciąży 49 kg), zaś najwyższa 89 kg (w trakcie ciąży 100 kg). Średnia wartość BMI przed ciążą stanowiła 22,69 kg/m², a podczas ciąży 26,30 kg/m².

Wśród badanych kobiet 61% mieszkało w mieście od 100 do 500 tys. mieszkańców, na wsi zaś 18% ankietowanych. Reszta – ok. 19% pochodziła z miast do 100 tys. mieszkańców. 83% kobiet badanych była zamężna. Panny stanowiły 9%, a kobiety pozostające w związku nieformalnym 8%. Ponad połowa badanych kobiet posiadała wykształcenie wyższe, ok. 30% – średnie, zaś 3% kobiet – podstawowe.

U 65% pytanek kobiet była to pierwsza ciąża. Tylko 26% kobiet była po raz drugi w ciąży, zaś w trzeciej tylko 9% kobiet. Znaczna część kobiet w momencie badania była w dziewiątym miesiącu ciąży (33%), najmniej kobiet było w miesiącu czwartym (3%). Aż 64% kobiet planowało zajście w ciążę, nie planowało ciąży 21% kobiet.

Aktywność fizyczna

Aby utrzymać prawidłowy bilans kaloryczny i energetyczny diety należy uwzględnić rolę i znaczenie aktywności fizycznej u kobiet w ciąży. Jeśli ciąża przebiega prawidłowo i nie występują żadne przeciwwskazania medyczne, należy wdrożyć bądź kontynuować regularną aktywność fizyczną. Wśród najczęściej zalecanych występują spacer, proste ćwiczenia wzmacniające kręgosłup, joga, nordic-walking i inne (6, 10).

Ponad połowa kobiet dobrze oceniła swoje samopoczucie, a 30% nawet bardzo dobrze. Równocześnie ponad połowa kobiet nie uprawiała żadnej aktywności fizycznej podczas trwania ciąży (spowodowane brakiem czasu, chęci do aktywności oraz gorszym samopoczuciem). Tylko 21% kobiet uprawiała aktywność fizyczną przed ciążą i kontynuowało w czasie ciąży – najczęściej były to spacer, jazda rowerem i pływanie. Rozpoczęcie aktywności fizycznej w czasie ciąży zadeklarowało 22% kobiet, najczęściej spacerowały, gimnastykowały się lub uczęszczały na zajęcia szkół rodzenia.

W badaniu przeprowadzonym przez *Godala* i współprac. (6) wśród ciężarnych kobiet zamieszkałych w Łodzi, aż 77% respondentek stwierdziło, iż jest aktywna fizycznie (spacer, pływanie i gimnastyka). Podobne wyniki otrzymała *Zysnarska* i współprac. (2) u 75% respondentek. Niższe wyniki otrzymał *Adamczyk* i współprac. (10) analizując wpływ miejsca zamieszkania na zachowania zdrowotne ciężarnych. Wyniki wykazały, iż jedynie połowa respondentek podejmowała jakąś aktywność fizyczną w czasie ciąży. Najczęstszą formą aktywności był spacer (75% kobiet). Zauważono również, iż 75% kobiet z Łukowa i 86% kobiet z Warszawy poświęcało dużo czasu na obowiązki domowe. Zachowania zdrowotne kobiet ciężarnych badanych przez

Gacek (9) przeprowadzone u respondentek z krakowskich szpitali w 2005/2006 r. dowiodły, iż 48% kobiet młodszych i 39% kobiet starszych nie podejmowało żadnej aktywności ruchowej w czasie ciąży. Jedynie 9% wszystkich respondentek podejmowało aktywność fizyczną każdego dnia, a kilka razy w tygodniu 15%.

Zachowania żywieniowe

Żywienie kobiet ciężarnych nie powinno odbiegać od ogólnych zasad racjonalnego żywienia, opracowanych przez Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie. Zasady te bowiem uwzględniają proces i przebieg ciąży. Istotne znaczenie ma regularność spożywanego produktów, tym bardziej, iż w trakcie trwania ciąży zapotrzebowanie na niektóre składniki zwiększa się w niewielkim stopniu. Odpowiedni dobór tych produktów w zalecanych proporcjach wpływać będzie na jej prawidłowy przebieg i rozwój. Najczęstsze zalecenia dotyczą głównie ilości spożywanego posiłków w ciągu dnia (5–6 posiłków) oraz unikania długich przerw między nimi – powyżej 3 godz. (8, 9).

Tylko 9% kobiet stosowało specjalną dietę przed planowanym zajściem w ciążę, a aż 84% nie zmieniło swoich nawyków żywieniowych. Lekką modyfikację jadłospisów po zajściu w ciążę wprowadziło 62% kobiet, a 20% z nich całkowicie zmieniło. Przy diecie takiej samej jak przed ciążą pozostało 18% kobiet. Prawie 50% przebadanych kobiet spożywało podczas ciąży 5 posiłków dziennie, a 22% spożywało 4 posiłki i tyle samo kobiet nie spożywało regularnie.

Zachowania żywieniowe kobiet ciężarnych analizowane przez *Zysnarską* i współpr.(2) wykazały, iż 52% ciężarnych kobiet zmieniło sposób żywienia w czasie ciąży. Poziom wiedzy żywieniowej a wybrane aspekty sposobu żywienia kobiet w Warszawie badała *Myszkowska-Ryciak* i współpr. (11) wykazując, że 74% badanych kobiet zmieniło sposób żywienia po zajściu w ciążę. Odżywianie kobiet w okresach przed i w trakcie ciąży badała *Mędreła-Kuder* i współpr. (12) wykazując, iż 34% ciężarnych spożywało dziennie 5 posiłków. Niewiele mniej kobiet (28%) spożywało 4 posiłki, a 6 posiłków spożywało dziennie 22% respondentek.

Zażywanie leków / Suplementacja diety

Podczas ciąży wapń zapewnia prawidłową gęstość kostną u noworodka, jak również zapobiega wystąpieniu nadciśnienia ciążowego i porodu przedwczesnego u matki. Należy jednak pamiętać, że do efektywnego przyswajania wapnia potrzebne jest odpowiednie spożycie witaminy D. Podstawową rolę w wytwarzaniu hemoglobiny pełni żelazo. Skutkiem niedoboru tego pierwiastka jest niedokrwistość, która u kobiet ciężarnych może przyczyniać się do powstawania infekcji w drogach moczowych, niskiej masy urodzeniowej noworodka i porodu przedwczesnego. Odpowiednie spożycie cynku podczas ciąży zapobiega niskiej masie urodzeniowej noworodka i porodowi przedwczesnemu. Niedobór jodu w diecie kobiety ciężarnej może skutkować zaburzeniami pracy tarczycy oraz uszkodzeniami ośrodkowego układu nerwowego dziecka, wadami wrodzonymi, zaburzeniami rozwoju psychosomatycznego dziecka, wzrostu ryzyka poronień i śmierci okołoporodowej. Na zmniejszenie występowania niskiej masy urodzeniowej dziecka ma także wpływ odpowiednie spożycie magnezu we wczesnym okresie ciąży. Do pewnego stopnia zabezpiecza on również przed wystąpieniem stanu przedrzucawkowego i porodem przedwczesnym (3).

Ponad 60% badanych kobiet zażywało leki podczas trwania ciąży, ale tylko po konsultacji z lekarzem. Prawie 40% nie zażywało leków, a jedna z badanych kobiet zażywała leki bez konsultacji z lekarzem. Aż 91% kobiet zażywało kwas foliowy. Wśród ankietowanych 96% posiadało wiedzę na temat roli i znaczenia kwasu foliowego. Zażywanie suplementów diety zadeklarowało 89% respondentek. Najczęściej przyjmowanym suplementem diety były preparaty wielowitaminowe (33% kobiet). Na drugim miejscu pod względem częstości zażywania znalazły się preparaty zawierające składniki mineralne – 28% kobiet. Suplementację witaminami zadeklarowało 22% kobiet.

Zalewska i współpr. (13) badała narażenie kobiet w ciąży na leki, używki i stres pacjentek przychodni ginekologiczno-położniczych w Lublinie w 2012 r. wskazując, że 40% kobiet w przypadku wystąpienia dolegliwości, zażyłaby lek bez konsultacji z lekarzem. W badaniu przeprowadzonym przez *Gacek* (9), leki przeciwbólowe zażywało 7% kobiet ciężarnych. Natomiast leki uspokajające przyjęło 1% respondentek.

Suplementację kwasem foliowym wśród kobiet w wieku reprodukcyjnym analizował *Urbania*k i współpr. (7) badając wpływ suplementacji diety na masę urodzeniową noworodka w 2009/2010 r. wskazując, że aż 89% kobiet przyjmowało kwas foliowy w czasie trwania ciąży. Niewiele niższe wyniki (86%) uzyskał *Jaros*z i współpr. (14) prowadząc badania dotyczące suplementacji kwasem foliowym diet kobiet ciężarnych w Warszawie. Wśród ciężarnych mieszkanek Łodzi suplementację kwasem foliowym w czasie trwania ciąży rozpoczęło 55% kobiet. Częściej były to kobiety posiadające wykształcenie wyższe niepełne (8). W badaniu *Mędr*eli-*Kuder* i współpr. (12) jedynie 50% respondentek zadeklarowała przyjmowanie preparatów farmakologicznych zawierających kwas foliowy. *Laskowska-Klita* i współpr. (3) oceniała wpływ suplementacji kwasem foliowym na masę urodzeniową dziecka u kobiet palących tytoń i spożywających alkohol w czasie trwania ciąży. Do suplementacji kwasem foliowym przyznało się 58% badanych kobiet.

Aż 99% kobiet biorących udział w badaniu *Urbania*ka i współpr. (7) przyznało się do stosowania suplementów diety regularnie. W badaniu *Mędr*eli-*Kuder* i współpr. (17) suplementację preparatami wielowitaminowymi stosowało 67% kobiet ciężarnych. Sporadycznie środki te przyjmowało 16% ankietowanych. Niższe wyniki uzyskała *God*ala i współpr. (8) u kobiet ciężarnych – 50% respondentek.

Palenie tytoniu

Palenie papierosów jest jednym z modyfikowalnych czynników poddających się redukcji. Jest ono nie tylko niebezpieczne w trakcie trwania ciąży ale również u osób nie będących w specyficznych stanach fizjologicznych. Szacuje się, iż czynnie palących kobiet w Polsce jest ok. 5 mln. Zagrożenia, które mogą wynikać z palenia tytoniu są uzależnione m.in. od liczby wypalanych papierosów, ich typu, wieku rozpoczęcia palenia tytoniu przez kobietę oraz ekspozycji kobiet na inhalację nikotyny. Zarówno palenie przez samą matkę, jak i otoczenie bywa jednym z teratogennych czynników okresu trwania ciąży. Narzędziem w przypadku realizacji profilaktyki chorób odtytoniowych jest edukacja zdrowotna, przy czym jej podstawę stanowią głównie działania motywacyjne, służące zaprzestaniu palenia. Postawa asertywna przyszłych matek może pozytywnie wpływać na eliminację zagrożeń wynikających także z biernego palenia w otoczeniu i ich braku wiedzy z tego zakresu (2, 4).

Prawie 70% badanych nie paliło papierosów podczas ciąży jak i przed nią. Zaprzestało palenia papierosów 24% kobiet. Nie zrezygnowało z palenia papierosów na czas ciąży 8% kobiet. 100% badanych kobiet nie spożywało podczas ciąży alkoholu. Jedynie 99% kobiet była świadoma zagrożeń jakie niesie za sobą palenie tytoniu jak i spożywanie alkoholu podczas trwania ciąży. Żadna z badanych kobiet nie zażywała substancji odurzających i środków nasennych podczas ciąży.

W badaniu *Zalewskiej* i współpr. (13) 17% kobiet zaprzestało palenia tytoniu w trakcie ciąży, a kontynuowało 9% respondentek. *Bucholc* i współpr. (4) przeprowadzając badania dotyczące zagrożeń zdrowia płodów i noworodków spowodowane paleniem tytoniu przez matki w okresie ciąży w oparciu o dokumentację medyczną wskazywał, iż 36% kobiet paliło tytoń przed zajściem w ciążę, 43% z nich zaprzestało, zaś kontynuowało 57%. Jedynie 69% kobiet uważało, iż palenie tytoniu podczas ciąży ma wpływ na ryzyko wystąpienia chorób w przyszłości. Wpływ palenia tytoniu na ciążę analizował *Gacek* (9) wykazując, iż podczas ciąży paliło aż 20% ciężarnych. Podobny wynik (23%) uzyskała *Krzyżcin* i współpr. (1). *Wierzejska* i współpr. (5) uzyskała wyższe wyniki wykazując, iż 37% kobiet paliło papierosy przed zajściem w ciążę, z czego z palenia w trakcie ciąży zrezygnowało 45%, a kontynuowało palenie aż 55% ankietowanych. W badaniu *Godali* i współpr. (6) 30% kobiet zaprzestała palenia tytoniu na czas ciąży. Do palenia papierosów w okresie ciąży przyznało się 20% badanych kobiet. *Zysnarska* i współpr. (13) badając rozpowszechnienie palenia wśród ciężarnych kobiet uzyskała zupełnie inne wyniki – 100% nie paliła papierosów podczas ciąży.

Konsumpcja alkoholu

Należy również podkreślić, iż nie zawsze rozwija się pełnoobjawowy FAS, często rozpoznaje się tzw. Alkoholowy efekt płodowy – FAE. Nie ustalono bezpiecznej dawki alkoholu dla kobiet w ciąży, aczkolwiek każda dawka wiąże się z ryzykiem wystąpienia zaburzeń faz rozwojowych u dziecka (5, 13).

W badaniu *Wierzejskiej* i współpr. (10) wśród kobiet spożywających alkohol przed ciążą (74%), 48% zaprzestało, a będąc w ciąży 52% kobiet kontynuowało ale z różną częstotliwością, regularnie – 2%. W badaniu *Zalewskiej* i współpr. (13) spożycie alkoholu zadeklarowało 20% badanych kobiet i tyle samo uważało, że nie jest to szkodliwe. Reszta kobiet (80%) uważała, iż należy unikać spożywania alkoholu w czasie trwania ciąży, gdyż nie jest znana najmniejsza ilość alkoholu, która wywołuje niekorzystne działanie. Wyniki jakie otrzymała *Gacek* (9) wskazują, iż aż 60% kobiet piła w okresie ciąży alkohol w postaci wina, a 40% respondentek piwo. Aż 44% ciężarnych badanych przez *Godalę* i współpr. (6) konsumowała alkohol w trakcie ciąży (wino – 51%, piwo – 33%, mocny alkohol – 8%).

Konsumpcja kofeiny

Spożywanie większej ilości kofeiny również może mieć wpływ na nieprawidłowy przebieg trwania ciąży. Zaleca się, aby kobieta ciężarna unikała jej konsumpcji. W wyjątkowych sytuacjach ogranicza się do 1–2 filiżanek słabo parzonej kawy (5).

Tylko 43% kobiet podczas ciąży nie piło kawy, 38% kobiet spożywało kawę sporadycznie, a 19% regularnie. Największa częstotliwość picia kawy to kilka razy

w tygodniu (42% kobiet), kilka razy w miesiącu (30% kobiet), zaś kilka razy podczas trwania ciąży – 28% respondentek.

W badaniu przeprowadzonym przez *Wierzejską* i wspólr. (5) ponad połowa respondentek spożywała kawę podczas ciąży, zaś zaprzestało 26% .

Szkoła rodzenia

Należy podkreślić, iż okres ciąży, porodu i położu jest momentem bardzo stresującym dla przyszłej matki, zwłaszcza jeśli odbywa się pierwszy raz. Szkoły rodzenia są miejscem, w których przygotowuje się kobiety do tej roli, a także ewentualnych możliwych komplikacji przy porodzie. Istnieje wiele doniesień naukowych, w których podkreśla się rolę i znaczenie tych instytucji, a także wpływu na samopoczucie ciężarnych. Także podczas regularnych spotkań na takim kursie kobiety poszerzają swoją wiedzę na temat m.in. porodu, aktywności fizycznej, higieny osobistej, racjonalnego żywienia, radzenia sobie ze stresem, wyboru formy porodu i miejsca porodu (9, 10).

Do szkoły rodzenia uczęszczało ponad 30% badanych kobiet, zaś 17% zamierzało uczęszczać. Połowa grupy badanej nie uczęszczała do szkoły rodzenia.

W badaniu *Adamczyka* i wspólr. (10) stosunkowo niewiele respondentek uczęszczało na zajęcia w szkole rodzenia. Wśród kobiet badanych przez *Gacek* (9) jedynie 7% brało udział w zajęciach szkoły rodzenia. Spośród respondentek badanych przez *Godalę* i wspólr.(6) 18% uczęszczało do szkoły rodzenia, a 25% zamierzało uczęszczać. Aż 57% ciężarnych w momencie badania nie brało udziału w zajęciach szkoły rodzenia i nie zamierzało tego zrobić w przyszłości .

Z pasów bezpieczeństwa w samochodzie korzystało i zamierzało korzystać do końca ciąży 53% kobiet. We wczesnym okresie ciąży z pasów korzystało 22% kobiet. W ogóle nie korzystało z pasów bezpieczeństwa 12% kobiet, a 13% nie korzystało podczas ciąży z samochodu.

Wizyty kontrolne

Należy wspomnieć, iż wizyty kontrolne w trakcie ciąży są refundowane w placówkach, które mają podpisany kontrakt z Narodowym Funduszem Zdrowia. Wówczas w ramach gwarantowanych, bezpłatnych wizyt, domagać się można skierowań od lekarza na wszelkie niezbędne badania. Takie wizyty powinny odbyć się minimum dwa razy w pierwszym trymestrze, natomiast w każdym kolejnym zależne są adekwatnie od rozwoju ciąży i jej długości trwania. Także w ramach ubezpieczenia zdrowotnego przysługuje bezpłatny poród w przygotowanej do tego placówce, obserwację w szpitalu dla matki i noworodka (najczęściej 2–3 dni), wizyty kontrolne po porodzie (zarówno u matki jak i u dziecka).

Na regularne wizyty kontrolne podczas trwania ciąży uczęszczało 100% kobiet. Tylko 80% kobiet posiadało wiedzę na temat liczby badań USG wykonywanych podczas prawidłowo przebiegającej ciąży. 86% kobiet rozumiało, iż czynnik Rh i grupę krwi oznacza się w celu wykrycia i określenia zagrożenia konfliktem serologicznym. Aż 93% kobiet były świadome w jakim celu wykonuje się badania prenatalne.

Adamczyk i wspólr. wykazał, iż zdecydowana większość kobiet badanych odbyła 7 lub więcej wizyt u lekarza prowadzącego ciążę (10).

Praca przy komputerze

Ciąża, która przebiega prawidłowo nie stanowi przeciwwskazań do wykonywania pracy zawodowej. Jeśli owa praca nie jest nadmiernie obciążająca, nie występują też czynniki niebezpieczne dla płodu to przyszła matka może być jak najdłużej aktywna zawodowo. Wśród najczęstszych wymienianych szczególnie uciążliwych bądź szkodliwych wyróżnić można prace związane z dużym wysiłkiem fizycznym, przenoszeniem ciężarów, pracą w zimnym/gorącym/zmiennym klimacie, podczas hałasu, drgań, promieniowania jonizującego/nadfioletowego, pod ziemią (15).

Aż 80% badanych kobiet spędzało przed komputerem do 4 godz. dziennie, a jedynie 20% kobiet powyżej 4 godz. Tylko 43% kobiet było świadomych zagrożeń jakie niesie za sobą zbyt długie korzystanie z komputera podczas trwania ciąży, a 17% kobiet nie posiadało tej świadomości. Odpowiedź *trudno powiedzieć* wskazało 40% kobiet badanych.

Wdowiak i współpr.(15) przeprowadzili badania dotyczące wpływu pracy przy komputerze i używania telefonu komórkowego na dobrostan noworodka wskazując, iż 40% badanych kobiet pracowało przy komputerze w czasie trwania ciąży. Aż 60% z nich spędzało przy komputerze ponad 4 godz. dziennie. W Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 10 września 1996 r. (Dz. U. nr 114, poz. 545 z późn.zm) i Kodeksie Pracy w sprawie wykazu prac szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla zdrowia kobiet ustalono, iż praca przy monitorach trwająca dłużej niż 4 godz. dziennie jest szkodliwa dla zdrowia kobiet w ciąży.

Wykazano istotną zależność ($p < 0,05$) między wykształceniem respondentek a zażywaniem przez nie kwasu foliowego (tab. I).

Tabela I. Wykształcenie a suplementacja kwasu foliowego

Table I. Education and folic acid supplementation

		Wykształcenie					Ogółem	Test χ^2
		Podstawowe	Gimnazjalne	Średnie	Wyższe niepełne	Wyższe		
Suplementacja kwasem foliowym	Tak	0	67%	86%	100%	98%	91%	$p < 0,005$
	Nie	100%	33%	14%	0	2%	9%	

Wykazano istotną zależność ($p < 0,05$) między miejscem zamieszkania a aktywnością fizyczną w czasie ciąży (tab. II).

Tabela II. Miejsce zamieszkania a aktywność fizyczna kobiet ciężarnych

Table II. Place of residence and physical activity of pregnant women

		Miejsce zamieszkania					Test χ^2
		Miasto				Wieś	
		100–500 tys.	50–100 tys.	10–50 tys.	<10 tys.		
Aktywność fizyczna	Rozpoczęta	26%	0	29%	0	14%	$p < 0,047$
	Kontynuowana	20%	80%	29%	0	7%	
	Brak	54%	20%	42%	100%	79%	

Nie wykazano natomiast zależności między cechami takimi, jak wykształcenie i miejsce zamieszkania oraz wiekiem, a obecną dietą, zażywaniem leków, suplementów diety, paleniem papierosów, świadomością zagrożeń jakie niesie za sobą palenie papierosów, spożywaniem alkoholu podczas ciąży, kawy, uczęszczanie do szkoły rodzenia, korzystaniem z pasów bezpieczeństwa czy czasem spędzonym przed komputerem.

WNIOSKI

Uzyskane wyniki świadczą o niskiej świadomości kobiet dotyczącej wpływu aktywności fizycznej na przebieg ciąży i powrót do formy sprzed okresu ciąży. Należy regularnie edukować zarówno kobiety, jak i personel medyczny na temat zdrowych zachowań, prawidłowej diety i przyjmowania suplementów diety przed zajściem w ciążę i/lub w trakcie jej trwania.

A. E. Charkiewicz, W. J. Omeljanuk, K. Piotrowska

DETERMINANTS OF HEALTH OF PREGNANT WOMEN IN BIALYSTOK

Summary

Aim: The aim of the study was to evaluate health behaviors (especially eating habits, physical activity and the use of stimulants) of pregnant women living in Białystok and its vicinity.

Materials and methods: The study was conducted in 2013, using a proprietary questionnaire, among 76 pregnant women aged 18 to 41 years.

Results: The results indicate that the majority of women did not practise any physical activity during pregnancy, while most of them changed or slightly modified their diet. About 90% of women used folic acid and other dietary supplements. Most women (90%) did not smoke tobacco during pregnancy, and all the ladies did not drink alcohol. Only one woman was not aware of the impact of cigarettes and alcohol on pregnancy. Most women (93%) had adequate knowledge of prenatal care.

Conclusions: The results point to low awareness of the impact of women's physical activity on pregnancy and return to pre-pregnancy fitness and shape. Women should be educated about the correct diet and the necessary dietary supplementation before pregnancy.

PIŚMIENNICTWO

1. Krzyścin M., Kluza M., Chuchracki A., Markwitz W., Bręborowicz G. H.: Palenie papierosów w sa-mooencie kobiet ciężarnych. *Perinatologia, Neonatologia i Ginekologia*. 2013; 6(3): 152-60. – 2. Zysnar-ska M., Adamek R., Kara I.: Rozpowszechnienie palenia papierosów wśród kobiet ciężarnych. *Przegl. Lek.* 2009; 66(10): 719-21. – 3. Laskowska-Klita T., Chelchowska M., Ambroszkiewicz J., Gajewska J., Oltarzewski M.: Wpływ stosowania suplementacji kwasem foliowym diety kobiet palących tytoń i spo-żywiających alkohol w czasie ciąży na masę urodzeniową dzieci w oparciu o badania populacyjne. *Przegl. Lek.* 2011; 68(10): 721-3. – 4. Bucholc M., Wiktor H., Buchajczuk C.: Influence of the domicile on healthy behaviors of pregnant women. *Zdr. Publ.* 2012; 122(3): 274-8. – 5. Wierzejska R., Jarosz M., Sawicki W., Stelmachów J., Siuba M.: Antyzdrowotne zachowania kobiet ciężarnych. Tytoń, alkohol, kofeina. *Żyw. Człow. Metabol.* 2011; 38(2): 84-8. – 6. Godala M., Pietrzak K., Gawron-Skarbek A., Łaszek M., Szatko F.: Zachowania zdrowotne łódzkich kobiet w ciąży. Cz. II. Aktywność fizyczna i stosowanie używek. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2012; 93(1): 43-7. – 7. Urbaniak T., Klejewski A., Pisanska M., Kostecka E.: Wpływ suplementacji diety na masę urodzeniową noworodka. *Przegl. Lek.* 2012; 69(10): 1015-20. – 8. Godala M., Pietrzak K., Łaszek M., Gawron-Skarbek A., Szatko F.: Zachowania zdrowotne łódzkich kobiet w ciąży.

Cz. I. Sposób żywienia i suplementacja witaminowo-mineralna. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2012; 93(1): 38-42. – 9. *Gacek M.*: Niektóre zachowania zdrowotne oraz wybrane wskaźniki stanu zdrowia grupy kobiet ciężarnych. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2010; 91(1): 48-53. – 10. *Adamczyk J. G., Turska A., Boguszewski D.*: Influence of the domicile on healthy behaviors of pregnant women. *Zdr. Publ.*, 2012; 122(4): 353-8.

11. *Myszkowska-Ryciak J., Gurtatowska A., Harton A., Gajewska D.*: Poziom wiedzy żywieniowej a wybrane aspekty sposobu żywienia kobiet w okresie ciąży. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2013; 94(3): 600-4. – 12. *Mędreła-Kuder E.*: Porównanie odżywiania kobiet w okresach przed i w czasie ciąży. *Żyw. Człow. Metabol.*, 2007; 34(1/2): 701-5. – 13. *Zalewska L., Horbaczewska J., Zalewski G., Falkowski A., Włoch K., Książek P.*: Narażenie kobiet ciężarnych na używki, leki oraz stres. *Zdr. Publ.* 2013; 123(2): 128-32. – 14. *Jarosz M., Wierzejska R.*: Suplementacja kwasem foliowym diet kobiet ciężarnych. *Żyw. Człow. Metabol.* 2007; 34(5): 1499-508. – 15. *Wdowiak A., Lewicka M., Sulima M., Kais A., Stec M., Skrzypczak M., Sawicki K., Kapka-Skrzypczak L.*: Praca przy komputerze i korzystanie z telefonu komórkowego a dobrostan noworodka. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2012; 93(4): 698-701.

Adres: 15-295 Białystok, ul. Szpitalna 37

Małgorzata Piróg, Magdalena Joskowska, Anna Lebedzińska

OCENA ZAWARTOŚCI WITAMINY B₂ W WYBRANYCH PRODUKTACH MLECZARSKICH

Katedra i Zakład Bromatologii
Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego
Kierownik: prof. dr hab. P. Szefer

Celem pracy była ocena zawartości witaminy B₂ w wybranych produktach mleczarskich. Zawartość ryboflawiny oznaczono metodą mikrobiologiczną. Badane produkty fermentowane (jogurty, kefiry, zsiadłe mleko) i mleko UHT odznaczały się zróżnicowaną zawartością witaminy B₂.

Hasła kluczowe: witamina B₂, mleko, jogurty.
Key words: vitamin B₂, milk, yoghurts.

Mleko i jego przetwory należą do grupy wartościowych produktów spożywczych, pełniących ważną rolę w żywieniu człowieka. Wszystkie składniki odżywcze mleka znajdują się w formie umożliwiającej ich łatwe trawienie, wchłanianie i przyswajanie. Ponadto, flora bakteryjna występująca w mlecznych napojach fermentowanych wpływa korzystnie na zachowanie zdrowia człowieka. W aktualnych rekomendacjach żywieniowych Instytutu Żywności i Żywienia w Warszawie wyraźnie sugeruje się codzienne spożycie dwóch porcji mleka lub innych produktów mleczarskich dla osób dorosłych (1). Wszystkie składniki mleka: białka, tłuszcz mleczny, związki mineralne i witaminy odznaczają się wszechstronnym prozdrowotnym oddziaływaniem na organizm człowieka (2). W przypadku młodzieży aktywnej fizycznie zaleca się spożywanie codziennie przynajmniej 3–4 porcji mleka lub produktów mlecznych takich jak jogurty, kefiry, maślanka, sery, które są podstawowym źródłem najlepiej przyswajalnego w diecie wapnia i innych składników odżywczych (3).

Produkty mleczarskie są źródłem cennych składników odżywczych, w tym witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A i D) oraz witamin z grupy B, zwłaszcza witaminy B₂ i B₁₂ (4). Składniki mleka są bardzo czułe na ekspozycję światła, szczególnie o dł. fali poniżej 500 nm. Powoduje ono destrukcję witamin, głównie witaminy A i ryboflawiny oraz indukuje utlenianie białek i tłuszczów. Ryboflawina odznacza się termostabilnością, niestety jest fotolabilna i jeśli mleko znajduje się w przezroczystym opakowaniu, poddany działaniu promieni słonecznych, jej zawartość zmniejsza się po 5 min o 26%, a po dłuższym czasie nawet o 85% (5, 6, 7). Wszystkie witaminy należą do składników niezbędnych i powinny być dostarczone wraz z codzienną dietą w odpowiedniej, rekomendowanej ilości (3).

Do biologicznie aktywnych form witaminy B₂ (ryboflawiny) należą nukleotydy flawinowe, wchodzą one w skład koenzymów flawoproteinowych uczestniczących

w reakcjach oksydoredukcyjnych zachodzących w naszym organizmie, w przemianach węglowodanów, tłuszczów i białek, metabolizmie kwasu foliowego, niacyny, witaminy B₆, witaminy K, hematopoezie (erytropoeza, wykorzystanie żelaza), degradacji puryn i w procesie detoksykacji homocysteiny. Ponadto, wpływają na układ immunologiczny, układ nerwowy, stan błon śluzowych, skóry i oczu oraz biorą udział w procesach antyoksydacyjnych (4, 5, 8, 9, 10).

Celem pracy była ocena zawartości witaminy B₂ w wybranych produktach mleczarskich.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 30 rodzajów produktów mleczarskich, które zakupiono w placówkach handlowych na terenie Gdańska. Badaniem objęto mleko, mleko kozie, mleko zsiadłe, zagęszczone i acidofilne (6 rodzajów) oraz 2 kefiry i 22 rodzaje jogurtów pochodzących z różnych zakładów mleczarskich.

Analizowany, zhomogenizowany materiał, poddano hydrolizie kwaśnej (HCl o stęż. 0,1 mol/dm³; 15 min w temp. 121°C) i enzymatycznej (papaina i diastaza) w celu uwolnienia ryboflawiny. Zawartość witaminy B₂ oznaczono metodą mikrobiologiczną, która opiera się na wykorzystaniu zdolności szczepu *Lactobacillus casei* do produkcji kwasu mlekowego, proporcjonalnie do zawartości ryboflawiny w badanych próbkach (11).

Dokładność i precyzję zastosowanej metody sprawdzono poprzez oznaczenie zawartości witaminy B₂ w próbkach mleka i jogurtów naturalnych. Uzyskano satysfakcjonującą dokładność i precyzję pomiarów analitycznych (tab. I).

Tab e l a I. Dokładność i precyzja zastosowanej metody

Tab l e I. Accuracy and precision of the method applied

Nazwa produktu	Oznaczona zawartość (mg/100 g)	Wzbogacenie (mg)	Średni odzysk (%)	SD	Błąd względny (%)	RSD (%)
Mleko UHT	0,189	1,5	115,3	±0,03	+15,3	0,026
Mleko UHT	0,221	2,0	118,5	±0,02	+18,5	0,017
Jogurt	0,204	1,0	97,5	±0,02	-2,5	0,002
Jogurt	0,204	1,5	102,8	±0,02	+2,8	0,003

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tab. II przedstawiono oznaczoną zawartość witaminy B₂ w badanych produktach mleczarskich.

Zawartość oznaczonej ryboflawiny w badanych produktach była zróżnicowana. Największą zawartość witaminy B₂ oznaczono w mleku zagęszczonym (średnia zawartość była równa 0,329 mg/100 g), a najmniejszą w napoju jogurtowym o smaku truskawkowym wynoszącą: 0,096 mg/100 g).

Tab e l a II. Zawartość witaminy B₂ w produktach mleczarskich w mg/100 g (średnia zawartość ± odchylenie standardowe i zakres oznaczalności)

Tab l e II. The concentrations of B₂ vitamins in milk products in mg/100 g (means ± SD and range)

Produkty do picia	Witamina B ₂	Jogurty	Witamina B ₂
Mleko UHT 2% tłuszczu	0,183 ± 0,01 (0,173 – 0,195)	Jogurt naturalny ¹	0,189 ± 0,01 (0,172 – 0,207)
Mleko lekkostrawne UHT	0,169 ± 0,01 (0,135 – 0,161)	Jogurt naturalny ²	0,216 ± 0,01 (0,195 – 0,233)
Mleko kozie UHT	0,113 ± 0,01 (0,107 – 0,115)	Jogurt naturalny ³	0,139 ± 0,005 (0,133 – 0,145)
Mleko zagęszczone, niesłodzone	0,329 ± 0,01 (0,315 – 0,345)	Jogurt naturalny ⁴	0,169 ± 0,005 (0,164 ± 0,176)
Zsiadłe mleko	0,181 ± 0,01 (0,163 – 0,198)	Jogurt naturalny ⁵	0,202 ± 0,006 (0,196 ± 0,208)
Mleko acidofilne	0,184 ± 0,003 (0,180 – 0,188)	Jogurt naturalny ⁶	0,273 ± 0,005 (0,266 ± 0,278)
Kefir ¹	0,103 ± 0,002 (0,100 – 0,107)	Kozi jogurt naturalny	0,149 ± 0,01 (0,138 – 0,166)
Kefir ²	0,158 ± 0,002 (0,155 – 0,160)	Jogurt naturalny gęsty bez dodatku cukru	0,102 ± 0,005 (0,095 – 0,108)
Jogurt pitny naturalny ¹	0,124 ± 0,003 (0,122 – 0,129)	Jogurt naturalny wapń + probiotyk	0,127 ± 0,004 (0,120 – 0,133)
Jogurt pitny naturalny ²	0,204 ± 0,004 (0,199 – 0,206)	Jogurt truskawkowy ¹	0,145 ± 0,004 (0,141 – 0,149)
Jogurt pitny truskawkowy ¹	0,153 ± 0,033 (0,149 – 0,156)	Jogurt truskawkowy ²	0,128 ± 0,004 (0,123 – 0,132)
Jogurt pitny truskawkowy ²	0,159 ± 0,04 0,153 – 0,163	Jogurt truskawkowy ³	0,127 ± 0,026 (0,123 – 0,130)
Napój jogurtowy truskawkowy	0,096 ± 0,005 (0,09 – 0,105)	Jogurt jagodowy	0,114 ± 0,023 (0,113 – 0,118)
Jogurt pitny jagodowy	0,146 ± 0,003 (0,144 – 0,149)	Jogurt wiśniowy	0,222 ± 0,01 (0,212 – 0,238)
Jogurt pitny suszona śliwka	0,145 ± 0,005 (0,141 – 0,148)	Jogurt malinowy	0,170 ± 0,003 (0,165 – 0,173)

¹⁻⁶ – produkty wyprodukowane przez różnych producentów

Należy podkreślić, że tylko w przypadku jednego z badanych produktów producent podał na opakowaniu zawartość ryboflawiny. Był to jogurt naturalny¹ gdzie deklarowana zawartość witaminy B₂ wynosiła 0,25 mg w 100 g, natomiast średnia oznaczona wartość była równa 0,189 mg/100 g. Produkty mleczne powinny być uwzględniane w codziennej diecie ze względu na wartość odżywczą. W najnowszych rekomendacjach żywieniowych (IŻŻ 2016) zaleca się spożycie dwóch porcji mleka lub innych produktów mlecznych (1).

Wśród analizowanych jogurtów naturalnych i naturalnych pitnych (11 rodzajów) najwyższą średnią zawartość witaminy B₂ wynoszącą: 0,278 mg/100 g oznaczono

w jogurcie naturalnym⁶, a najniższą zawartością wynoszącą: 0,095 mg/100 g odznaczał się jogurt naturalny gęsty bez dodatku cukru. Jogurt naturalny wyprodukowany z koziego mleka zawierał zbliżoną zawartość ryboflawiny – średnio 0,149 mg/100 g.

Zawartość witaminy B₂ w jogurtach owocowych (6 rodzajów) wynosiła od 0,113 do 0,238 mg/100 g, a w jogurtach pitnych owocowych od 0,09 do 0,163 mg/100 g.

Zawartość ryboflawiny w analizowanych próbkach mleka: UHT, UHT lekkostrawne, zsiadłe i acidofilne była w niewielkim stopniu zróżnicowana; wynosiła odpowiednio: 0,183, 0,169, 0,181 i 0,184 mg/100 g. W analizowanych próbkach mleka najniższą zawartość witaminy B₂ oznaczono w mleku kozim (średnio 0,113 mg/100 g).

W mleku zagęszczonym oznaczono 0,329 mg ryboflawiny w 100 g próbki. Jest to produkt zawierający najwyższą zawartość oznaczanej witaminy. Uzyskany wynik porównywalny jest z danymi zawartymi w tabelach składu i wartości odżywczej produktów, gdzie podano wartość równą 0,328 mg/100 g (4).

Analizowane kefiry odznaczały się zróżnicowaną zawartością ryboflawiny: od 0,100 do 0,160 mg/100 g kefiru.

Warto w tym miejscu podkreślić, że badane produkty były wyprodukowane przez różnych producentów, różniły się numerem serii oraz były zakupione w różnym czasie.

Na zawartość ryboflawiny może wpływać wiele czynników – m.in. skład i jakość paszy zwierząt, pora roku, jak również jakość mleka użytego do produkcji. Ponadto, istotny jest przebieg procesów technologicznych oraz warunki przechowywania gotowego produktu. Ryboflawina odznacza się dużą opornością na działanie tlenu i temperatury, jednak jej rozkład następuje pod wpływem światła, szczególnie w środowisku alkalicznym, co może tłumaczyć duży rozrzut uzyskanych wyników (6, 7).

Według zaleceń żywieniowych średnie dobowe zapotrzebowanie dla zdrowych osób dorosłych na ryboflawinę wynosi 1,1 do 1,3 mg na dobę (3). Istotne jest zachęcanie do codziennego spożywania produktów mlecznych ze względu na obecność cennych składników odżywczych, w tym zawartość badanej witaminy w nabiale, gdyż w Polsce ok. 30% spożytej ryboflawiny pochodzi z mleka i przetworów mlecznych (3, 5, 13, 14).

Analizowane naturalne fermentowane produkty mleczne mogą być bardzo dobrym źródłem witaminy B₂, gdyż 100 g jogurtu naturalnego lub 100 g mleka pokrywa zapotrzebowanie na tę witaminę od 15 do 17% w diecie osób dorosłych, a w przypadku małych dzieci od 1 roku do 3 lat w 40% dziennego zapotrzebowania (3).

Zwiększone zapotrzebowanie na ryboflawinę obserwuje się w okresie intensywnego wzrostu, w ciąży i podczas laktacji oraz w zaburzeniach zdrowia tj. gorączka, zranienia oraz podczas zabiegów operacyjnych (3, 9, 12). Zapotrzebowanie organizmu na witaminę B₂ rośnie proporcjonalnie do natężenia przemian energetycznych, a więc w grupie osób aktywnych fizycznie i sportowców. Konsument, dzięki informacjom zamieszczanym przez producentów na etykietach, ma szansę oceny i wyboru produktu zgodnie ze swoimi oczekiwaniami (15).

Prawidłowe żywienie powinno zapewnić organizmowi człowieka dostarczenie wraz z dietą wszystkich niezbędnych składników odżywczych. Mleko i mleczne napoje fermentowane są źródłem pełnowartościowego białka, tłuszczu, związków mineralnych i witamin. Rozwijający się rynek produktów mleczarskich jest odpowiedzialny na oczekiwania konsumenta.

WNIOSKI

1. Oznaczona zawartość witaminy B₂ w badanych produktach mleczarskich była zróżnicowana i wyniosła od 0,096 do 0,329 mg w 100 g produktu.

2. Badane produkty mleczne mogą być znaczącym źródłem witaminy B₂ w diecie człowieka, jednak informacja o wartości odżywczej produktu powinna być podana na etykiecie i czytelna dla konsumenta.

M. Piróg, M. Joskowska, A. Lebedzińska

ASSESSMENT OF CONCENTRATION VITAMIN B₂ IN MILK PRODUCTS

Summary

Milk is a source of many minerals and vitamins necessary for proper functioning of the organism. The purpose of present study has been evaluation of the level of vitamin B₂ in milk and milk products. The contents of the riboflavin has been determined by microbiological method in 30 different kind of milk products which had been purchased in Gdańsk grocery stores. The different level contents of vitamin B₂ has occurred in the examined products, the highest concentration has been shown in the condensed milk (0,328 mg/100 g).

PIŚMIENNICTWO

1. *Jarosz M.*: Materiały I Narodowego Kongresu Żywnościowego w Warszawie, Warszawa; 2016. (www.izz.waw.pl). – 2. *Cichosz G., Czczot H.*: Kontrowersje wokół białek diety. *Pol. Merk. Lek.*, 2013; 35: 210, 397. – 3. *Bulhak-Jachymczyk B.*, Witaminy, [w:] Normy żywieniowe człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych, [red.] *Jarosz M., Bulhak-Jachymczyk B.*: Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2008; 172-232. – 4. *Kunachowicz H.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Instytut Żywności i Żywienia w Warszawie, Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa, 2005; 48-63. – 5. *Nowak K., Żmudzińska-Żurek B.*: Ryboflawina znana jako witamina B₂. *Chemik*, 2009; 2: 65-67. – 6. *Panfil-Kuncewicz H., Kuncewicz A., Pulawski A.*: Wpływ opakowania na trwałość mleka spożywczego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, 2009; 63(2): 5-13. – 7. *Róžańska D., Iłow R., Regulska-Iłow B.*: Wpływ procesów kulinarnych na zawartość wybranych witamin w żywności. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, 2013; 46(3): 250-257. – 8. *Groeber Uwe*: Mikroskładniki odżywcze. Wyd. MedPharm, Wrocław, 2010; 48-51. – 9. *Lebedzińska A., Szefer P.*: Żywność – żywienie – zdrowie: bromatologiczna ocena jakości żywności i wybrane elementy z żywienia człowieka. Akademia Medyczna w Gdańsku, Gdańsk, 2008; 61-64. – 10. *Stępiak A., Kot K., Witczak M., Kondracka B., Bojar I.*: Spożycie witamin z grupy B, a funkcje poznawcze kobiet po menopauzie. *Prz. Menopauz.* 2013; 12(6): 464-471.

11. *AOAC International (2003)*: Official Methods of Analysis, AOAC International, VA. – 12. *Dymkowska-Malesa M., Szparaga A.*: Ocena spożycia wybranych witamin i składników mineralnych w przedszkolnych racjach pokarmowych dzieci z terenu Koszalina. *Nowa Pediatr.*, 2013; 17(3): 106-110. – 13. *Cichosz G., Czczot H.*: Tłuszcz mlekowy w profilaktyce chorób dietozależnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2014; 47(1): 1-9. – 14. *Mojka K.*: Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych. *Probl. Hig. Epidemiol.*, 2013; 94 (4): 722-72. – 15. *Ratkowska B.*: Znakowanie produktów mlecznych jako źródło informacji o ich składzie i wartości odżywczej. *Przegląd Mleczarski*, 2009; 3.

Adres: 80-216 Gdańsk, Al. Gen. Hallera 107

Bartosz Kulczyński, Anna Gramza-Michałowska

ZNACZENIE ŻYWIENIOWE IMBIRU

Katedra Technologii Żywności Człowieka
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Kierownik: prof. dr hab. *J. Korczak*

Hasła kluczowe: przyprawy, imbir, gingerol, działanie hipoglikemiczne, właściwości prozdrowotne.

Key words: spices, ginger, gingerol, hypoglycemic effect, health-promoting properties.

Przyprawy są cennym składnikiem wykorzystywanym we wszystkich kuchniach świata. Związki w nich obecne, nadają charakterystyczny smak, aromat i kolor wielu potrawom. Poprzez oddziaływanie na zmysły smaku i zapachu, poprawiają także nasz apetyt. Mogą również modyfikować teksturę żywności. Przyprawy stosowane były od tysięcy lat w różnych krajach, jako element medycyny ludowej. Wiele wyników badań dostarcza silnych dowodów, potwierdzających ich szerokie działanie prozdrowotne (1). Jedną z najlepiej poznanych przypraw jest imbir lekarski (*Zingiber officinale*). Nazwa tej rośliny została nadana przez angielskiego botanika, Williama Roscoe, w 1807 r. Zapisy w literaturze sugerują, że przyprawa ta była wysoko cenionym towarem handlowym. W XIII i XIV wieku, jeden funt imbiru (1 funt = 0,45 kg), warty był tyle samo, co jedna owca (2). Imbir stosowany był m.in. w tradycyjnej medycynie indyjskiej, chińskiej, czy też perskiej. Wykorzystywano go w leczeniu wielu chorób i schorzeń: niestrawności, wzdęć, nudności, wrzodów, bólów głowy, zapalenia stawów, czy też zapalenia płuc (2, 3). Jadalną część imbiru stanowią podziemne kłącza, które przetwarza się na proszek, syrop, olejki, czy też oleozywicę. Spośród wszystkich poznanych przypraw, *Zingiber officinale* cechuje się jedną z największych różnorodności zastosowań. Wykorzystuje się go do produkcji suplementów diety oraz jako dodatek do napojów (np. piwa) i produktów spożywczych (curry, zup, dżemów, pieczywa i wyrobów cukierniczych) (4). Imbir wpisano na listę bezpiecznych dodatków do żywności GRAS (*ang. Generally Recognised As Safe*), jednakże brakuje badań oceniających bezpieczeństwo jego spożycia podczas ciąży, laktacji, czy też w okresie dzieciństwa (5). W pracy skupiono się na przedstawieniu wartości żywieniowej imbiru, charakteryzując jego skład chemiczny oraz właściwości prozdrowotne.

Charakterystyka botaniczna

Imbir lekarski (*Zingiber officinale*) jest wieloletnią rośliną zielną, należącą do rodziny imbirowatych (*Zingiberaceae*). Wytwarza on wyprostowaną łodygę o wysokości ok. 60–90 cm, pokrytą ciemnozielonymi, lancetowatymi i bezogonkowymi

liśćmi. Kwiaty imbiru są zebrane w klasokształtne kwiatostany o kolorze zielono-żółtym, z fioletową warzką. Surowiec stanowią podziemne, widlasto rozgałęzione kłącza, podzielone na bulwiaste odcinki, sięgające do 10 cm długości. Kłącza te są koloru jasnobrązowego, pokryte grubą, pomarszczoną korą (6, 7). Imbir rośnie w ciepłym (19–28°C), wilgotnym klimacie i uprawiany jest na terenach do wysokości 1500 m nad poziomem morza. Roślina rozwija się na dobrze zmeliorowanych glebach, bogatych w materię organiczną. Optymalne pH gleby wynosi 6,0–6,5. Imbir uprawiany jest głównie na obszarze Chin, Nepalu, Indii, Tajwanu, Bangladeszu i Nigerii. Największym jęgo producentem na świecie są Indie (3, 8).

Skład chemiczny

Skład imbiru uzależniony jest od miejsca pochodzenia rośliny oraz tego, czy kłącza są świeże, czy wysuszone. Część jadalna zawiera podstawowe składniki odżywcze, takie jak białka, tłuszcze, węglowodany, błonnik pokarmowy oraz witaminy i składniki mineralne (9, 10, 11). Wartości wybranych składników zostały przedstawione w tab. I. Wśród lipidów, obecne są wolne kwasy tłuszczowe (m.in. kwas palmitynowy, oleinowy, linolowy, kaprylowy, kaprynowy, laurynowy, mirystynowy, pentadekanowy, heptadekanowy, stearynowy, linolenowy, arachidowy), a także lecytyna, kwas fosfatydowy i glikolipidy. Skład aminokwasowy imbiru stanowią głównie: arginina, kwas asparaginowy, cysteina, glicyna, izoleucyna, leucyna, seryna, treonina i walina. Skrobia stanowi do 50% zawartości węglowodanów

Tab e l a I. Wartość odżywcza imbiru (wyniki wyrażono w przeliczeniu na suchą masę)

Tab l e I. The nutritional value of ginger (results are expressed on a dry weight basis)

Składnik	Piśmiennictwo		
	<i>Tanveer</i> i współpr. (10)	<i>Nandi</i> i współpr. (11)	<i>Odebumi</i> i współpr. (9)
Kaloryczność (kcal/100g)	Brak danych	50,93	Brak danych
Białko	%	8,43	6,06
Tłuszcz		5,35	2,24
Błonnik pokarmowy		3,14	4,61
Popiół		2,60	1,85
Potas	mg/100 g	410,91	Brak danych
Magnez		45,02	
Fosfor		32,56	
Wapń		15,76	
Sód		12,37	
Mangan		0,70	
Miedź		0,58	
Żelazo		0,54	
Cynk		0,33	

(2). Właściwości prozdrowotne imbiru oraz jego cechy sensoryczne zależą przede wszystkim od obecności fitoskładników, które podzielić można na grupę lotnych i nielotnych związków. Wśród lotnych związków wymienia się przede wszystkim monoterpenu i seskwiterpenu: α -zingiberen, zingiberol, α -farnezen, β -bisabolen, β -felandren, kamfen, cyneol, linalol, limonen, geraniol, terpineol, ar-kurkumen. Do związków nielotnych zalicza się głównie: zingeron, paradole, gingerole (np. (6)-gingerol i (10)-gingerol) oraz szogaole, które powstają w wyniku odwodnienia gingeroli (12, 13).

Właściwości prozdrowotne

Jak już wcześniej wspomniano, imbir ma długą historię stosowania jako lek roślinny, w leczeniu wielu dolegliwości. Ostatnie wyniki badań wskazują na szerokie działanie prozdrowotne przyprawy. Zostały one omówione w poniższej części artykułu.

Działanie przeciwcukrzycowe

W badaniu przeprowadzonym przez *Oludoyin* i *Adegoke* (14) zaobserwowano właściwości hipoglikemiczne imbiru. Badanie to opierało się na podawaniu szczurom z indukowaną streptozotocyną cukrzycą, 4 cm³/kg masy ciała, ekstraktu ze świeżego lub gotowanego imbiru, przez okres 4 tygodni. W drugim oraz czwartym tygodniu badań mierzono zwierzętom poziom glukozy we krwi na czczo. Okazało się, że podaż obydwóch rodzajów ekstraktów, wpływa korzystnie na obniżenie poziomu cukru do podobnych wartości, jakie odnotowano w okresie przed wywołaniem choroby. Co więcej, u suplementowanych, zdrowych osobników również zaobserwowano spadek glukozy we krwi (14). Podobne wyniki uzyskali *Jafri* i współpr. (15), którzy sprawdzali efekt podaży wodnego ekstraktu z imbiru, w dawce 500 mg/kg masy ciała, na stężenie glukozy we krwi u szczurów z wywołaną alloksanem cukrzycą. Po trwającym 6 tygodni doświadczeniu, odnotowali spadek wartości badanego parametru. Również eksperyment prowadzony przez *Ramudu* i współpr. (16) pokazał, że spożycie 100 lub 200 mg/kg masy etanolowego ekstraktu z imbiru, przyczyniało się do obniżenia poziomu cukru we krwi wśród szczurów cierpiących na cukrzycę. Zaobserwowany efekt hipoglikemiczny zależny był od stężenia ekstraktu. Jak podaje literatura, istnieje wiele mechanizmów, poprzez które związki obecne w imbirze mogą wykazywać działanie hipoglikemiczne. Wymienia się tu przede wszystkim zwiększenie wrażliwości tkanek na insulinę i zmniejszenie wchłaniania glukozy z jelit. Uważa się, że składniki imbiru wpływają hamująco na aktywność enzymów trawiennych, głównie amylazy trzustkowej (17).

Właściwości hipolipemizujące

Dostępne są badania, których wyniki dostarczają dowodów na działanie hipolipemiczne *Zingiber officinale*. W badaniu wykonanym przez *ElRokh* i współpr. (18), stwierdzono, że spożycie imbiru może powodować poprawę profilu lipidowego we krwi. Podczas 4-tygodniowego doświadczenia, szczurom o stwierdzonej hipercholesterolemii wywołanej dietą wysokotłuszczową, podawano wodny ekstrakt z imbiru, w dawce 100, 200 i 400 mg dziennie. Po zakończeniu eksperymentu, zaobserwowano spadek cholesterolu całkowitego we krwi, w zależności od dawki, odpowied-

nio o 70,85; 69,41 i 77,96%. Warto zauważyć, że poziom redukcji cholesterolu był wyższy w grupach suplementowanych ekstraktem z imbiru, aniżeli w grupie, której podawano atorwastatynę – lek hipolipemiczny z grupy statyn. Równocześnie, w badaniu tym, odnotowano obniżenie stężenia triglicerydów we krwi o 42,53; 84,28 i 90,49%. W grupie przyjmującej wspomniany lek, redukcja triglicerydów wyniosła 76,79%. Nastąpił również spadek cholesterolu frakcji LDL (o 96,48; 97,86 i 98,56%) oraz wzrost poziomu cholesterolu frakcji HDL (o 42,50; 64,99 i 42,75%) (18). Efekt hipolipemiczny został zaobserwowany także u myszy cierpiących na cukrzycę, którym przez okres 12 dni podawano 100 mg/kg masy ciała, (6)-gingerolu wyizolowanego z imbiru. Odnotowano redukcję triglicerydów we krwi (o 41,1%), cholesterolu całkowitego (o 31,2%), a także cholesterolu LDL (o 27,9%). Obniżeniu uległo również stężenie wolnych kwasów tłuszczowych (o 24,4%). Ponadto, stwierdzono spadek poziomu dialdehydu malonowego (MDA) w tkankach wątroby i nerek (19). Właściwości hipolipemizujące imbiru potwierdzili również *Taha* i współpr. (20). Naukowcy podawali szczurom z wywołaną hiperlipidemią, 400 mg/kg masy ciała etanolowego ekstraktu z imbiru przez 4 tygodnie. Stwierdzili statystycznie istotny spadek stężenia cholesterolu całkowitego we krwi, triglicerydów i cholesterolu LDL, w porównaniu z grupą pozbawioną dodatku ekstraktu. Jednocześnie zanotowano wzrost poziomu cholesterolu frakcji HDL. Co ciekawe, w tym samym badaniu stwierdzono, że osobniki zdrowe, które przyjmowały ekstrakt z imbiru, cechowały się statystycznie znaczącym, niższym stężeniem cholesterolu całkowitego oraz triglicerydów, w odniesieniu do szczurów zdrowych, nie otrzymujących imbiru. Podobnie jak we wcześniejszym badaniu, dostrzeżono obniżenie poziomu MDA, jednakże w tym doświadczeniu, jego stężenie mierzone było w tkankach serca (20). Korzystny wpływ imbiru na profil lipidowy krwi został potwierdzony w badaniach przeprowadzonych z udziałem pacjentów cierpiących na cukrzycę typu 2. Ochotnicy spożywali przez 12 tygodni, 1600 mg sproszkowanego kłącza imbiru, w postaci dwóch kapsułek dziennie. Po zakończonej interwencji zaobserwowano statystycznie istotny spadek cholesterolu całkowitego (o 15,4 mg/dl) oraz triglicerydów (o 45,4 mg/dl). Odnotowano także spadek stężenia cholesterolu LDL (o 8,8 mg/dl) i wzrost stężenia cholesterolu HDL (o 1,3 mg/dl), jednakże różnice te nie były znaczące statystycznie (21).

Aktywność przeciwdrobnoustrojowa

Dane literaturowe wskazują na właściwości przeciwbakteryjne imbiru. *Gur* i współpr. (22) dowiedli, że metanolowy ekstrakt z kłącza imbiru hamuje rozwój wielu bakterii, m.in.: *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Listeria monocytogenes* oraz *Streptococcus spp.*. Najsilniejszy efekt inhibitujący odnotowano wobec *Staphylococcus aureus*. Jednocześnie warto podkreślić, że strefa zahamowania wzrostu tej bakterii była większa niż w przypadku zastosowania penicyliny G. Ciekawe doświadczenie przeprowadzili *Sasidharan* i *Menon* (23), którzy wykazali działanie antibakteryjne i antygrzybiczne *Zingiber officinale*. Autorzy porównywali działanie przeciwdrobnoustrojowe olejków eterycznych, pozyskanych ze świeżego i suszonego imbiru i stwierdzili, że olej z suszonego imbiru wpływa hamująco na rozwój poszczególnych bakterii: *Bacillus subtilis*

i *Pseudomonas aeruginosa*, oraz grzybów: *Aspergillus niger*, *Penicillium spp.*, *Candida albicans* i *Saccharomyces cerevisiae*. Podobny efekt odnotowano dla oleju ze świeżego imbiru, jednakże nie zaobserwowano działania przeciugrzybiczego wobec *Penicillium spp.* Warto dodać, że strefa zahamowania wzrostu bakterii *Pseudomonas aeruginosa* była większa dla suszonego imbiru, niż dla związku referencyjnego, jakim była tetracyklina. Z kolei obydwie rodzaje olejków cechowały się silniejszymi właściwościami przeciwdrobnoustrojowymi, w porównaniu do nystatyny – antybiotyku o działaniu przeciugrzybiczym (23).

Działanie antyagregacyjne

Nadmierna agregacja trombocytów, powodująca utrudnienia w swobodnym przepływie krwi przez naczynia krwionośne, może prowadzić do rozwoju wielu chorób. Badania przeprowadzone przez *Thomson* i współpracowników (24) dostarczyły dowodów, świadczących o działaniu przeciwplateletowym imbiru. W doświadczeniu tym, podawano szczurom wodny ekstrakt z imbiru, w ilości 50 mg/kg masy lub 500 mg/kg masy, przez okres 4 tygodni. Zastosowano dwie drogi podaż: doustną i dootrzewnową. Po zakończonym eksperymencie stwierdzono, że dawka 50 mg/kg nie wpłynęła istotnie na zmiany stężenia tromboksanu B₂. Natomiast zastosowana ta sama dawka ekstraktu, przy podaniu *per os*, spowodowała spadek stężenia prostaglandyny E₂ (PGE₂). W przypadku podania 500 mg/kg ekstraktu z imbiru, zarówno drogą doustną, jak i dootrzewnową, zaobserwowano redukcję poziomu PGE₂. Obniżenie stężenia tromboksanu B₂ (TBX₂) dostrzeżono jedynie podczas doustnej podaż (24). Wpływ imbiru na agregację płytek krwi u pacjentów cierpiących na chorobę wieńcową był przedmiotem badań wykonanych przez *Bordia* i współpracowników (25). Dostrzegli oni, że podanie 10 g sproszkowanego imbiru spowodowało zahamowanie agregacji płytek krwi, wywołanej adenozyndifosforanem oraz epinefryną. W tym samym badaniu, nie odnotowano żadnego wpływu 3 miesięcznej podaż 4 g sproszkowanego imbiru dziennie, na agregację płytek. Ponadto, nie dostrzeżono zmian w poziomie aktywności fibrynolitycznej osocza, ani stężenia fibrynogenu. Z kolei doświadczenie prowadzone przez *Verma* i *Bordia* (26) wykazało, że podanie 5 g sproszkowanego imbiru podczas spożywania tłustego posiłku, zahamowało poposiłkowy spadek aktywności procesów fibrynolizy. Podaż imbiru spowodowała zwiększenie fibrynolizy o 31,5%, w porównaniu do pacjentów otrzymujących placebo.

Właściwości przeciwutleniające

Prowadzone badania nad aktywnością przeciwutleniającą imbiru dowiodły, że surowiec ten wykazuje silniejszą zdolność do zmiatania rodników hydroksylowych niż kwercetyna. Związki zawarte w ekstrakcie z imbiru powodowały również hamowanie peroksydacji lipidów, zarówno w temp. 37°C jak i 80°C. Uzyskany efekt był porównywalny do działania BHT (butylohydroksytoluenu) (27). Badania wykonane przez *Hinneburg* i współpracowników (28) dostarczyły dowodów, że wodne ekstrakty z imbiru mają zdolność redukcjonowania jonów żelaza (III) do żelaza (II), chelatowania jonów żelaza (II) oraz zmiatania wolnych rodników DPPH. Ciekawe badania zostały przeprowadzone z wykorzystaniem szczurów, u których wywołano uszkodzenia wątroby octanem ołowiu. W doświadczeniu tym sprawdzano wpływ podaż ekstraktu z imbiru, w dawce 160 mg/kg masy przez okres 50 dni, na poziom dialdehydu

malonowego i enzymów antyoksydacyjnych w komórkach wątroby badanych zwierząt. Stwierdzono, że osobniki chore, otrzymujące imbir, cechowały się niższym stężeniem dialdehydu malonowego oraz wyższym poziomem enzymów o działaniu przeciwutleniającym: dysmutazy ponadtlenkowej, peroksydazy glutationowej oraz glutationu, w porównaniu do zwierząt pozbawionych tego dodatku (29).

Podsumowanie

Zingiber officinale jest szeroko stosowaną przyprawą na świecie. Od setek lat wykorzystywano go w leczeniu wielu chorób. Analiza składu chemicznego wskazuje na obecność wielu lotnych i nielotnych związków, które są odpowiedzialne za właściwości smakowe i zapachowe imbiru, a także jego działanie prozdrowotne. Aktualne wyniki badań dostarczają licznych dowodów na działanie przeciwcukrzycowe, hipolipemiczne, przeciwplatekcyjne, antyobrzaszkowe oraz przeciwutleniające. Według Amerykańskiej Agencji ds. Żywności i Leków (*ang. US Food and Drug Administration, FDA*), imbir został sklasyfikowany jako „powszechnie uznany za bezpieczny” (*ang. Generally Recognized as Safe, GRAS*) i dopuszczony do stosowania w przemyśle spożywczym.

B. Kulczyński, A. Gramza-Michałowska

NUTRITIONAL IMPORTANCE OF GINGER

PIŚMIENNICTWO

1. Srinivasan K.: Role of spices beyond food flavoring: nutraceuticals with multiple health effects. *Food Rev Int.*, 2005; 21: 167-188. – 2. Imtiaz S., Rahman K., Sultana A., Tariq M., Chaudhary S.S.: *Zingiber officinale* Rosc.: A traditional herb with medicinal properties. *TANG*, 2013; 3(4): 1-7. – 3. Kumar G., Karthik L., Bhaskara K.V.: A review on pharmacological and phytochemical properties of *Zingiber officinale* Roscoe (Zingiberaceae). *Journal of Pharmacy Research*, 2011; 4(9): 2963-2966. – 4. Singletary K.: Ginger – an overview of health benefits. *Nutr. Today*, 2010; 45(4): 171-183. – 5. Zadeh J.B., Kor N.M.: Physiological and pharmaceutical effects of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) as a valuable medicinal plant. *Eur. J. Exp. Biol.*, 2014; 4(1): 87-90. – 6. Moghaddasi M.S., Kashani H.H.: Ginger (*Zingiber officinale*): A review. *J. Med. Plants Red.*, 2012; 6(26): 4255-4258. – 7. Gryś A., Łowicki Z., Parus A.: Właściwości lecznicze imbiru (*Zingiber officinale* Roscoe). *Post. Fitoter.*, 2010; 1: 42-45. – 8. Kandiannan K., Sivaraman K., Thankamani C.K., Peter K.V.: Agronomy of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) – a review. *J. Spices aromatic Crop.*, 1996; 5(1): 1-27. – 9. Odebummi E.O., Oluwaniyi O.O., Bashiru M.O.: Comparative proximate analysis of some food condiments. *J. Appl. Sci. Res.*, 2009; 2(1): 1-3. – 10. Tanveer S., Shahzad A., Ahmed W.: Composition and mineral profiling of *Zingiber officinale*. *Pak J. Food Sci.*, 2014; 24(1): 21-26.
11. Nandi S., Saleh-e-In M., Rahim M., Bhuiyan N.H., Sultana N., Ahsan A., Shmed S., Siraj S., Rahman Z., Roy S.: Quality composition and biological significance of the Bangladesh and China ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *J. Microb. Biotech. Food Sci.*, 2013; 2(5): 2283-2290. – 12. Ramakrishnan R.: Anticancer properties of *Zingiber officinale* – ginger: a review. *IJMPS*, 2013; 3(5): 11-20. – 13. Shukla Y., Sing M.: Cancer preventive properties of ginger: A brief review. *Food Chem. Toxicol.*, 2007; 45: 683-690. – 14. Oludoyin A.P., Adegoke S.R.: Effect of ginger (*Zingiber officinale*) extracts on blood glucose in normal and streptozotocin – induced diabetic rats. *IJCN*, 2014; 2(2): 32-35. – 15. Jafri S.A., Abass S., Qasim M.: Hypoglycemic effect of ginger (*Zingiber officinale*) in alloxan induced diabetic rats (rattus norvegicus). *Pak. Vet. J.*, 2011; 31(2): 160-162. – 16. Ramudu S.K., Mallikarjuna K., Kesireddy S.R.: Efficacy of ethanolic extract of ginger on kidney lipid metabolic profiles in diabetic rats. *Int. J. Diabetes Dev Ctries.*, 2011; 31(2):

97-103. – 17. *Salim K.*: Hypoglycemic property of ginger and green tea and their possible mechanisms in diabetes mellitus. *Open Conf. Proc. J.*, 2014; 5: 13-19. – 18. *ElRokh el-S.M., Yassin N.A., El-Shenawy S.M., Ibrahim B.M.*: Antihypercholesterolaemic effect of ginger rhizome (*Zingiber officinale*) in rats. *Inflammopharmacology*, 2013; 18(6): 309-315. – 19. *Singh A.B., Singh A.N., Maurya R., Srivastava A.K.*: Anti-hyperglycaemic, lipid lowering and anti-oxidant properties of (6)-gingerol in db/db mice. *Int. J. Med. Med. Sci.*, 2009; 1(12): 536-544. – 20. *Taha N.M., Mandour A.A., Lebda M.A.*: Antioxidative and cardio-protective effects of ethanolic extract of ginger on triton wr-1339 induced hyperlipidemia in rats. *Int. J. Chem. Res.*, 2014; 6(1): 153-158.

21. *Arablou T., Aryaeian N., Valizadeh M., Sharifi F., Hosseini A., Djalali M.*: The effect of ginger consumption on glycemic status, lipid profile and some inflammatory markers in patients with type 2 diabetes mellitus. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2014; 65(4): 515-520. – 22. *Gur S., Turgut-Balik D., Gur N.*: Antimicrobial activities and some fatty acids of turmeric, ginger root and linseed used in the treatment of infectious diseases. *WJAS*, 2006; 2(4): 439-442. – 23. *Sasidharan I., Menon A.N.*: Comparative chemical composition and antimicrobial activity fresh & dry ginger oils (*Zingiber officinale* Roscoe). *Int. J. Curr Pharm. Res.*, 2010; 2(4): 40-43. – 24. *Thomson M., Al-Qattan K.K., Al-Sawan S.M., Alnaqeeb M.A., Khan I., Ali M.*: The use of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) as a potential anti-inflammatory and antithrombotic agent. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 2002; 67(6): 475-478. – 25. *Bordia A., Verma S.K., Srivastava K.C.*: Effect of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and fenugreek (*Trigonella foenumgraecum* L.) on blood lipids, blood sugar and platelet aggregation in patients with coronary artery disease. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 1997; 56(5): 379-384. – 26. *Verma S.K., Bordia A.*: Ginger, fat and fibrinolysis. *Indian J. Med. Sci.*, 2001; 55(2): 83-86. – 27. *Stoilova I., Krastanov A., Stoyanova A., Denev P., Gargova S.*: Antioxidant activity of a ginger extract (*Zingiber officinale*). *Food Chem.*, 2007; 102: 764-770. – 28. *Hinneburg I., Dorman H.J., Hiltunen R.*: Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem.*, 2006; 97: 122-129. – 29. *Attia A.M., Ibrahim F.A., Nabil G.M., Aziz S.W.*: Antioxidant effects of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) against lead acetate-induced hepatotoxicity in rats. *Afr. J. Pharm. Pharmacol.*, 2013; 7(20): 1213-1219.

Adres: 60-624 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31

*Magdalena Hartman-Petrycka, Agata Lebiedowska, Weronika Bobrowska¹,
Barbara Błońska-Fajfrowska*

PRODUKTY DO SMAROWANIA PIECZYWA.
CZ. III. SPOSÓB PAKOWANIA I OZNAKOWANIA
UMIESZCZONE NA OPAKOWANIACH

Katedra i Zakład Podstawowych Nauk Biomedycznych,
Wydziału Farmaceutycznego z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu,
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach

¹ Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Podstawowych Nauk
Biomedycznych, Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach

Prof. dr hab. n. med. *B. Błońska-Fajfrowska*

Przedmiotem badań były 52 produkty do smarowania pieczywa. Każdy produkt oceniany był pod kątem posiadanego opakowania. Większość produktów spełniała wytyczne w zakresie znakowania środków spożywczych. Większość producentów umieszczała graficzne znaki informacyjne, dotyczące rodzaju materiału, z których opakowania wykonano, ich przydatności do recyklingu i przydatności do pakowania żywności chociaż nie jest to bezwzględnie wymagane. Stwierdzono ponadto, nieprawidłowości dotyczące treści reklam umieszczanych na opakowaniach.

Hasła kluczowe: masło, margaryna, tłuszcze, opakowania, znakowanie produktów spożywczych.

Key words: butter, margarine, fats, packages, food labelling.

Produkty do smarowania pieczywa klasyfikowane są ze względu na rodzaj oraz ilość zawartego w nich tłuszczu (tab. I) (1). Według Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego mogą one należeć do tłuszczów mlecznych – pozyskiwanych z mleka lub niektórych jego produktów, tłuszczów – produkowanych z płynnych lub stałych tłuszczów roślinnych lub zwierzęcych, w których zawartość tłuszczu mlecznego nie przekracza 3% zawartości tłuszczu oraz tłuszczów złożonych z produktów roślinnych lub zwierzęcych – zawierających płynne lub stałe tłuszcze roślinne lub zwierzęce, w tym 10–80% tłuszczu mlecznego (1).

Wszystkie tłuszcze do smarowania pieczywa muszą mieć umieszczoną na opakowaniu nazwę własną oraz nazwę handlową produktu wg nazewnictwa umieszczonego w tab. I (1). Wyjątek stanowią nazwy produktów, których dokładny charakter jest oczywisty ze względu na tradycyjne stosowanie, lub kiedy nazwy są używane w sposób oczywisty w celu opisania charakterystycznej jakości produktu (1). Ponadto, na produktach musi być umieszczona masa produktu; data minimalnej trwałości

lub termin przydatności do spożycia; wszelkie specjalne warunki przechowywania lub warunki użycia; dane identyfikujące producenta, kraj lub miejsce pochodzenia; informacja o wartości odżywczej (2).

Tabela I. Podział tłuszczów do smarowania pieczywa

Table I. Classification of fat spreads

Grupa tłuszczów	Nazwa handlowa	Zawartość tłuszczu w %
Tłuszcze mleczne	Masło	80 – 90
	Masło o zawartości 3/4 tłuszczu	60 – 62
	Masło półtłuste	39 – 41
	Tłuszcz mleczny do smarowania X %	< 39
		> 41 < 60
> 62 < 80		
Tłuszcze	Margaryna	80 – 90
	Margaryna o zawartości 3/4 tłuszczu	60 – 62
	Margaryna półtłusta	39 – 41
	Tłuszcze do smarowania X %	< 39
		> 41 < 60
> 62 < 80		
Tłuszcze złożone z produktów roślinnych lub zwierzęcych	Miks tłuszczowy	80 – 90
	Miks o zawartości 3/4 tłuszczu	60 – 62
	Miks tłuszczowy półtłusty	39 – 41
	Miks tłuszczowy do smarowania X %	< 39
		> 41 < 60
> 62 < 80		

Na opakowaniu tłuszczu do smarowania za wyjątkiem masła muszą być zawarte informacje dotyczące składu. Obecność składników pełniących funkcje: barwników, środków konserwujących, przeciwutleniaczy, emulgatorów, środków zagęszczających, regulatorów kwasowości musi być oznaczona nazwą kategorii oraz nazwą szczegółową lub numerem E. Składniki powinny być wymienione w malejącej kolejności wagowej, określanej w chwili ich zastosowania w procesie produkcyjnym. Wyjątkiem są substancje stanowiące poniżej 2% gotowego produktu, bowiem mogą być wymieniane w dowolnej kolejności na końcu wykazu składników (2). Na opakowaniu produktu do smarowania pieczywa musi być umieszczona procentowa zawartość tłuszczu w stosunku do masy w momencie produkcji, w przypadku miksów tłuszczowych producent zobowiązany jest zamieścić zawartość tłuszczów roślinnych i zwierzęcych w malejącej kolejności wagowej (1). Tłuszcze lub oleje rafinowane mogą być wymienione jako odpowiednia kategoria: „tłuszcz” lub „olej” z przymiotnikiem „roślinny” lub „zwierzęcy” bądź z oznaczeniem ich źródła pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Jeżeli w składzie produktu znajduje się olej lub

tłuszcz uwodorniony, obowiązkiem producenta jest zamieszczenie takiej informacji (2). Termin „roślinny” może być umieszczany na opakowaniu wraz z nazwami handlowymi pod warunkiem, że w skład produktu wchodzi jedynie tłuszcz roślinny. W produkcji takim dopuszcza się 2% zawartości tłuszczu mlecznego (1). Na opakowaniu masła skład musi być wyszczególniony tylko w przypadku, gdy w procesie produkcji zostały wykorzystane składniki inne niż produkty mleczne, enzymy lub drobnoustroje niezbędne w procesach przetwórczych i sól (2).

Informacje, dane, znaki, symbole, ilustracje umieszczone na produkcie spożywczym lub odnoszące się do niego nie mogą wprowadzać konsumenta w błąd co do właściwości tego produktu, a zwłaszcza jego charakteru, składu, trwałości, ilości, metod wytwarzania oraz pochodzenia. Nie mogą także sugerować właściwości lub działania, których on nie posiada lub wskazywać na szczególne właściwości produktu w przypadku, w którym wszystkie podobne artykuły spożywcze cechują się takimi właściwościami (2). Tłuszcze do smarowania inne niż masło nie mogą być etykietowane, prezentowane lub reklamowane w sposób, który sugerowałby, że jest to przetwór mleczarski (1).

Celem pracy było sprawdzenie w jaki sposób produkty do smarowania pieczywa są opakowane oraz czy oznakowania umieszczane na nich spełniają wymagania opisane w regulacjach prawnych.

MATERIAŁ I METODY

Ocenie poddano opakowania 52 powszechnie dostępnych produktów do smarowania pieczywa, w tym 17 masel, 16 margaryn o zróżnicowanej zawartości tłuszczu i tłuszczu do smarowania X%, 11 miksów o różnej zawartości tłuszczu i miksów do smarowania X% oraz 8 produktów tłuszczowych z dodatkiem masła.

Masła były produkowane przez czternastu różnych producentów, z czego dwa podmioty odpowiedzialne były za więcej niż jeden produkt: SM Mlekovita produkująca trzy rodzaje i SM Mlekolpol wytwarzająca dwa rodzaje masła. Margaryny i tłuszcze do smarowania miały ośmiu różnych producentów. W tej grupie sześć produktów powstało w Unilever Polska Sp. z o. o., trzy w ZT „Kruszwica” S. A. oraz dwa w Zakładach Tłuszczowych „Bielmar” Sp. z o. o. Miksy tłuszczowe produkowane były przez ośmiu różnych producentów, z czego dwa podmioty odpowiedzialne były za więcej niż jeden produkt: PHU JAGR – trzy miksy oraz Bunge Polska Sp. z o. o. – dwa miksy. Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła posiadały trzech różnych producentów, dwaj z nich wytwarzali więcej niż jeden rodzaj produktu: Unilever Polska Sp. z o. o. produkujący pięć produktów oraz ZT „Kruszwica” S. A. wytwarzający dwa rodzaje produktów.

Każdy tłuszcz do smarowania oceniany był pod kątem sposobu pakowania, umiejscowienia i powierzchni daty przydatności do spożycia, posiadania informacji o producencie, miejscu produkcji i danych kontaktowych, numerze partii produkcyjnej oraz występowania informacji o składzie i wartości odżywczej w 100 g produktu. W badaniu analizowano także dodatkowe informacje o produkcie, występowanie znaków informacyjnych oraz haseł reklamujących dany tłuszcz do smarowania pieczywa.

Ocenę opakowań i oznakowań na opakowaniach przeprowadzono zgodnie z następującymi aktami prawnymi:

- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007 (1).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylenia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004 (2).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie określenia wzorów oznakowania opakowań. Dz.U. 2004 nr 94 poz. 927 (3).
- Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 roku o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi. Dz. U. 2013 poz. 888 (4).
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 września 2010 r. w sprawie substancji wzbogających dodawanych do żywności, Dz. U. 2010, nr 174, poz. 1184 (5).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Tłuszcze do smarowania pieczywa sprzedawane były w postaci kostki, osetki lub znajdowały się w pudełku z przykrywką (tab. II). Masła i miksy tłuszczowe najczęściej występowały w postaci kostki, natomiast margaryny i tłuszcze do smarowania oraz produkty z dodatkiem masła w pudełku z przykrywką. Wszystkie pudełka były wykonane z polipropylenu, kostki zazwyczaj zapakowane były w folię, natomiast osetki w pergamin. Wszystkie pudełka z wyjątkiem dwóch w grupie margaryn i tłuszczy do smarowania posiadały zabezpieczenie w postaci folii.

Tabela II. Rodzaje opakowań produktów

Table II. Types of packages

	Masła	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Kostka	14 (82,35%)	1 (6,25%)	6 (54,55%)	–
Osetka	2 (11,77%)	–	–	–
Pudełko z przykrywką	1 (5,88%)	15 (93,75%)	5 (45,45%)	8 (100%)

Wszystkie tłuszcze do smarowania pieczywa miały umieszczoną na opakowaniu masę jednostkową produktu zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności (2). Masła i miksy posiadały mniejsze opakowania jednostkowe, najczęściej zawierające 200 g produktu. Masa jednostkowa margaryn i tłuszczy do smarowania

oraz produktów z dodatkiem masła była wyższa i przeważnie wynosiła 500 g (tab. III). Zastosowanie mniejszej masy jednostkowej produktu w przypadku masła oraz miksów prawdopodobnie podyktowana jest psychologią sprzedaży. Produkty te są zazwyczaj droższe w przeliczeniu na kilogram niż margaryny i tłuszcze do smarowania oraz produkty z dodatkiem masła, stąd też zmniejszenie ilości produktu w opakowaniu powoduje, że na regale sklepowym widnieje niższa cena. Mniejsze jednostkowe opakowania masel mogą być też związane z ich krótszym czasem przydatności do spożycia niż ma to miejsce w przypadku innych produktów do smarowania pieczywa.

Tabela III. Masa jednostkowa produktów

Table III. Unit weight of products

Masła		Margaryny i tłuszcze do smarowania		Miksy		Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła	
200 g	14 (82,35%)	200 g	1 (6,25%)	200 g	7 (63,64%)	450 g	1 (12,5%)
250 g	1 (5,88%)	225 g	2 (12,5%)	225 g	2 (18,18%)	500 g	6 (75%)
300 g	2 (11,77%)	250 g	2 (12,5%)	380 g	1 (9,09%)	600 g	1 (12,5%)
		400 g	2 (12,5%)	550 g	1 (9,09%)		
		500 g	7 (43,75%)				
		1000 g	2 (12,5%)				

Data przydatności do spożycia umieszczona była na wszystkich produktach do smarowania pieczywa za pomocą nadruku lub perforacji, zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności (2). Średnia powierzchnia daty przydatności do spożycia była największa na miksach tłuszczowych, trochę mniejsza na masłach. Najmniejszą średnią powierzchnię daty przydatności do spożycia posiadały margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła (tab. IV).

Tabela IV. Prezentacja daty przydatności do spożycia (technika wykonania i powierzchnia napisu)

Table IV. Presentation of expiration date (typing technique and surface of lettering)

	Masła	Margaryny i tłuszcze do smarowania	Miksy	Margaryny i tłuszcze do smarowania z dodatkiem masła
Nadruk	10 (58,82%)	14 (87,5%)	6 (54,55%)	8 (100%)
Perforacja	7 (41,18%)	2 (12,5%)	5 (45,45%)	–
Średnia powierzchnia	148,82 mm ²	74,75 mm ²	153,36 mm ²	63,25 mm ²

Powierzchnia daty przydatności do spożycia była powiązana z techniką wykonania napisu, a ta z kolei z rodzajem opakowania. Zazwyczaj perforację z datą przydatności wykonywano na foliach opakowujących produkty sprzedawane w kostkach i zajmowała ona stosunkowo dużą powierzchnię, natomiast nadruk daty stosowano na pudełkach polietylenowych lub pergaminie okrywającym produkt a jego po-

wierzchnia była zazwyczaj mniejsza niż w przypadku perforacji. Powierzchnia daty przydatności do spożycia nie była najważniejsza jeżeli chodzi o jej czytelność, aby data była wyraźna najistotniejsza była precyzja wykonania perforacji i nadruku. Czytelność daty przydatności do spożycia jest bardzo ważna, ponieważ przeterminowane produkty do smarowania pieczywa podlegają procesowi jęlczenia. W jego wyniku dochodzi nie tylko do rozwarstwienia produktu, pogorszenia jego walorów smakowych i zapachowych ale również do degradacji korzystnych dla zdrowia witamin. Przebiegający proces jęlczenia sprawia, że tłuszcze do smarowania pieczywa tracą swoje właściwości odżywcze (6). Konsumenty mają świadomość jak ważne jest spożywanie produktów przed upłynięciem terminu przydatności. Potwierdzono to w badaniach ankietowych, w których respondenci spośród piętnastu cech produktów do smarowania pieczywa za najważniejszą uznali smak a na drugim miejscu czytelność daty przydatności do spożycia (7).

Wszystkie tłuszcze do smarowania pieczywa posiadały informację o producencie, miejscu produkcji i danych kontaktowych producenta. Na każdym produkcie umieszczony był także numer partii produkcyjnej oraz informacja o konieczności przechowywania w specjalnych warunkach (w lodówce, poniżej 8°C, poniżej 10°C, od 4 do 10°C, od 4 do 8°C, od 2 do 5°C, maks 12°C) zgodnie z wymaganiami określonymi w Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności (2).


Produkty do smarowania pieczywa spełniały wymagania w zakresie umieszczania informacji o składzie na opakowaniu zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności (2). Skład produktu był wyszczególniony na wszystkich margarynach i tłuszczach do smarowania, miksach tłuszczowych oraz margarynach i tłuszczach do smarowania z dodatkiem masła poprzez wymienienie składników w malejącej kolejności wagowej, określonej w chwili ich zastosowania w procesie produkcyjnym. Natomiast producenci masel nie podali ich składu na opakowaniach. Jednak skład masła nie musi być obligatoryjnie umieszczony na opakowaniu, jeżeli do jego produkcji wykorzystane były jedynie produkty mleczne, enzymy lub drobnoustroje oraz sól (2). Na każdym produkcie do smarowania pieczywa, z wyjątkiem masel, zamieszczono także tabelę wartości odżywczej na 100 g produktu co jest zgodne z literą prawa (2). Szczegółową analizę informacji umieszczonych na opakowaniach dotyczącą składu produktów do smarowania pieczywa przeprowadzono w publikacji „Produkty do smarowania pieczywa. Cz. II. Składniki – informacje na etykietach produktów” (8).

Większość produktów do smarowania pieczywa (75%) posiadało na opakowaniach graficzne znaki informacyjne, dotyczące rodzaju materiału, z których wykonano opakowania, ich przydatności do recyklingu, kraju produkcji i przydatności do pakowania żywności (3) (tab. V). Niektóre produkty posiadały nawet po trzy znaki informacyjne równocześnie. Żadnego ze znaków informacyjnych nie posiadało jedynie 9 masel i jeden miks tłuszczowy.

Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi (4) zezwala lecz nie nakazuje umieszczania oznakowań dotyczących rodzaju materiału, z których opakowania wykonano, możliwości wielokrotnego użytku czy przydatności do recyklingu. Umieszczanie znaków graficznych przedsta-

wionych w tab. V świadczy o świadomości ekologicznej producentów i ich dbałości o środowisko. Warto podkreślić, że 12,5% produktów do smarowania pieczywa miało na swym opakowaniu znak „zielony punkt”, co oznacza, że producenci opakowań tychże produktów wnieśli wkład finansowy w budowę i funkcjonowanie systemu odzysku i recyklingu odpadów opakowaniowych (9). Dbałość o ekologię czy też stosowanie znaku „produkt polski” stwarza dobry wizerunek produktu i może przekładać się na jego większą sprzedaż.

Tab e l a V. Znaki graficzne umieszczane na opakowaniach produktów do smarowania pieczywa
T a b l e V. Graphic signs provided on the packages of the spreads

Nazwa znaku	Wygląd znaku	Odsetek produktów posiadających znak graficzny
Znak identyfikujący wykonanie opakowania z polipropylenu		55
Znak przydatności do recyklingu		15
Znak „Zielony Punkt”		12,5
Znak wskazujący, że opakowanie podlega zbiórce w ramach systemu organizowanego przez władze lokalne		15
Oznaczenie identyfikujące opakowanie wielomateriałowe wykonane z tektury (materiał dominujący), tworzywa sztucznego i aluminium		12,5
Znak informujący że opakowanie wykonane z tworzywa sztucznego może mieć kontakt z żywnością		15
Znak „produkt polski”		7,5

Oprócz znaków graficznych na opakowaniach umieszczano hasła reklamowe. Znajdowały się one na dziewięciu margarynach i tłuszczach do smarowania (56,25%), czterech margarynach i tłuszczach do smarowania z dodatkiem masła (50%), pięciu miksach tłuszczowych (45,45%) oraz na sześciu masłach (35,29%). Producenci masel podkreślali brak dodatków, naturalność oraz bardzo dobry smak produktu. W miksach tłuszczowych najczęściej zwracano uwagę konsumentów na smak i obecność masła, natomiast w margarynach i tłuszczach do smarowania z masłem na dodatek masła, na obecność witamin oraz smak. W margarynach i tłuszczach

czach do smarowania najczęściej podkreślano obecność witamin oraz korzystny wpływ na stan zdrowia. Cztery produkty tej kategorii miały pomagać w profilaktyce chorób układu krążenia. Jeden produkt posiadał klinicznie udowodnione działanie obniżające cholesterol. Obecność witamin miała zachęcić konsumentów do zakupu margaryn i tłuszczów do smarowania oraz margaryn i tłuszczów do smarowania z dodatkiem masła. Reklamowanie produktów do smarowania pieczywa poprzez podkreślenie obecności w nich witamin jest niezgodne z prawem ponieważ nie jest to cecha wyjątkowa wśród produktów do smarowania pieczywa. Rozporządzenie Ministra Zdrowia określa obowiązkowe dodawanie witamin A i D₃ do wszystkich tłuszczów do smarowania pieczywa, z wyjątkiem tłuszczów mlecznych (5). Masło natomiast naturalnie zawiera witaminy: A, D₃, E, a także niewielkie ilości: B₁, B₂, B₃, B₆, B₉ (10), a reklama nie może wskazywać na szczególne właściwości produktu w przypadku, w którym wszystkie podobne artykuły spożywcze cechują się takimi właściwościami (2). Ponadto opakowanie jednego mixu tłuszczowego wprowadzało konsumentów w błąd przez sposób pakowania i znaki graficzne sugerujące, że jest to masło.

WNIOSKI

1. Produkty do smarowania pieczywa spełniają wytyczne w zakresie znakowania środków spożywczych.
2. Większość producentów umieszczała graficzne znaki informacyjne, dotyczące rodzaju materiału, z których opakowania wykonano, ich przydatności do recyklingu i przydatności do pakowania żywności chociaż nie jest to bezwzględnie wymagane.
3. Stwierdzono nieprawidłowości dotyczące treści reklam umieszczanych na opakowaniach.

M. Hartman-Petrycka, A. Lebiedowska, W. Bobrowska,
B. Błońska-Fajfrowska

BREAD SPREAD PRODUCTS

III. METHODS OF PACKAGING AND LABELING PLACED ON PACKAGES

Summary

The packages of fifty two common bread spreads were analyzed. All products meet the guidelines for the food labeling. The study also reviewed additional information about the spreads. Most manufacturers placed on the packages graphic signs with information about the type of material from which the package was made, its suitability for recycling and suitability for food packaging, although these signs were not mandatory. Besides, the contents of some ads placed on the packages were found to be misleading.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007. – 2. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania

konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004. – 3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 kwietnia 2004 r. w sprawie określenia wzorów oznakowania opakowań. Dz.U. 2004 nr 94 poz. 927. – 4. Ustawa z dnia 13 czerwca 2013 roku o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi. Dz. U. 2013 poz. 888. – 5. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 września 2010 r. w sprawie substancji wzbogacających dodawanych do żywności, Dz. U. 2010, nr 174, poz. 1184. – 6. *Lück E. and von Rymon Lipinski G.-W.*: Foods, 3. Food Additives. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2002, Wiley-VCH, Weinheim. doi: 10.1002/14356007.a11_561. – 7. *Hartman-Petrycka M., Bobrowska W., Błońska-Fajfrowska B.*: Produkty do smarowania pieczywa. I. Cechy produktów cenione przez konsumentów a częstość spożywania określonych produktów. Probl. Hig. Epidemiol., 2012; 93(4): 876-882. – 8. *Hartman-Petrycka M., Lebedowska A., Bobrowska W., Błońska-Fajfrowska B.*: Produkty do smarowania pieczywa. II. Składniki – informacje na etykietach produktów. Bromat. Chem. Toksykol., 2015; 48(4): 630-639 – 9. Zielony Punkt. http://rekopol.biz/zielony_punkt/zielony_punkt. – 10. *Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2005; 176-183.

Adres: 41-200 Sosnowiec, ul. Kasztanowa 3.

Katarzyna Piasecka-Jóźwiak, Beata Chabłowska, Joanna Rozmierska

ZASTOSOWANIE EKOLOGICZNEJ PSZENICY SAMOPSY DO PODWYŻSZENIA WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNYCH I SENSORYCZNYCH PIECZYWA

Zakład Technologii Fermentacji Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
im. prof. Waclawa Dąbrowskiego w Warszawie
Kierownik: dr hab. *K. Stecka*, prof. IBPRS

W pracy przedstawiono sposób wykorzystania pszenicy samopszy, będącej cennym pod względem zawartości składników prozdrowotnych surowcem do otrzymywania pieczywa o cechach żywności funkcjonalnej, odznaczającego się jednocześnie dobrymi właściwościami sensorycznymi. Do otrzymywania pieczywa wykorzystano kulturę starterową, zawierającą autochtoniczne dla samopszy bakterie fermentacji mlekowej. Otrzymane pieczywo odznaczało się podwyższoną w stosunku do pieczywa pszennego zawartością związków antyoksydacyjnych.

Słowa kluczowe: pszenica samopsza, pieczywo, kultury starterowe LAB, związki antyoksydacyjne.

Key words: einkorn wheat, bread with functional properties, LAB starter cultures.

Diploidalna samopsza (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*, ang. eincorn) należy do pszenic pierwotnych; udomowienie tego gatunku rozpoczęło się w neolicie (ok. 10000 lat p.n.e.) (1). Obecnie w Europie wzrasta zainteresowanie tą odmianą pszenicy ze względu na postrzeganie przez konsumentów tego zboża jako źródła mikroskładników odżywczych o specyficznych właściwościach (2).

Mąka z całego ziarna samopszy odznacza się w stosunku do pszenicy zwyczajnej wysoką wartością biologiczną na co wpływa zawartość związków o charakterze antyoksydacyjnym (przeciwutleniającym) – karotenoidów, tokoli, sprzężonych polifenoli, fitosteroli oraz niska aktywność beta-amylazy i lipooksygenazy, która ogranicza degradację przeciwutleniaczy podczas produkcji żywności (2, 3), a także wyższą w stosunku do tradycyjnych, chlebowych odmian pszenicy zawartością białka (średnio o 59%), tłuszczów (o 50%), w tym mono-nienasyconych kwasów tłuszczowych MUFA (o 53%), tokoli ogółem (o 46%), tokotrienoli (o 88%), luteiny (o 483%) w ziarnach tego zboża (4). Niektóre badania wykazały, że zawartość karotenoidów w mące z samopszy nie tylko może ośmiokrotnie przewyższać ich zawartość w chlebowej mące pszennej, lecz również ich degradowanie w procesie produkcji pieczywa przebiega dużo wolniej (5, 6). Obecność tych związków nie tylko nadaje mące z samopszy oraz wyrobom z niej otrzymanym atrakcyjną żółto-pomarańczową barwę lecz także ma pozytywny wpływ na zdrowie człowieka (2, 3). Jedną z funkcji karotenoidów jest ich aktywność antyoksydacyjna, która chroni komórki i tkanki przed oddziaływaniem wolnych rodników. Z kolei np. luteina

i zeaksantyna odgrywają zasadniczą rolę w ochronie rogówki i zapobiegają zaćmie. Karotenoidy obecne w ziarnie samopszy są naturalną alternatywą dla syntetycznych antyoksydantów (3). Istotna jest również, wyższa w stosunku do pszenic poliploidalnych, zawartość pierwiastków śladowych (Zn, Fe), natomiast jest to mąka uboga w błonnik. W niektórych krajach europejskich, w których jest duże zainteresowanie produktami ekologicznymi (Włochy, Niemcy, Hiszpania) uprawia się obecnie znaczące ilości tego zboża, ponieważ samopsza lepiej przystosowuje się do warunków upraw w systemie ekologicznym niż pszenica zwyczajna i umożliwia pozyskanie ziarna konsumpcyjnego o potencjalnie większej zawartości składników biologicznie czynnych niż w ziarnie pszenicy zwyczajnej.

Układ białek glutenowych mąki z pszenicy samopszy różni się od glutenu pszenicy zwyczajnej i wykazuje mniejszą toksyczność dla osób uczulonych na gluten. Jednakże w ocenie WHO/FAO produkty z samopszy nie mogą być traktowane jako bezglutenowe (gluten-free GF) (7, 8).

Ten odmienny skład białek glutenu ma zasadniczy wpływ na wartość wypiekową mąki. Jest ona niższa niż mąki pszennej, co oznacza, że konieczne jest dostosowanie procesu prowadzenia ciasta i wypieku pieczywa do specyfiki tego surowca. Skład frakcyjny zespołu białek glutenowych jest jednym z czynników determinujących właściwości fizykochemiczne mąki z samopszy takie jak lepkosprężystość matrycy glutenowej (9). Według *Jankowskiej* i współpr. (9) gluten z samopszy charakteryzuje także większa rozpląwalność i mniejsza wydajność niż gluten pszenicy zwyczajnej. Gluten z samopszy wykazuje mniejszą sprężystość oraz wyższą lepkość niż gluten z pszenicy zwyczajnej.

Biorąc pod uwagę doświadczenia własne i innych autorów (10), dotyczące możliwości poprawy jakości pieczywa poprzez zastosowanie w procesie produkcji chleba zakwasów, prowadzonych z udziałem kultur starterowych zawierających autochtoniczne szczepy bakterii fermentacji mlekowej (LAB), podjęto próbę poprawy jakości pieczywa z mąki z tej starej odmiany pszenicy, wykorzystując odpowiednio dobraną kulturę starterową.

Celem pracy było opracowanie technologii pieczywa z pierwotnej odmiany pszenicy – samopszy, odznaczającego się podwyższoną w stosunku do pieczywa pszennego zawartością składników bioaktywnych i korzystnymi cechami smakowo-zapachowymi.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano polską mąkę z samopszy, pochodzącą z ziarna z upraw w województwie Kujawsko-Pomorskim (lokalna populacja 2-941), produkowaną przez Wytwórnę Makaronu „BIO” Babalscy z Pokrzydowa. Zastosowano mąkę ekologiczną, ponieważ tylko taka polska mąka jest dostępna na rynku. Charakterystyka użytej mąki była następująca: zawartość białka 14,8% s.m., zawartość glutenu mokrego 10,8%, rozpląwalność glutenu 12 mm, zawartość popiołu 0,99% s.m.

Mikroorganizmy, spośród których selekcjonowano bakterie włączone w skład kultury starterowej, należały do autochtonicznej mikrobioty samopszy. Izolacje

bakterii prowadzono z mąki i zakwasów o różnej wydajności (tj. 200% i 400%) po dwóch i trzech dobach ich prowadzenia w temp. 25°C i 30°C. Przynależność gatunkową wyizolowanych bakterii fermentacji mlekowej określono na podstawie analizy fragmentu genu 16Sr DNA.

Oznaczenie zawartości kwasu mlekowego wykonano spektrofotometrycznie, za pomocą komercyjnych testów enzymatycznych (Boehringer-Mannheim/R-Biopharm).

W ramach oceny ogólnej i fizykochemicznej zakwasów i ciast wg normy PN-A-74100:1992 wykonano: oznaczenie pH i kwasowości ogólnej metodą miareczkową i ocenę organoleptyczną (wygląd zewnętrzny, barwa, struktura, konsystencja i zapach).

Zawartość związków fenolowych wyrażono w ekwiwalentach kwasu galusowego (GAE) (11). Całkowitą aktywność przeciwutleniającą wyznaczono spektrofotometrycznie z kationorodnikiem ABTS⁺ (12), a zdolność wymiatania wolnych rodników z odczynnikiem DPPH (13) i wyrażono w ekwiwalentach troloksu (TE). Zawartość alfa-tokoferolu wg PN-EN 12822:2002.

Jakość sensoryczną pieczywa zakwasowego oceniono stosując metodę profilowania sensorycznego, wraz z wyborem deskryptorów, z udziałem 6 przeszkolonych degustatorów. W badaniach zastosowano program AnalSense 7,0. Intensywność wyróżników oceniano na 10-centymetrowej skali, odpowiadającej 10 jednostkom umownym o określeniach brzegowych „niewyczuwalny” do „bardzo intensywny”. Porównanie wyników oceny sensorycznej próbek przeprowadzono za pomocą testu nieparametrycznego ANOVA Kruskala-Wallisa przy poziomie istotności 0,05.

Różnice pomiędzy średnimi zawartościami kwasu mlekowego w zakwasach oraz ich kwasowością i wartością pH porównano przeprowadzając analizę wariancji. Następnie wykonano testy post-hoc (Scheffego, Tukeya) w celu zbadania szczególnych różnic średnich zawartości kwasu mlekowego, pH oraz kwasowości pomiędzy zakwasami zaszczerpionymi badanymi kulturami starterowymi po czasie 24, 48 i 96 godz. prowadzenia zakwasów.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Spośród wyizolowanych z badanej mąki i zakwasów piekarskich LAB po przeprowadzeniu identyfikacji gatunkowej i zróżnicowaniu wewnątrzgatunkowym technikami biologii molekularnej (odpowiednio analiza sekwencji nukleotydowej produktów amplifikacji genu kodującego 16S rRNA, metodą RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction) wyodrębniono szczepy z gatunków *Weissella cibaria*, *Weissella confusa* i *Lactobacillus plantarum*. Oceniono następnie właściwości biotechnologiczne autochtonicznych szczepów bakterii mlekowych takie jak: zdolność do wzrostu, synteza kwasu mlekowego i octowego w zakwasach, indywidualna zdolność do kształtowania cech fizykochemicznych zakwasów, właściwości antypleśniowe, a także zdolność szczepów LAB w monokulturach do syntezy związków aromatotwórczych.

Na podstawie wyników tych badań zaprojektowano skład trzech mieszanych kultur starterowych LAB, oznaczonych KI, KII, KIII (skład kultur w tab. I i II) i prze-

przewodzą ocenę przydatności kultur do otrzymywania zakwasów piekarskich z samopszy. Wyniki badań przedstawiono w tab. I, II, III.

Efektem zastosowania kultur starterowych do inicjowania fermentacji mąki z samopszy było osiągnięcie właściwych dla zakwasów cech organoleptycznych już po 24 godz. fermentacji (przede wszystkim charakterystycznego zapachu kwaśnego). W zależności od składu kultury starterowej pojawiały się różne nuty zapachowe np. mleczna, roślinna, mączna, szczawiowa, nieobecne w zakwasie fermentującym spontanicznie. Po kolejnych dobach fermentacji w zapachu wyczuwano dodatkowo inne nuty, przy czym ocena zapachu zakwasu fermentującego spontanicznie pozostawała niższa niż w innych badanych próbach zakwasów.

Tab e l a I. Ocena sensoryczna zakwasów z samopszy otrzymanych z udziałem badanych kultur starterowych LAB, fermentacja w temp. 25°C

Tab l e I. Sensory evaluation of the einkorn sourdough obtained with the tested LAB starter cultures, fermentation at 25 ° C

Kultura starterowa/ szczep	Ocena zakwasów po 24 h i po odświeżeniu			
	24 h	48 h	72 h	96 h
I <i>L. plantarum</i> I D <i>W. cibaria</i> I C	z: kwaśny, nuta mleczna, roślinny szczawiowy orzeźwiający k: gładka b: beżowo-żółta	z: kwaśny, słodkawy, miodowy, k: luźna, półpłynna, spieniona b: beżowo- żółta	z: owocowo-estrowy, alkoholowy k: luźna ze skorupą b: beżowo- żółta	z: kwaśny, roślinny, szczawiowy k: gładka b: beżowa
II <i>L. plantarum</i> MA <i>W. confusa</i> II D <i>W. cibaria</i> I A	z: kwaśny, nuta mleczna, k: gładka, b: beżowo-żółta	z: kwaśny, mączny roślinny, mleczny k: luźna, spieniony b: beżowo- żółta	z: kwaśny- octowy, drożdżowy, mleczny, estrowy k: gładka, luźna b: beżowo-żółta	z: kwaśny, drożdżowy, szczawiowy k: gładka b: beżowa
III <i>L. plantarum</i> ID <i>W. cibaria</i> IA	z: kwaśny, mączny, mleczny k: gładka, b: beżowo-żółta	z: kwaśny, mączny k: gładka, półpłynna b: beżowo-żółta	z: kwaśny drożdżowo-estrowy k: gładka b: beżowa	z: kwaśno -słodki drożdżowy, mleczny, k: gładka b: beżowa
„0” IV próba kontrolna, zakwas spontaniczny	z: drożdżowy, kwasu masłowego i kiszzonek, k: luźna b: beżowo-żółta	z: aldehydowy, kiszzonek, gnilny k: luźna, gładka b: beżowo-żółta	z: octowo-kwaśny, mączny k: luźna, gładka, spieniona, b: beżowo-żółta	z: octowo-kwaśny, kiszzonek, roślinny k: gładka, luźna, spieniona b: beżowa

z – zapach, k – konsystencja, b – barwa

W ocenianych zakwasach oznaczono zawartość kwasu mlekowego (tab. II).

Największą zawartość kwasu mlekowego po pierwszej dobie wykazano w zakwasie z udziałem kultury starterowej II, przy czym ilość kwasu pozostawała na zbliżonym poziomie przez cztery doby prowadzenia zakwasu. W pozostałych zakwasach ilość kwasu mlekowego po pierwszej dobie fermentacji była zdecydowanie niższa. Zakwas otrzymany z użyciem kultury starterowej II charakteryzowały również najlepsze właściwości fizykochemiczne (tab. III).

Tabela II. Zawartość kwasu mlekowego w zakwasach z samopszy w zależności od czasu fermentacji

Table II. Content of lactic acid in einkorn sourdough vs. time of fermentation

Czas fermentacji (h)	Kultura starterowa	Ilość kwasu mlekowego (g/100 g)		
		D-mlekowy	L-mlekowy	Suma
24 h	I	0,15 ± 0,04	0,25 ± 0,03	0,40 ± 0,02 aA
	II	0,64 ± 0,02	0,45 ± 0,05	1,09 ± 0,04 cH
	III	0,26 ± 0,01	0,32 ± 0,02	0,58 ± 0,02 bBC
	IV	0,16 ± 0,02	0,31 ± 0,03	0,47 ± 0,03 aAB
48 h	I	0,27 ± 0,01	0,38 ± 0,03	0,65 ± 0,03 bCD
	II	0,51 ± 0,04	0,47 ± 0,05	0,98 ± 0,09 aFGH
	III	0,45 ± 0,02	0,41 ± 0,03	0,86 ± 0,03 aEF
	IV	0,34 ± 0,03	0,48 ± 0,10	0,82 ± 0,10 aEF
72 h	I	0,23 ± 0,01	0,88 ± 0,03	1,11 ± 0,04 bH
	II	0,57 ± 0,01	0,41 ± 0,05	0,98 ± 0,04 aFGH
	III	0,43 ± 0,03	0,52 ± 0,05	0,95 ± 0,05 aFGH
	IV	0,42 ± 0,01	0,53 ± 0,02	0,95 ± 0,02 aFG
96 h	I	0,20 ± 0,05	0,84 ± 0,01	1,04 ± 0,05 aDE
	II	0,58 ± 0,03	0,48 ± 0,02	1,16 ± 0,04 bGH
	III	0,44 ± 0,06	0,53 ± 0,01	0,97 ± 0,01 abFGH
	IV	0,39 ± 0,02	0,54 ± 0,02	0,93 ± 0,02 aFG

Objaśnienia:

I, II, III – kultury starterowe: I – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I C; II – *L. plantarum* MA, *W. confusa* II D, *W. cibaria* I A; III – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I A; IV – próba kontrolna, zakwas spontaniczny.

a, b, ab – odmiennymi literami oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie, w odniesieniu do danego czasu fermentacji tj.: po 24h, 48h, 72h, 96h fermentacji. Przyjęty poziom istotności 0,05.

A–H – odmiennymi literami oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie na przyjętym poziomie istotności = 0,05. Porównanie dotyczy wszystkich zakwasów i wszystkich godzin fermentacji.

Tabela III. Ocena fizykochemiczna zakwasów z samopszy, otrzymanych z użyciem kultur starterowych, po 24 h fermentacji w temp. 25°C oraz po odświeżeniu

Table III. Physicochemical evaluation of einkorn sourdough, obtained with starter cultures, after 24 h fermentation, at 25°C, and after refreshing

Kultura starterowa	pH				Kwasowość ogólna (°kw)			
	24h	odświeżenie			24h	odświeżenie		
		48h	72h	96h		48h	72h	96h
I	4,03 ±0,03aE	3,89 ±0,02cD	3,98 ±0,04aE	3,80 ±0,02cC	12,61 ±0,01aBC	12,22 ±0,06aA	12,41 ±0,05aAB	12,80 ±0,02bCD
II	3,59 ±0,02bA	3,61 ±0,04bA	3,71 ±0,02bB	3,61 ±0,03bA	17,84 ±0,06bJ	16,16 ±0,02bI	15,28 ±0,03bG	15,39 ±0,02aG
III	4,01 ±0,02aE	3,72 ±0,02aB	3,60 ±0,02cA	3,71 ±0,02aB	12,20 ±0,01cA	15,80 ±0,04cH	15,81 ±0,01cH	15,40 ±0,02aG
IV	4,20 ±0,02cF	3,70 ±0,02aB	3,80 ±0,02dC	3,71 ±0,02aB	15,20 ±0,02dG	14,59 ±0,05dF	12,99 ±0,04dDE	13,20 ±0,04cE

Objaśnienia:

I, II, III – kultury starterowe: I – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I C; II – *L. plantarum* MA, *W. confusa* II D, *W. cibaria* I A; III – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I A; IV – próba kontrolna, zakwas spontaniczny.

a, b, c, d – oznaczenie wyników różnymi literami wyraża występowanie różnic istotnych statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$. Porównano wartości pH i kwasowości oddzielnie po 24, 48, 72 i 96 godzinach fermentacji zakwasów.

A–E – odmiennymi literami oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie na przyjętym poziomie istotności = 0,05. Porównanie dotyczy wszystkich zakwasów i wszystkich godzin fermentacji.

Kolejnym etapem doświadczeń były badania w skali mikrotechnicznej, w ramach których opracowano i oceniono receptury wyrobów piekarskich z mąki z samopszy oraz zakwasu z samopszy z udziałem kultury starterowej II.

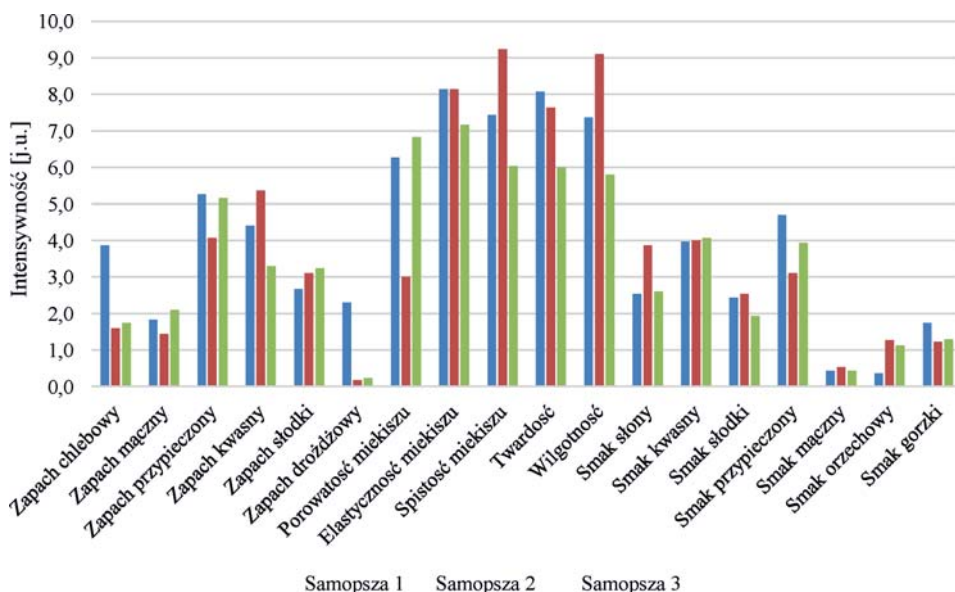
Chleb wypiekano metodą 2-fazową, w której pierwszą fazę stanowił zakwas piekarski o wydajności 200% (przygotowywany z mąki i wody zmieszanych w proporcji 1:1), z udziałem kultury starterowej. Pełną dojrzałość technologiczną zakwas piekarski osiągał po 24 godz. fermentacji w temp. 30°C. Udział mąki wprowadzanej do ciasta z zakwasem stanowił 20% ogólnej ilości mąki w cieście. Z uwagi na niską wartość technologiczną mąki z samopszy (niska zawartość i wysoka rozplątliwość glutenu) w wariantach receptur zastosowano dodatki naturalnych substancji strukturotwórczych: glutenu lub gumy ksantanowej w ilości 0,5% i 1% w stosunku do całości mąki, a także 30% dodatek mąki pszennej o wysokiej zawartości glutenu-32%. Wykonano:

1. Chleb z samopszy 100% –20% mąki w zakwasie, z dodatkiem glutenu 5%;
2. Chleb z samopszy 100% –20% mąki w zakwasie, z dodatkiem gumy ksantanowej 1% ;
3. Chleb z samopszy 70% i mąki pszennej typ 550 (30%), 20% mąki z samopszy w zakwasie.

Najlepszą jakością odznaczał się chleb z dodatkiem glutenu, miał najwyższą objętość, najbardziej równomiernie spulchniony i najbardziej miękki miękisz. Zastosowanie gumy ksantanowej do poprawy struktury miękiszu nie dało oczekiwanych rezultatów, miękisz miał grubościenną i nierównomierną porowatość i najniższą objętość spośród bochenków serii wypieków. Wypieki poddano ocenie metodą profilowania sensorycznego. Istotą metody profilowania jest założenie, że zarówno smakowitość, jak i aromat są wypadkową wielu składników, z których znaczną część można oddzielnie identyfikować i analizować. Ponieważ poszczególne wyróżniki lub nuty charakteryzowane są określeniami opisowymi przeprowadzono wybór deskryptorów do oceny sensorycznej. Na ryc. 1 przedstawiono wartości ocen poszczególnych wyróżników zapachu i smaku.

Wyniki oceny sensorycznej wskazują na możliwość otrzymania dobrej jakości pieczywa przy zastosowaniu mąki z samopszy jako jedyne surowca pomimo jej niskiej wartości wypiekowej. Atrakcyjność tego pieczywa podnosi również charakterystyczna, jasno-żółta barwa miękiszu. Różnice w ocenie sensorycznej trzech rodzajów pieczywa z udziałem mąki z samopszy nie były istotne statystycznie, jednak wyniki wartości ocen poszczególnych wyróżników pozwalają zaobserwować, które z nich były dominujące. Zastosowanie dodatków strukturotwórczych miało wyraźny wpływ nie tylko na teksturę pieczywa lecz również na jego zapach. Dodatek gumy ksantanowej powodował podwyższenie oceny odczucia elastyczności, spistości i wilgotności miękiszu ale obniżał ocenę porowatości. Z kolei zastosowanie mąki pszennej i glutenu jako dodatków technologicznych w zbliżony sposób wpływało na ocenę pieczywa; zaskakujący był efekt dodatku glutenu na zwiększenie odczucia zapachu chlebowego i drożdżowego, a także smaku przypieczonego. Wprowadzenie 30% mąki pszennej wpływało negatywnie na niektóre wyróżniki zapachu i smaku takie jak: zapach kwaśny, zapach chlebowy, smak słodki.

Porównano zawartość związków biologicznie czynnych w mące i chlebie wyniki przedstawiono w tab. IV.



Ryc. 1. Ocena sensoryczna pieczywa z samopszy otrzymanego w wypiekach w skali mikrotechnicznej.
Fig. 1. Sensory assessment of einkorn bread obtained in laboratory scale.

Tabela IV. Zawartość związków fenolowych, żelaza i cynku w mące i pieczywie z samopszy

Table IV. Content of phenolic compounds, iron and zinc in einkorn flour and bread

Mąka/pieczywo z samopszy + gluten	Zawartość mikroelementów mg/kg s.m.		Suma związków fenolowych (mg GAE/100 g)	Aktywność antyoksydacyjna (AOA) z odczynnikiem		Zawartość tokoferolu (witaminy) mg/100 g
	Fe	Zn		DPPH (mg TE/100 g)	ABTS (mg TE/100 g)	
Mąka	18,3 ± 1,8	19,3 ± 1,9	134,0 ± 2,3	82,0 ± 2,5	299,8 ± 4,8	0,27 ± 0,01
Chleb 100% samopszy	15,5 ± 1,6	16,6 ± 1,7	110,2 ± 1,8	68,8 ± 2,5	224,8 ± 16,1	0,08 ± 0,01

Zawartość związków polifenolowych w mące i pieczywie z samopszy można ocenić jako wysoką, podobnie jak aktywność antyoksydacyjną. Porównanie otrzymanych wartości z danymi znajdującymi się w piśmiennictwie jest trudne ze względu na różnice w stosowanych metodach i jednostkach w jakich przedstawiane są wyniki. *Ragae* (14) podaje, że całkowita zawartość polifenoli w pszenicach w wynosi ok. 500 µg GAE/g czyli 50 mg/100 g, w przeliczeniu na kwas galusowy, natomiast *Alvarez-Jubete* (15) podaje poziom zawartości polifenoli w pszenicy 53,1 mg GAE/100 g, a w pieczywie z pszenicy 29,1. Analogicznie w odniesieniu do aktywności antyoksydacyjnej (AOA). W przypadku obydwu oznaczeń (tj. zawartości polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej) wartości, otrzymane dla badanych mąg z samopszy w niniejszej pracy, były wyższe niż wartości podawane przez *Lachman*

i współr. (16), którzy określili AOA w samopszy jako 1,8 razy wyższą niż w mące z pszenicy zwyczajnej. Średnia aktywność antyoksydacyjna dla samopszy według tych autorów jest na poziomie 20 mg/100 g.

WNIOSKI

Ekologiczne pieczywo z samopszy na zakwasie stanowi atrakcyjną propozycję dla świadomych konsumentów, wybierających pieczywo o wysokiej wartości odżywczej i walorach sensorycznych, ale preferujących pieczywo jasne, ponieważ pieczywo z mąki z samopszy, nawet o wysokiej zawartości popiołu, charakteryzuje się jasną, żółtawą barwą.

Warunkiem otrzymania dobrej jakości pieczywa z samopszy jest stosowanie zakwasów piekarskich otrzymanych z udziałem odpowiednio dobranych kultur starterowych oraz dodatków strukturotwórczych.

Pieczywo z samopszy charakteryzuje się wysoką aktywnością antyoksydacyjną i zawartością związków fenolowych w porównaniu do pieczywa pszennego, jest więc bardzo dobrą alternatywą dla tradycyjnych wyrobów pszennych. Opracowanie pieczywa z samopszy o dobrej jakości organoleptycznej powinno się przyczynić do zwiększenia zainteresowania zarówno producentów jak i konsumentów tym zbożem.

K. Piasecka-Jóźwiak, B. Chabłowska, J. Rozmierska

APPLICATION OF ORGANIC EINKORN WHEAT TO INCREASE HEALTHY AND SENSORY PROPERTIES OF BREAD

Summary

This work presents the use of einkorn wheat, which is a valuable source of healthy nutrients, to obtain bread with good functional and sensory characteristics. Starter culture containing autochthonous lactic acid bacteria was used in the present study. The resultant bread was characterized by higher content of antioxidant compounds as compared to wheat bread.

PIŚMIENNICTWO

1. *Abbo S., Lev-Yadun S., Heun M., Gopher A.*: On the 'lost' crops of the Neolithic. Near East. J. Exp. Bot., 2013; 64(4): 815-22. – 2. *Hidalgo A., Brandolini A.*: Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). J. Sci. Food Agr., 2014; 4(4): 601-612. – 3. *Hidalgo A., Brandolini A.*: Protein, ash, lutein and tocopherol distribution in einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) seed fractions., Food Chem., 2008b; 107(1): 444-448. – 4. *Hidalgo A., Brandolini A., Pompei C., Piscozzi R.*: Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *Monococcum*., L. J. Cereal Sci., 2006; 44(2): 182-193. – 5. *Brandolini A., Hidalgo A., Plizzari L.*: Storage-induced changes in einkorn (*Triticum monococcum* L.) and breadwheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours. J. Cereal Sci., 2010; 51(2): 205-212. – 6. *Hidalgo A., Brandolini A.*: Kinetics of carotenoids degradation during the storage of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours., J. Agric. Food Chem., 2008a; 56(23): 11300-11305. – 7. *Nakamura A., Tanabe S., Watanabe J., Makino T.*: Primary screening of relatively less allergenic wheat varieties. J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo), 2005; 51(3): 204-6. – 8. *Pizzuti D., Buda A., D'Odorico A., D'Incà R., Chiarelli S., Curioni A., Martines D.*: Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients. Scand. J. Gastroenterol.

2006; 41(11): 1305-1311. – 9. *Jankowska M., Kędzior Z., Pruska-Kędzior A., Chojnacka E., Binder M.*: Porównanie właściwości funkcjonalnych glutenu z pszenicy samopszy i pszenicy zwyczajnej *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011; 6(79): 79-90. – 10. *Arendt E.K., Ryan L. A., Dal Bello F.*: Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Micro.*, 2007; 24(2): 165-174.

11. *Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J-P., Pihlaja K., Kujala T.S., Hainonen M.*: Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 1999; 47(10): 3954-3962. – 12. *Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans:* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* 1999; 26(9-10): 1231-1237. – 13. *Molyneux P.*: The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin. J. Sci. Technol.*, 2004; 26(2): 211-219. – 14. *Ragaei Sanaa, El-Sayed M., Abdel Aal, Maher Noaman.*: Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chem.*, 2006; 98(1) 32-38. – 15. *Alvarez-Jubete L., Wijngaard H., Arendt E.K., Gallagher E.*: Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. *Food Chem.*, 2010; 119(3): 770-778. – 16. *Lachman J., Orsak M., Pivec V., Jiru K.*: Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum monococcum* L.) emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrack]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant Soil Environ.*, 2012; 50(1): 15-21.

Adres: 02-532 Warszawa, ul. Rakowiecka 36.

Ewa Badełek, Franciszek Adamicki

WPLYW PRZEDZBIORCZEGO TRAKTOWANIA I WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA JAKOŚĆ DWÓCH ODMIAN CEBULI

Pracownia Przechowalnictwa i Fizjologii Pozbiorczej Owoców i Warzyw
Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach
Kierownik: dr *K. Rutkowski*

Celem badań było określenie wpływu niskiej koncentracji etylenu oraz kontrolowanej atmosfery (KA) na zahamowanie wyrastania cebuli w korzenie i szczypior, a także zachowanie jej dobrej jakości i trwałości przechowalniczej. Efekt działania kontrolowanej atmosfery i etylenu porównywano z efektem działania hydrazynu kwasu maleinowego (HM). Stwierdzono różnice w jakości cebuli w zależności od sposobu przedzbiorczego traktowania i warunków przechowywania, a także między odmianami po przechowaniu w kontrolowanej atmosferze.

Hasła kluczowe: cebula, odmiana, przechowywanie, kontrolowana atmosfera, etylen.
Key words: onion, variety, storage, control atmosphere, ethylene.

Jakość i trwałość przechowalnicza cebuli jest uzależniona od czynników klimatycznych i agrotechnicznych panujących w okresie wegetacji, odmiany, terminu zbioru, a także od stopnia dojrzałości, sposobu i długości okresu dosuszania po zbiorze (1). Duży wpływ na trwałość przechowalniczą cebuli mają również warunki przechowywania. Optymalne warunki do przechowywania cebuli to temp. 0°C i wilgotność względna powietrza w granicach 65–75%. Cebula może być również przechowywana w kontrolowanej atmosferze (KA) zawierającej 5% CO₂–3% O₂, lub w ultra niskiej koncentracji tlenu i dwutlenku węgla 2% CO₂–2% O₂. Można również przechowywać cebulę w stanie lekko zamrożonym, w temp. od –2 do –3°C (2). Podczas przechowywania, po zakończeniu spoczynku bezwzględnej cebuli, następuje stopniowe pogorszenie jej jakości na skutek spękania suchej łuski, rozluźniania i odpadania wskutek wyrastania korzeni i szczypioru, a także porażenia przez choroby. Według badań *Grzegorzewskiej* i współpr. (3), straty po 6 miesiącach przechowywania cebuli wynoszą ok.: w chłodni w temp. 0°C – 5%, w chłodni w temp. 5°C – 24%, w przechowalni grawitacyjnej – 60% i są uzależnione od odmiany. Główny udział w stratach po przechowaniu cebuli w wyższych temperaturach stanowiła cebula z wyrośniętym szczypiorem. Do zahamowania wyrastania szczypioru i korzeni w wielu krajach, w tym również w Polsce, stosuje się środek Fazor 80 SG, zawierający hydrazyn kwasu maleinowego w postaci soli potasowej – 80%, którego rejestrację przedłużono w 2012 r. do 21.04.2023 r.

Preparat jest pobierany przez szczypior i transportowany do wierzchołka wzrostu, gdzie hamuje podziały komórkowe, uniemożliwiając różnicowanie tkanek i wyrastanie nowego szczypioru wewnątrz cebuli. Metodą nie chemiczną, stosowaną do zahamowania wyrastania szczypioru, alternatywną do hydrazynu kwasu maleinowego, jest stosowanie etylenu. Etylen jest naturalnym regulatorem wzrostu wytwarzanym przez wiele roślin, który ma wpływ na procesy fizjologiczne takie jak wzrost, rozwój, dojrzewanie i starzenie się. Stymuluje bądź hamuje niektóre procesy zachodzące w roślinie. W pozbiórczej technologii jest szeroko stosowany do przyspieszania dojrzewania owoców, ale może również powodować duże straty w przechowalnictwie poprzez: niepożądane przyspieszanie dojrzewania, starzenie kwiatów, żółknięcie liści i in. (4, 5). Rola etylenu w regulowaniu spoczynku cebuli nie jest dokładnie poznana, a dostępna literatura na ten temat nie jest jednoznaczna. Badania wykazały, że egzogenny etylen skutecznie hamuje wyrastanie cebuli w szczypior (6, 7). Od wielu lat znana jest metoda stosowana do hamowania wyrastania kielków ziemniaków poprzez ciągle dostarczanie etylenu do otaczającej atmosfery podczas przechowywania (8, 9, 10). *Foukaraki* i współpr. (10) stwierdzili, że nawet opóźnianie wstawienia ziemniaków do atmosfery z etylenem do momentu gdy na 10% bulw przechowywanych w normalnej atmosferze pojawiają się pierwsze kielki, jest tak samo skuteczne jak wstawienie ziemniaków do atmosfery z etylenem zaraz po zbiorze. Ilość bulw z wyrosniętymi kielkami i długość kielków po przechowaniu były na podobnym poziomie, bez względu na termin aplikacji etylenu. Wieloletnie badania *Prange* i współpr. (11) wykazały, że ciągle dostarczanie etylenu do atmosfery przez co najmniej 25 tygodni opóźnia wyrastanie kielków ziemniaków, a po ich pojawieniu się, ich wydłużenie jest zahamowane i większość z nich nie przekracza 5 mm. W 2002 r. czysty etylen pod nazwą *Eco Sprout Guard* został zarejestrowany w Kanadzie do zahamowania wyrastania ziemniaków odmiany „*Russet Burbank*” używanej w wielu krajach do produkcji frytek (12). W 2003 r. wydano w Anglii pozwolenie na stosowanie etylenu jako środka hamującego wyrastanie ziemniaków, a w 2006 r. również jako środka zapobiegającego wyrastaniu cebuli. Do aplikacji etylenu do przechowalni i kontroli jego stężenia w Anglii są stosowane dwa systemy tzw. *BioFresh* oraz *Restrained* (12). W systemie *BioFresh* etylen jest dostarczany do przechowalni ze zbiornika, natomiast w systemie *Restrained* etylen powstaje podczas spalania etanolu w specjalnym urządzeniu tzw. *Restrained Generator*. Prowadzone są również badania nad zastosowaniem 1-metylocyklopropenu (MCP), środka blokującego działanie etylenu, dla zahamowania wyrastania szczypioru w czasie długotrwałego przechowywania cebuli. W badaniach *Chope* i współpr. (13) jednorazowe traktowanie cebuli MCP hamowało wyrastanie szczypioru, gdy cebula była przechowywana w temp. 4°C i 12°C, nie miało natomiast pozytywnego wpływu w wyższej temp. tj. 20°C.

Celem badań było określenie wpływu niskiej koncentracji etylenu oraz kontrolowanej atmosfery na zahamowanie wyrastania cebuli w korzenie i szczypior, a także zachowanie jej dobrej jakości i trwałości przechowalniczej. Efekt działania kontrolowanej atmosfery i etylenu porównywano z efektem działania hydrazynu kwasu maleinowego (HM).

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były dwie późne odmiany cebuli: Polanowska i Grabowska przeznaczone do długotrwałego przechowywania. Cebula pochodziła z uprawy konwencjonalnej, prowadzonej zgodnie z zaleceniami dla tego typu upraw, na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa. Część plantacji była opryskana w odpowiedniej fazie dojrzałości cebuli hydrazydem kwasu maleinowego. Po zbiorze i dosuszeniu cebuli założono doświadczenie przechowalnicze w 3 powtórzeniach po 10 kg cebuli w każdym obiekcie i wstawiono do temp. 3°C na okres 6 miesięcy. Cebulę nie traktowaną hydrazydem kwasu maleinowego przechowywano w kontrolowanej atmosferze zawierającej 2% CO₂ – 2% O₂, 2% CO₂ – 2% O₂ + 15 ppm etylenu oraz w normalnej atmosferze. Cebulę traktowaną hydrazydem kwasu maleinowego przechowywano tylko w normalnej atmosferze. Skład gazowy atmosfery oraz utrzymanie składu na odpowiednim poziomie były kontrolowane i automatycznie sterowane za pomocą urządzenia Oxystat 200 firmy David Bishop Instruments, Sussex, UK, natomiast stężenie etylenu na poziomie 15 ppm było utrzymywane za pomocą specjalnego urządzenia ICA Ethylene Control System i sensorów etylenu (ICA 514). Przed przechowaniem i po przechowaniu wykonano pomiary wysokości szczypioru wewnętrznego u 50 cebul z każdego obiektu. Po przechowaniu cebulę sortowano na: eksportową (cebula najwyższej jakości – twarda, bez widocznego szczypioru i korzeni, z przynajmniej jedną, dobrze przylegającą, całą suchą łuską), ze spękaną łuską, z wyrośniętymi korzeniami, z wyrośniętym szczypiolem oraz chorą. Wstawiono również po 20 sztuk cebuli bez widocznego szczypioru i korzeni z każdego obiektu do temp. 18–20°C (SOT – Symulowany Obrót Towarowy) na okres 23 dni, w celu określenia wyrastania szczypioru po chłodniczym przechowaniu. Wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji w układzie jednoczynnikowym, a średnie porównywano za pomocą testu Newmana-Keulsa przy poziomie istotności p=0,05.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Po przechowaniu cebuli w kontrolowanej atmosferze stwierdzono wyższy procentowy udział cebuli eksportowej w porównaniu z przechowywaniem w atmosferze normalnej. Kontrolowana atmosfera całkowicie hamowała wyrastanie szczypioru i zdecydowanie ograniczyła wyrastanie korzeni. W przypadku odm. Polanowska przechowywanej w kontrolowanej atmosferze stwierdzono również niższy udział cebuli ze spękaną łuską w porównaniu z przechowywaniem w normalnej atmosferze. U odm. Grabowska nie stwierdzono istotnych różnic w ilości cebuli ze spękaną łuską między warunkami przechowania (tab. I, tab. II). Pomiary długości szczypioru wewnętrznego cebuli potwierdziły również, że cebula przechowywana w kontrolowanej atmosferze była w mniejszym stopniu pobudzona do ponownego wzrostu w porównaniu z cebulą przechowywaną w normalnej atmosferze. Stosunek długości szczypioru wewnętrznego do wysokości cebuli po przechowaniu wynosił u odmiany Polanowska przechowywanej w kontrolowanej atmosferze bez etylenu – 30,6%, oraz w atmosferze z dodatkiem etylenu – 29,6%, natomiast znacznie dłuższy szczypior notowano w normalnej atmosferze – 62,8%. U cebuli odm. Grabowska stosunek wy-

Tabela I. Wyniki przechowywania cebuli odmiany **Polanowska** w temp. 3°CTable I. Results of storage of cv. **Polanowska** at 3°C

Traktowanie	Procentowy udział poszczególnych frakcji cebuli:					Ubytki masy
	eksportowa	ze spękaną łuską	wyrośnięta w korzenie	wyrośnięta w szczypior	chora	
KA – 2%CO ₂ –2%O ₂	85,0 a	6,8 b	3,3 b	0 b	1,2	3,7 c
KA – 2%CO ₂ –2%O ₂ + 15 ppm C ₂ H ₄	89,8 a	4,2 b	1,0 b	0 b	0,5	4,5 bc
Normalna atmosfera + HM	55,0 b	36,4 a	1,5 b	0,3 b	1,4	5,4 b
Normalna atmosfera	17,6 c	31,6 a	38,4 a	2,9 a	2,4	7,1 a

Test Newmana–Keulsa dla p=0,05; Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy p=0,05

Tabela II. Wyniki przechowywania cebuli odmiany **Grabowska** w temp. 3°CTable II. Results of storage results of cv. **Grabowska** at 3°C

Traktowanie	Procentowy udział poszczególnych frakcji cebuli:					Ubytki masy
	eksportowa	ze spękaną łuską	wyrośnięta w korzenie	wyrośnięta w szczypior	chora	
KA – 2%CO ₂ –2%O ₂	77,0 a	7,5	8,3 b	0 c	2,2	5,0 c
KA – 2%CO ₂ –2%O ₂ + 15 ppm C ₂ H ₄	77,2 a	8,5	2,5 b	0,5 c	5,8	5,5 c
Normalna atmosfera + HM	58,1 b	13,1	4,9 b	10,6 b	5,3	8,0 b
Normalna atmosfera	21,0 c	6,7	41,2 a	16,8 a	4,7	9,6 a

Test Newmana–Keulsa dla p=0,05; Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy p=0,05

Tabela III. Wysokość szczypioru wewnętrznego cebuli (w % wysokości cebuli)

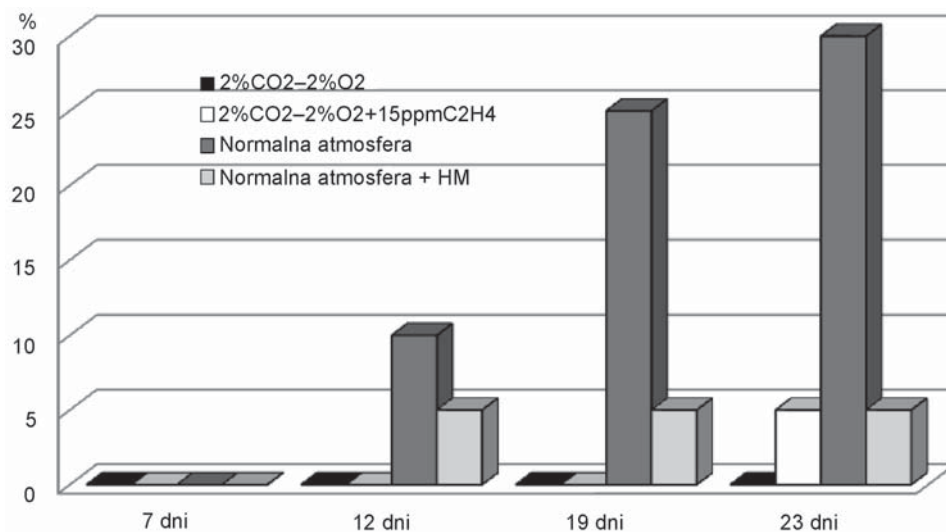
Table III. Length of inside sprout in the onion bulb (in terms of per cent bulb height)

Traktowanie	Odm. Polanowska	Odm. Grabowska
Bezpośrednio przed wstawieniem do temp. 3°C		
Nie traktowana HM	28,0	36,3
Traktowana HM	8,9	10,6
Po 6 miesiącach przechowywania w temp. 3°C		
KA – 2%CO ₂ –2%O ₂	30,6	44,7
KA – 2%CO ₂ –2%O ₂ + 15 ppm C ₂ H ₄	29,6	37,2
Normalna atmosfera + HM	18,3	51,1
Normalna atmosfera	62,8	91,1

sokości szczypioru do wysokości cebuli był wyższy i wynosił odpowiednio: 44,7%, 37,2% i 91,1% (tab. III). Obserwacje wyrastania cebuli w szczypior wykonane po 6 miesiącach chłodniczego przechowania i 23 dniach w warunkach SOT wykazały, że procentowy udział cebuli wyrosniętej w szczypior, był u obu odmian przechowywanych wcześniej w kontrolowanej atmosferze niższy, w porównaniu z cebulą przechowywaną w normalnej atmosferze (ryc. 1, ryc. 2). Opóźnienie wyrastania szczypioru wewnętrznego i tym samym przedłużenie trwałości przechowalniczej, obserwowano również po przechowaniu cebuli słodkiej odmiany 'Super Sweet' (SS1) w kontrolowanej atmosferze (14). Przechowując cebulę 42 dni w normalnej atmosferze w temp. $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ stwierdzono, że udział szczypioru wewnętrznego stanowił ok. 83% wysokości cebuli, natomiast po 42 dniach przechowania w kontrolowanej atmosferze zawierającej 5% CO_2 i 3% O_2 szczypior wewnętrzny stanowił ok. 55% wysokości cebuli. Podobną długość szczypioru wewnętrznego (ok. 50% wysokości cebuli) stwierdzono, gdy cebula była przechowywana 21 dni w KA i przeniesiona na kolejne 21 dni do normalnej atmosfery. Najkrótszy szczypior (42% wysokości cebuli) notowano u cebuli przechowywanej 21 dni w normalnej atmosferze i następnie 21 dni w kontrolowanej atmosferze. Autorzy sugerują, że opóźnienie wstawienia cebuli do kontrolowanej atmosfery może obniżyć koszty przechowywania, jak również ograniczyć szkodliwy wpływ kontrolowanej atmosfery na środowisko, bez wyraźnego obniżenia jej wartości handlowej spowodowanej wyrastaniem szczypioru.

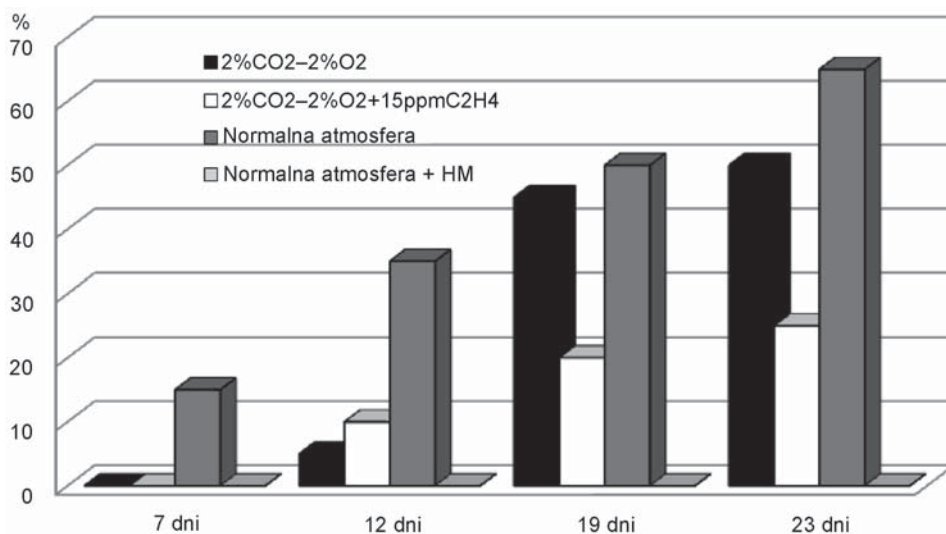
Dodatek etylenu do kontrolowanej atmosfery nie wpłynął na polepszenie przechowania cebuli. U odmiany Polanowska udział cebuli eksportowej w kontrolowanej atmosferze z dodatkiem etylenu wynosił 89,8% i był zaledwie o 4,8% wyższy niż w kontrolowanej atmosferze bez etylenu. U odmiany Grabowska udział cebuli eksportowej był niższy w porównaniu z odmianą Polanowska i wynosił 77% zarówno w atmosferze bez etylenu jak i z dodatkiem etylenu (tab. I, tab. II). Uzyskane wyniki sugerują, że na zachowanie bardzo dobrej jakości cebuli miała wpływ głównie kontrolowana atmosfera w połączeniu z niską temperaturą. W swoich wcześniejszych badaniach Adamicki (6) wykazał również wpływ samej tylko temperatury przechowania na efekt działania etylenu. Przechowując cebulę w normalnej atmosferze w temp. 0°C i 8°C z dodatkiem etylenu stwierdził, że efekt działania etylenu był znacznie wyższy w temp. 8°C niż w temp. optymalnej dla cebuli 0°C .

Stosując hydrazyd kwasu maleinowego uzyskano u obu odmian prawie trzykrotnie więcej cebuli eksportowej po przechowaniu w normalnej atmosferze, w porównaniu z cebulą nietraktowaną, ale znacznie niższy w porównaniu z przechowywaniem w kontrolowanej atmosferze. Średnio u odmiany Polanowska, uzyskano po przechowaniu w kontrolowanej atmosferze 87,4% cebuli eksportowej, zaś przy zastosowaniu hydrazynu kwasu maleinowego 55%, a u odmiany Grabowska odpowiednio 77,1% i 58% (tab. I, tab. II). W warunkach SOT cebula odmiany Grabowska traktowana hydrazidem kwasu maleinowego w ogóle nie wyrastała w szczypior, natomiast u odmiany Polanowska notowano zaledwie 5% cebul z wyrosniętym szczypiorem (ryc. 1, ryc. 2). Stosunek wysokości szczypioru wewnętrznego do wysokości cebuli był również niższy u cebuli traktowanej hydrazidem kwasu maleinowego – 18,3% dla odm. Polanowska i 51,1% dla odm. Grabowska, niż u cebuli nie traktowanej hydrazidem kwasu maleinowego gdzie stwierdzono odpowiednio 62,8% i 91,1% (tab. III).



Ryc. 1. Procentowy udział cebul z wyrosniętym szczypiem po 6 miesiącach przechowywania w temp. 3°C i 7, 12, 19 i 23 dniach w 18–20°C – **odm. Polanowska**.

Fig. 1. Proportion of bulbs with visible sprouts after 6 months of storage at 3°C and after 7, 12, 19 and 23 days at 18–20°C – **cv. Polanowska**.



Ryc. 2. Procentowy udział cebul z wyrosniętym szczypiem po 6 miesiącach przechowywania w 3°C i 7, 12, 19 i 23 dniach w 18–20°C – **odm. Grabowska**.

Fig. 2. Proportion of bulbs with visible sprouts after 6 months of storage at 3°C and after 7, 12, 19 and 23 days at 18–20°C – **cv. Grabowska**.

We wcześniejszych badaniach stwierdzono różną reakcję odmian cebuli na działanie etylenu (6). Porównując trzy odmiany cebuli Sunskin F₁, Sherpa F₁ i Red Baron wykazano, że najsilniej na ciągłe traktowanie etylenem podczas przechowywania, reagowała odmiana Sherpa F₁ dając wyższy procentowy udział cebuli handlowej i znacznie mniejsze ilości cebuli chorej i niższe ubytki masy. Wyraźnych różnic między odmianami w reakcji na działanie etylenu nie stwierdzono również podczas przechowywania ziemniaków (10).

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono zwiększonego nasilenia chorób przechowalniczych. Udział cebuli chorej dla odmiany Polanowska wyniósł średnio 1,4%, a dla odmiany Grabowska 4,5%.

WNIOSKI

1. Stwierdzono korzystny wpływ przechowywania cebuli w kontrolowanej atmosferze, udział cebuli najwyższej jakości u obu odmian był istotnie wyższy niż w normalnej atmosferze.

2. Dodatek etylenu do kontrolowanej atmosfery nie wpływał na poprawę trwałości przechowalniczej cebuli.

3. Stwierdzono istotne różnice między odmianami w ilości cebuli eksportowej po przechowaniu w kontrolowanej atmosferze.

4. Pomiary wysokości szczypioru wewnętrznego po 6 miesiącach przechowania oraz procentowy udział cebul z wyrośniętym szczypiorem po przechowaniu w warunkach SOT wykazały, że cebula odm. Polanowska była w mniejszym stopniu pobudzona do ponownego wzrostu w porównaniu z cebulą odm. Grabowska.

5. Udział cebuli eksportowej w obiekcie traktowanym hydrazidem kwasu maleinowego, był średnio trzykrotnie wyższy niż cebuli nietraktowanej i przechowywanej w normalnej atmosferze, ale niższy niż po przechowaniu w kontrolowanej atmosferze.

E. Badełek, F. Adamicki

THE INFLUENCE OF PRE-HARVEST TREATMENT AND STORAGE CONDITIONS ON THE QUALITY OF TWO CV. OF ONIONS

Summary

The aim of this work was to determine the influence of low concentration of ethylene and controlled atmosphere (CA) on the sprouting, rooting, quality and storage potential of onion. The effect of controlled atmosphere and ethylene treatments were compared with the effect of maleic hydrazide (MH) treatment. Two onion cvs., Polanowska and Grabowska, treated and untreated with MH and stored at 3°C for 6 months were used in the experiment. Onion untreated with MH was stored in CA containing: 2% CO₂ – 2% O₂, 2% CO₂ – 2% O₂ + 15 ppm of ethylene and in normal atmosphere conditions (control treatment). Atmospheres were maintained using an Oxystat 200 CA system and the level of ethylene was maintained by ICA Ethylene Control System and ethylene sensors ICA 514. Onion treated with MH was stored only in normal atmosphere.

Studies have shown beneficial effects of CA on storage potential of onion. The proportion of the best quality onion was significantly higher after storage in CA as compared with untreated onion and that treated with MH and stored in normal atmosphere. Additional use of ethylene to CA had no effect on

the storage potential of onion. Differences between compared cultivars were found only after storage at CA. Better results were obtained for cv. Polanowska than for cv. Grabowska, while after storage in normal atmosphere, the results were similar for both varieties. After MH treatment, the proportion of best quality vegetable was 3-fold higher compared with untreated onion, while it was still lower than after storage in CA.

PIŚMIENNICTWO

1. *Gajewski M.*: Przechowalnictwo warzyw. Wydawnictwo SGGW Warszawa, 2005; 41-70. –
2. *Adamicki F., Czerko Z.*: Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka. PWRiL, Poznań, 2002; 173-179. –
3. *Grzegorzewska M., Badelek E., Sikorska-Zimny K.*: Szacunkowa ocena stanu przechowalnictwa warzyw w Polsce. Wydawnictwo Instytutu Ogrodnictwa, Skierniewice, 2014; 11-15. –
4. *Saltveit M.E.*: Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 1999; 15: 279-292. –
5. *Reid M.*: New technologies for working with ethylene. *Perishables Handling Quarterly Issue*, University of California, Department of Pomology, Davis, 2000; 104: 4-5. –
6. *Adamicki F.*: Wpływ etylenu na spoczynek i wyrastanie cebuli. *Nowości Warzywnicze*, 2007; 45: 5-15. –
7. *Bufler G.*: Exogenous ethylene inhibits sprout growth in onion bulbs. *Ann. Bot.*, 2009; 103: 23-28. –
8. *Rylski I., Rappaport L., Pratt H.K.*: Dual effects of ethylene on potato dormancy and sprout growth. *Plant Physiol.*, 1974; 53: 658-662. –
9. *Daniels-Lake B.J., Prange R.K., Nowak J., Asiedu S.K., Walsh J.R.*: Sprout development and processing quality changes in potato tubers stored under ethylene:1. Effects of ethylene concentration. *Amer. J. of Potato Res.* 2005; 82: 389-397. –
10. *Foukaraki S.G., Cools K., Chope, G.A., Terry L.A.*: Effect of the transition between ethylene and air storage on postharvest quality in six UK-grown potato cultivars. *J. Hortic. Sci. Biotech.*, 2014; 89(6): 599-606.
11. *Prange R.K., Kalt W., Daniels-Lake B.J., Liew Ch.L., Page R.T.*: Using ethylene as a sprout control agent in stored 'Russet Burbank' potatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1998; 123(3): 463-469. –
12. *Briddon A.*: The use of ethylene for sprout control. *Research Review*, Ref. R279, British Potato Council SBEU, 2006. –
13. *Chope G.A., Terry L.A., White P.J.*: The effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the physical and biochemical characteristics of onion cv. SS1 bulbs during storage. *Postharvest Biol. Technol.*, 2007; 44: 131-140. –
14. *Chope G.A., Terry L.A., White P.J.*: The effect of the transition between controlled atmosphere and regular atmosphere storage on bulbs of onion cultivars SS1, Carlos and Renate. *Postharvest Biol. Technol.*, 2007; 44: 228-239.

Adres: 96-100 Skierniewice, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3

Ewa Kurzeja, Katarzyna Pawłowska-Góral

INTERAKCJE AZOTANÓW I KWERCETYNY – BADANIA IN VITRO*

Katedra i Zakład Żywności i Żywienia
Wydziału Farmaceutycznego z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu,
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach
Kierownik: dr hab. *K. Pawłowska-Góral*

Pomimo udowodnionej korzystnej roli kwercetyny dla zdrowia człowieka, niektóre doniesienia wskazują na jej działanie apoptyczne, mutagenne i prooksydacyjne. Również wyniki badań dotyczących wpływu azotanów III i V na organizm człowieka są rozbieżne. Zwiększone spożycie zarówno azotanów, jak i antyoksydantów we współczesnej diecie skłoniło nas do podjęcia badań nad wpływem obu tych substancji na organizmy żywe. Celem pracy była próba ustalenia, czy i w jakim stopniu równoczesna obecność kwercetyny i azotanów wpływa na aktywność metaboliczną komórek. Uzyskane w pracy wyniki wskazują, że obecność kwercetyny i azotanu sodu zmienia aktywność metaboliczną komórek, a zmiany te są zależne od stężenia kwercetyny.

Hasła kluczowe: kwercetyna, azotany, adenozyntrifosforan (ATP), wskaźnik wzrostu hodowli (N/N_0).

Key words: quercetin, nitrates, adenosine triphosphate (ATP), values of cell growth (N/N_0).

Zainteresowanie badaniami nad wpływem azotanów na organizm człowieka wynika z ich powszechnego stosowania w rolnictwie oraz przetwórstwie żywności. Głównym źródłem związków azotowych w żywności są warzywa i produkty roślinne, produkty mięsne, woda pitna i ser. Wyniki badań dotyczących ich wpływu na organizm człowieka są rozbieżne. Jedne wskazują, że nadmierne spożycie azotanów wiąże się ze zwiększonym ryzykiem raka układu pokarmowego oraz wystąpienia methemoglobinemii, inne wykazują korzystne efekty działania azotanów, dzięki którym związki te mogą okazać się użyteczne w zapobieganiu i leczeniu wielu chorób (1, 2, 3). Oprócz zwiększonego spożycia azotanów, coraz częściej spożywana jest żywność bogata w związki o właściwościach antyoksydacyjnych. Jedną z takich substancji jest kwercetyna, należąca do związków flawonoidowych. W licznych badaniach wykazano jej wielokierunkowe działanie: antyoksydacyjne, przeciwnowotworowe, detoksykacyjne i przeciwmiażdżycowe (4). Działanie antyoksydacyjne kwercetyny wynika z możliwości jej bezpośrednich reakcji z wolnymi rodnikami oraz działania modyfikującego przemiany prowadzące do ich powstawa-

* Praca finansowana z Umowy Statutowej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach KNW-1-015/P/2/0.

nia (5). Właściwości antyoksydacyjne kwercetyny związane są również z możliwością chelatowania jonów metali przejściowych (żelaza, miedzi), które uczestniczą w wielu reakcjach utleniania i redukcji (6). Kwercetyna posiada również właściwości neutralizujące toksyczność niektórych związków (7). Jednak niektóre doniesienia wskazują na jej działanie apoptyczne, mutagenne i prooksydacyjne (8).

Obserwowane zwiększone spożycie produktów zawierających zarówno azotany, jak i aktywne związki o właściwościach przeciwutleniających nasuwa pytanie dotyczące możliwości ich wzajemnych oddziaływań na organizmy żywe. W związku z tym, celem pracy było czy i w jakim stopniu równoczesna obecność kwercetyny i azotanów wpływa na aktywność metaboliczną komórek.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na fibroblastach izolowanych metodą eksplantów tkanki ze skóry pobranej z ogona i brzucha myszy, szczepu BALB/c. Zwierzęta pochodziły z hodowli w Centrum Medycyny Doświadczalnej Śląskiego Uniwersytetu Medycznego, a zgodę na badania wydała Lokalna Komisja Etyczna do Spraw Doświadczeń na Zwierzętach SUM. Wybór fibroblastów, jako modelu badawczego, był spowodowany m.in. łatwością ich izolacji, możliwością namnożenia dużej liczby komórek oraz wysoką jednorodnością komórek, dzięki czemu uzyskuje się dużą powtarzalność wyników. Fibroblasty hodowano w pożywce Dulbecco'a DMEM z NaNO_3 (10^{-6} mol/dm^3) i/lub kwercetyną. Stężenie kwercetyny Q1, Q2 i Q3 wynosiło odpowiednio: 10^{-7} , 10^{-6} i 10^{-5} mol/dm^3 . Stężenia zostały ustalone w efekcie przeprowadzenia badań pilotowych. Wybrano stężenia, przy których nie obserwowano działania cytotoksycznego, czyli dodane substancje nie powodowały wyższej niż w hodowlach kontrolnych śmiertelności komórek. Hodowle prowadzono przez 1, 4 i 6 dni, w inkubatorze firmy Heraeus, w temp. 37°C , atmosferze zawierającej 5% CO_2 . Komórki wybarwiano 0,4% błękitem trypanu (9), zliczano za pomocą licznika komórek CountessTM firmy Invitrogen. Wskaźnik wzrostu hodowli (N/N_0) wyznaczono jako iloraz liczby fibroblastów w 1 cm^3 pożywki w dniu zakończenia (N) i w dniu założenia (N_0) hodowli. Stężenie ATP oznaczano w komórkach za pomocą zestawu testów firmy Perkin-Elmer. Zasada oznaczenia polega na reakcji ATP z D-lucyferyną w obecności lucyferazy, której towarzyszy emisja światła (10). Uzyskane wyniki przeliczono na 1 mg białka komórkowego. Białko oznaczono z wykorzystaniem metody Lowry (11). Wszystkie oznaczenia wykonano w trzech powtórzeniach, a otrzymane wyniki poddano opracowaniu statystycznemu. Obliczono wartości podstawowych parametrów opisowych: średnią arytmetyczną i odchylenie standardowe. Grupy kontrolne i badane porównano testem t-; wariancje prób były jednorodne (STATISTICA 10.0).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Interakcje zachodzące pomiędzy składnikami żywności są coraz częściej tematem prac badawczych (12,13). Jednak mało jest badań *in vitro*, w których oceniany jest bezpośredni wpływ oddziaływań składników żywności na komórki.

W ocenie hodowli komórkowej duże znaczenie ma cytofizjologiczna charakterystyka komórek, która może być oparta na wyznaczeniu ich żywotności. Żywotność fibroblastów, określona na podstawie testu integralności błon (wybarwienie komórek błękitem trypanu) w preparatach wynosiła powyżej 95%. W badaniach *in vitro* interesująca jest też szybkość namnażania i zagęszczenia komórek pod wpływem substancji egzogennych. Hamowanie lub zwiększenie wzrostu komórek jest parametrem ich odpowiedzi biologicznej na rodzaj i stężenie związków dodanych do hodowli komórkowej. Obliczone wartości wskaźnika wzrostu komórek (N/N_0) przedstawiono w tab. I. Dodanie azotanu (V) sodu do hodowli spowodowało zmniejszenie wzrostu fibroblastów o 25–47% w zależności od czasu trwania hodowli. Obecność kwercetyny wraz ze wzrostem jej stężenia i wydłużaniem czasu hodowli powodowała niewielkie, nieistotne statystycznie hamowanie wzrostu komórek. Równoczesna obecność w podłożu azotanu i kwercetyny hamowała wzrost komórek w sposób zależny od czasu hodowli oraz stężenia kwercetyny. Niższe stężenia kwercetyny dodanej łącznie z azotanem (V) sodu (Q1+NaNO₃), w mniejszym stopniu hamowały wzrost komórek niż stężenia wyższe (Q2+NaNO₃ i Q3+NaNO₃). Fakt ten może wskazywać na ochronne działanie kwercetyny w małych dawkach.

Tab e l a I. Wartości wskaźnika wzrostu komórek (N/N_0) w hodowlach fibroblastów

Tab l e I. Values of cell growth (N/N_0) in cultured fibroblasts

Hodowla	1 dzień	4 dzień	6 dzień
Kontrola	2,10±0,20	4,01±0,32	5,99±0,45
NaNO ₃	1,49±0,12*	3,01±0,29*	3,20±0,38*
Q1	2,10±0,22	3,97±0,31	5,84±0,39
Q2	2,10±0,21	3,91±0,28	5,59±0,39
Q3	1,90±0,19	3,60±0,35	5,30±0,36
Q1+NaNO ₃	1,70±0,10*	3,40±0,27*	4,37±0,38*
Q2+NaNO ₃	1,67±0,16*	3,18±0,20*	4,02±0,27*
Q3+NaNO ₃	1,60±0,09*	2,93±0,14*	3,73±0,35*

NaNO₃ – hodowla z azotanem (V) sodu; Q1 – hodowla z kwercetyną o stężeniu: 10⁻⁷ mol/dm³; Q2: 10⁻⁶ mol/dm³; Q3: 10⁻⁵ mol/dm³; Q1+NaNO₃ – hodowla z azotanem i kwercetyną (o stężeniach Q1, Q2 i Q3). Wyniki są przedstawione jako wartość średnia (n=3); * p<0,05 wobec kontroli.

Źródłem ATP w komórce jest zarówno fosforylacja substratowa, jak i fosforylacja oksydacyjna. Jednym z następstw stresu oksydacyjnego w komórkach może być zmniejszenie wytwarzania ATP, które jest efektem inaktywacji enzymów zawierających grupy –SH, przez reaktywne formy tlenu (14). Aktywność biochemiczną hodowanych fibroblastów oceniono poprzez określenie w nich zmian stężenia ATP, a uzyskane wyniki przedstawiono w tab. II. Zaobserwowany ok. 10% spadek ATP w fibroblastach dłużej hodowanych w obecności azotanu (V) sodu, wskazuje na zaburzenie metabolizmu komórek. Obecność w pożywce kwercetyny o najwyższym zastosowanym stężeniu Q3 i hodowli trwającej 6 dni, również powodowała spadek stężenia ATP (ok. 15%), co może wskazywać na ingerencję kwercetyny w reakcje redoks podczas tworzenia ATP. W fibroblastach hodowa-

Tabela II. Stężenie ATP ($\mu\text{mol}/\text{mg}$ białka) w hodowanych fibroblastachTable II. ATP concentration ($\mu\text{mol}/\text{mg}$ protein) in cultured fibroblasts

Hodowla	1 dzień	4 dzień	6 dzień
Kontrola	0,122±0,008	0,128±0,006	0,125±0,008
NaNO ₃	0,125±0,011	0,123±0,010	0,113±0,007*
Q1	0,130±0,010	0,131±0,008	0,119±0,010
Q2	0,131±0,011	0,129±0,011	0,117±0,010
Q3	0,131±0,011	0,121±0,008*	0,108±0,008*
Q1+NaNO ₃	0,133±0,009	0,124±0,004	0,117±0,010
Q2+NaNO ₃	0,131±0,009	0,128±0,007	0,117±0,007
Q3+NaNO ₃	0,125±0,010	0,116±0,004*	0,108±0,003*

NaNO₃ – hodowla z azotanem (V) sodu / cell culture with sodium nitrate (V); Q – hodowla z kwercetyną o stężeniu: Q1: 10^{-7} mol/dm³, Q2: 10^{-6} mol/dm³, Q3: 10^{-5} mol/dm³; Q+NaNO₃ – hodowla z azotanem i kwercetyną (o stężeniach Q1, Q2 i Q3); Wyniki są przedstawione jako wartość średnia (n=3); * p<0,05 wobec kontroli.

nych równocześnie z azotanem i kwercetyną o największym stężeniu (Q3+NaNO₃), wystąpiło zmniejszenie ATP wraz z wydłużaniem czasu hodowli. Istotne statystycznie zmiany stwierdzono, dla tego układu, w 4 i 6 dniu hodowli. W prowadzonych wcześniej badaniach zaobserwowaliśmy, iż równoczesna obecność azotanu (V) sodu i kwercetyny w podłożu hodowlanym, powodowała wzrost aktywności enzymów antyoksydacyjnych fibroblastów, czyli następowała ingerencja w homeostazę redoks komórek (15). Największe zmiany aktywności enzymów odnotowano w obecności największego stężenia kwercetyny. Wzrost aktywności enzymów, przy jednoczesnym spadku stężenia ATP w komórkach, wskazuje na udział kwercetyny w metabolizmie fibroblastów, narażonych na azotan. Istotną rolę w metabolizmie komórkowym i produkcji energii ATP ma układ fosforylacji oksydacyjnej. *De Paeppe* i współpr. (16) wykazali, że resweratrol (potencjalny antyoksydant) w stężeniu $100 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$ nie normalizował fosforylacji oksydacyjnej w hodowlach ludzkich fibroblastów, poddanych stresowi oksydacyjnemu. Odnotowany przez nas wzrost stężenia ATP w fibroblastach krótko hodowanych z azotanem (V) i równocześnie z kwercetyną w małych stężeniach ($0,1$ i $1,0 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$), mógł być wynikiem stabilizacji fosforylacji oksydacyjnej przez kwercetynę. Natomiast podczas długotrwałego narażenia fibroblastów na azotan (V) kwercetyna, zwłaszcza w największym stężeniu ($10 \mu\text{mol}/\text{dm}^3$), nie normalizowała stężenia ATP w komórkach.

WNIOSKI

Uzyskane wyniki wskazują, że równoczesna obecność kwercetyny i azotanu (V) sodu w hodowli fibroblastów miała wpływ na wskaźnik wzrostu komórek oraz ich aktywność metaboliczną. Wielkość zmian zależała zarówno od stężenia kwercetyny, jak i od czasu ekspozycji na badane związki. Można przypuszczać, że spożywanie dużej ilości kwercetyny, zwłaszcza długotrwałe, przy jednoczesnym spożyciu produktów zawierających azotany (V), może mieć wpływ na funkcjonowanie or-

ganizmu. W związku z tym należałoby przeprowadzić dalsze badania dotyczące potencjalnych interakcji azotanów z kwercetyną oraz innymi substancjami o właściwościach przeciwutleniających.

E. Kurzeja, K. Pawłowska-Góral

NITRATES AND QUERCETIN INTERACTIONS – IN VITRO MODEL

Summary

Despite the beneficial role of quercetin for human health, some reports suggest its apoptotic, mutagenic and prooxidative activity. Also, research results concerning the influence of nitrates on human body are divergent. Increased amounts of both nitrates and antioxidants in contemporary diet prompted our research on the effects of both these types of substances on living organisms. The aim of the study was to establish whether, and if so, to what degree, the simultaneous presence of quercetin and sodium nitrate influenced cell metabolism. The research was conducted on mouse fibroblasts cultivated in a medium with NaNO_3 (1 mM) and/or quercetin (0.1, 1.0 and 10 μM). The viability of the cells was established by staining with 0.4% trypan blue. Cell culture growth index was calculated after counting the cells with Invitrogen Countess™ counter. The ATP concentration in the cells was measured using a Perkin-Elmer test set. The simultaneous exposure of the cells to nitrate and quercetin inhibited their growth less than nitrate alone. Longer exposure of fibroblasts to nitrate or quercetin at 10 μM , as well as to both these compounds together, caused a decrease in ATP concentration, indicating disturbed cell metabolism. An increase in ATP concentration in a short-term culture with nitrate and quercetin at lower concentrations (0.1 and 1.0 μM) could result from the stabilization of oxidative phosphorylation by quercetin. Prolonged exposure to quercetin at 10 μM did not result in the normalization of ATP concentration in the cells.

The results indicate that the simultaneous presence of quercetin and sodium nitrate in a fibroblast culture influenced the cell growth indicator and changed the metabolic activity of fibroblasts. The magnitude of changes depended both on quercetin concentration and the time of exposure to the compounds tested. It may be assumed that the ingestion of large amounts of quercetin, especially over an extended period of time, accompanied by the ingestion of products containing nitrates may affect the functioning of the body.

PIŚMIENNICTWO

1. *Hord N.G., Tang Y., Bryan N.S.*: Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2009; 90: 1-10.
2. *Lundberg J.O., Feelisch M., Bjorne H., Jansson E.A., Weitzberg E.*: Cardioprotective effects of vegetables: is nitrate the answer? *Nitric Oxide*, 2006; 15(4): 359-362.
3. *Gilchrist M., Winyard P.G., Benjamin N.*: Dietary nitrate – good or bad? *Nitric Oxide*, 2010; 22(2): 104-109.
4. *Harwood M., Danielewska-Nikiel B., Borzelleca J.F., Flamm G.W., Williams G.M., Lines T.C.*: A critical review of the data related to the safety of quercetin and lack of evidence of in vivo toxicity, including lack of genotoxic/carcinogenic properties. *Food Chem. Toxicol.*, 2007; 45(11): 2179-2205.
5. *Lakhanpal P., Rai D.K.*: Quercetin: A Versatile Flavonoid. *Internet Journal of Medical Update* 2007; 2(2): 22-37.
6. *Sun S., Chen W., Cao W., Zhang F., Song J., Tian C.*: Research on the chelation between quercetin and Cr(III) ion by Density Functional Theory (DFT) method. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, 2008; 860: 40-44.
7. *Yousef M.I., Omar S.A., El-Guendi M.I., Abdelmegid L.A.*: Potential protective effects of quercetin and curcumin on paracetamol-induced histological changes, oxidative stress, impaired liver and kidney functions and haematotoxicity in rat. *Food Chem. Toxicol.* 2010; 48(11): 3246-3261.
8. *Gliszczyńska-Świgło A., van der Woude H., de Haan L., Tyrakowska B., Aarts J.M., Rietjens I.M.*: The role of quinone reductase (NQO1) and quinone chemistry on quercetin cytotoxicity. *Toxicol In Vitro*, 2003; 17(4): 423-431.
9. *Philips D.J.*: Dye exclusion test for cell viability, in: tissue, culture, methods and application. *Acad. Press.*, 1978; 406-408.
10. *Kangas L., Gronroos M., Nieminen A.L.*: Bioluminescence of cellular ATP: a new method for evaluating cytotoxic agents in vitro. *Med. Biol.*, 1984; 62: 338-343.

11. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J.: Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 1951; 193: 265-275. – 12. Bartoń H., Folta M., Chlopicka J., Kulawik A.: Badanie (*in vitro*) wpływu interakcji pomiędzy ekstraktami kawy a kwasem askorbinowym i wybranymi polifenolami na ich właściwości antyoksydacyjne. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2014; 47(3): 264-269. – 13. Gliszczyńska-Świgło A., Szymusiak H.: Interakcje między składnikami suplementów diety na przykładzie kwercetyny i witaminy C. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2009; 4(65): 278-285. – 14. Oláh J., Klivényi P., Gardian G., Vécsei L., Orosz F., Kovacs G.G., Westerhoff H.V., Ovádi J.: Increased glucose metabolism and ATP level in brain tissue of Huntington's disease transgenic mice. *FEBS J*, 2008; 275(19): 4740-55. – 15. Kurzeja E., Stec M., Synowiec-Wojtarowicz A., Jowska A., Pawłowska-Góral K.: Studies on the effect of quercetin and nitrates on the redox homeostasis using *in vitro* model. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 2014; 38(1): 24-30. – 16. De Paepe B., Vandemeulebroecke K., Smet J., Vanlander A., Seneca S., Lissens W., Van Hove J.L., Deschepper E., Briones P., Van Coster R.: Effect of resveratrol on cultured skin fibroblasts from patients with oxidative phosphorylation defects. *Phytother Res.*, 2014; 28(2): 312-316.

Adres: 41-200 Sosnowiec, ul. Jedności 8

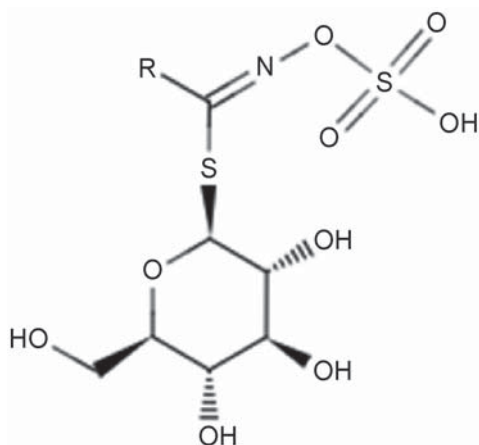
Kalina Sikorska-Zimny

WYBRANE GLUKOZYLANY I ICH POCHODNE: ŹRÓDŁA, WŁAŚCIWOŚCI ORAZ DZIAŁANIE NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

Pracownia Przechowalnictwa i Fizjologii Pozbiorczej Owoców i Warzyw
Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach
Kierownik: dr *K. Rutkowski*

Hasła kluczowe: glukozynolany, zawartość gls, warzywa, składniki prozdrowotne.
Key words: glucosinolates, gls content, vegetables, prohealthy compounds.

Glukozynolany (β -tioglikozydo-N-hydroksysiaraczany, gls) to związki rozpuszczalne w wodzie, należące do glikozydów, będące wtórnymi metabolitami roślin (1, 2, 3). Zidentyfikowano ponad 90 glukozynolanów, które podzielono na trzy podstawowe grupy: alifatyczne (łańcuch boczny jest pochodną: alaniny, izoleucyny, leucyny, metioniny, waliny), aromatyczne (łańcuch boczny jest pochodną: fenyloalaniny, tyrozyny) oraz glukozynolany indolowe (łańcuch boczny jest pochodną tryptofanu) (4, 5, 6).



Ryc. 1. Wzór glukozynolanu (bazy ChEBI) (7).
Fig. 1. Chemical structure of glucosinolate (ChEBI) (7).

Duże ilości glukozynolanów występują w warzywach krzyżowych (brokuł, jarmuż, kalafior, kalarepa oraz kapusta: brukselska, chińska, głowiasta biała, głowiasta czerwona, pekińska, włoska) (8, 9). Rośliny wykorzystują glukozynolany (głównie izotocjaniany) do walki ze szkodnikami. Znane są jednak gatunki owadów mogące

wykorzystywać toksyczne właściwości glukozyłanów do obrony przed drapieżnikami (10, 11). Korzystny wpływ na zdrowie człowieka mają produkty przemiany glukozyłanów, powstające izotocyjaniany i sulforafan (5).

Indolowe pochodne glukozyłanów uznaje się za związki o charakterze przeciwnowotworowym, natomiast alifatyczne formy odpowiedzialne za specyficzny, gorzki smak warzyw, w których występują (8, 12, 13).

Działanie

Spożywanie pokarmów bogatych w glukozyłany obniża ryzyko zachorowania na wiele typów nowotworów (żołądka, płuc, gruczołu krokowego, jelita, odbytu, piersi) (1, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18). Pochodne glukozyłanów mają działania przeciwzapalne, przeciwbakteryjne oraz są antyoksydantami (1, 15). Badania Santos i in. (19) potwierdziły działanie cytoprotekcyjne komórek narażonych na stres oksydacyjny. Wykazano również, że spożywanie warzyw krzyżowych indukuje enzymy biorące udział w procesach detoksykacji (20). Badania WHO wskazują, że spożywanie 400 g dziennie warzyw/owoców przyczynia się do obniżenia ryzyka wystąpienia szeregu przewlekłych chorób (8).

Niektóre z pochodnych glukozyłanów (indolo-3-acetonitryl) mogą mieć działanie szkodliwe dla ludzi (1). Badania nad indolo-3-karbinolem (I3K) wykazały, że może on również indukować powstawanie nowotworów, jedynie względem nowotworów piersi badania naukowe potwierdziły jego antykancerogeny charakter (13, 21).

Aktywność biologiczna

Przekształcenie glukozyłanów do ich aktywnie biologicznych pochodnych następuje pod wpływem działania mirozynazy (glukozyłolaza tioglukozydowa EC 3.2.3.1), enzymu zawartego w komórkach (tzw. ciałach białkowych – ziarnach mirozynowych) (3). Pod jej wpływem następuje hydroliza wiązania β -tioglukozydowego glukozyłanów, z odszczepieniem cząsteczki glukozy i ostatecznym powstaniem tiocyjanianów, izotiocyanianów (pH roztworu poniżej 4), siarczanów oraz nitryli (pH roztworu 4), na przebieg reakcji ma wpływ obecność jonów metali, kofaktorów białkowych (1, 5, 11, 12, 14, 18, 22, 23). W komórkach mirozynaza oraz glukozyłany są fizycznie oddzielone – zatem by zaszła reakcja przekształcania enzymatycznego glukozyłanów, musi nastąpić uszkodzenie komórki (23).

Uczeni wskazują, że działanie przeciwnowotworowe (głównie sulforafanu i indolo-3-karbinolu) jest związane z oddziaływaniem tych związków na enzymy fazy I i II (1, 5, 20, 24, 25, 26, 27). Enzymy II fazy, obecne w śluzówce jelita cienkiego, wątrobie i okrężnicy są ściśle powiązane z reakcjami neutralizacji czynników rakotwórczych oraz zapoczątkowywania apoptozy komórek nowotworowych (11, 23, 24). Niestety należy pamiętać, że przemiana glukozyłanów w ich prozdrowotne pochodne nie zachodzi ze 100% wydajnością. W przypadku glukorafaniny (brokuły) aż 80% jest przekształcanych do nitryli – pozostała część do prozdrowotnego sulforafanu (18). Naukowcy wskazują, że przekształcenie glukozyłanów do prozdrowotnych pochodnych może mieć miejsce również w organizmach ludzkich pod wpływem mikroflory jelitowej (28).

T a b e l a I. Zawartość glukozynolanów w warzywach krzyżowych

T a b l e I. Content of glucosinolates in cruciferous

Warzywo	Zawartość gls.	Źródło
Brokuł	15,2–59,3 mmol/kg s.m.	Rosa i Rodrigez 2001
	1762 mmol/100 g s.m.	Verkerk i in.2001
	62,4 mmol/100 g s.m.	Song i Tornalley 2007
Chrzan	12–160 mg/100 g s.m.	Kwiatkowska 2007
Jarmuż	730,63 mmol/100 g s.m.	He i in. 2003
Kapusta chińska	84,74 mmol/100 g s.m.	He i in. 2003
Kapusta biała głowiasta	2144 mmol/100 g s.m.	Verkerk i in.2001
Kapusta czerwona głowiasta	1470 mmol/100 g s.m.	Verkerk i in.2001
Kapusta brukselska	17,2 mmol/100 g s.m.	Song i Tornalley 2007
Kalafior	13,5 mmol/100 g s.m.	Song i Tornalley 2007

Wybrane glukozynolany i ich pochodne

G l u k o b r a s y c y n a (oraz neoglukobrasycyna) – glukobrasycyna jest stabilna w szerokim zakresie pH, ulega rozkładowi w przypadku działania wyższej temperatury. Oba gls są głównymi przedstawicielami związków indolowych w warzywach krzyżowych. Największą zawartością glukobrasycyny odznacza się kapusta brukselska (3) (tab. II). Glukobrasycyna jest prekursorem indolo-3-karbinolu oraz askorbigeny, związków o działaniu antynowotworowym (32).

G l u k o i b e r y n a należy do glukozynolanów alifatycznych, jej działanie prozdrowotne jest powiązane z oddziaływaniem na obie fazy enzymów (hamowanie w przypadku enzymów fazy I detoksykacji oraz indukcja dla enzymów fazy II detoksykacji) ale i hamowaniem proliferacji komórek (24). Największą zawartością glukoiberyny odznacza się jarmuż (31) (tab. II).

G l u k o r a f a n i n a jest prekursorem sulforafanu. Badania Armach i współpr. (33) wykazały, że spożywanie brokułów o zwiększonej zawartości glukorafaniny spowodowało obniżenie poziomu cholesterolu (frakcja LDL) u ochotników biorących udział w badaniu. Najwięcej glukorafaniny występuje w brokułach (29) (tab. II).

I n d o l o - 3 - k a r b i n o l jest pochodnym glukobrasycyny, jego silne działanie przeciwnowotworowe jest powiązane z oddziaływaniem na hormony. Badania wykazały, że estrogeny (w pewnych warunkach) mogą prowadzić do procesów nowotworowych (34). Indolo-3-karbinol przekształca estrogeny do produktów nie indukujących/wspierających rozwój nowotworu (w przypadku pewnych nowotworów hormonozależnych).

N e o g l u k o b r a s y c y n a – podobnie jak glukobrasycyna jest pochodną L-tryptofanu. Najwięcej neoglukobrasycyny znajduje się w brokułach (29) (tab. II).

P r o g o i t r y n a uważana za substancję antyodżywczą z uwagi na ograniczanie wchłaniania jodu przez organizm ludzki (jod nie jest przyłączany do tyrozyny lub tyroniny, tym samym nie są wytwarzane hormony tarczycy), należy do związków wolotwórczych. Najwięcej progointryny występuje w kapuście brukselskiej (6) (tab. II).

Table II. Zawartość wybranych glukozynolanów i ich pochodnych w warzywach krzyżowych
 Table II. Content of chosen glucosinolates and their derivatives in cruciferous

Nazwa zwyczajowa (skrót)	Nazwa chemiczna (bazy PubChem Compound)	Zawartość glukozynolanów i ich pochodnych w wybranych roślinach wg autora	Zawartość w mg/kg	Masa cząst. w g/mol (bazy PubChem Compound)
Glukobrasycyna (GBS; GB)	3-Indolylmethyl	jarmuż: 7,12 mmol/g s.m. kapusta głowiasta biała: 294 mmole/100 g s.m. kapusta głowiasta czerwona: 175 mmol/100 g s.m. brokuly: 350 mmol/100 g s.m. 0,38 mmol/g s.m. 2,3–11 mmol/kg s.m. kapusta brukselska: 3,74 mmol/g s.m. kalafior: 1,53 mmol/g s.m.	3193,11 mg/kg s.m. 1318,50 mg/kg s.m. 784,82 mg/kg s.m. 1569,65 mg/kg s.m. 170,42 mg/kg s.m. 1031,48–4933,17 mg/kg s.m.	448,47
		Cartea i in.2008 Verkerk i in. 2001 Verkerk i in. 2001 Verkerk i in. 2001 Tian i in. 2005 Rosa i Rodrigez 2001 Tian i in. 2005 Tian i in. 2005		
Glukoiberyna (GIB)	3-Methylsulfinylpropyl	jarmuż: 7,9 mmol/g s.m. kapusta głowiasta biała: 542 mmole/100 g s.m. 46,04 mmol/100 g s.m. kapusta głowiasta czerwona: 103 mmol/100 g s.m. brokuly: 165 mmol/100 g s.m. 0,13 mmol/g s.m. 17,7 mmol/100 g s.m. kapusta brukselska: 0,58 mmol/g s.m. 1,5 mmol/100 g s.m. kalafior: 0,42 mmol/g s.m. 1,34 mmol/100 g s.m.	3337,51 mg/kg s.m. 2289,79 mg/kg s.m. 194,51 mg/kg s.m. 435,14 mg/kg s.m. 697,08 mg/kg s.m. 54,92 mg/kg s.m. 74,78 mg/kg s.m. 245,03 mg/kg s.m. 6,34 mg/kg s.m. 177,44 mg/kg s.m. 5,66 mg/kg s.m.	422,47
		Cartea i in.2008 Verkerk i in. 2001 Palani i in. 2016 Verkerk i in. 2001 Verkerk i in. 2001 Tian i in. 2005 Song i Tormalley 2007 Tian i in. 2005 Song i Tormalley 2007 Tian i in. 2005 Song i Tormalley 2007		

Table II. Zawartość wybranych glukozynolanów i ich pochodnych w warzywach krzyżowych (cd.)
 Table II. Content of chosen glucosinolates and their derivatives in cruciferous (cont.)

Nazwa zwyczajowa (skrót)	Nazwa chemiczna (bazy PubChem Compound)	Zawartość glukozynolanów i ich pochodnych w wybranych roślinach wg autora	Zawartość w mg/kg	Masa cząst. w g/mol (bazy PubChem Compound)
Glukorafanina (GRA; RAPH)	4-Metylosulfinylobutył	jarmuż: 0,13 mmol/g s.m. kapusta głowiasta biała: 4 mmole/100 g s.m. kapusta głowiasta czerwona: 425 mmol/100 g s.m. brokuly: 735 mmol/100 g s.m. 1,05 mmol/g s.m. 7,1 mmol/g s.m. 4,4–28,5 mmol/kg s.m. 29,4 mmol/100g s.m. kapusta brukselska: 0,15 mmol/g s.m. 0,55 mmol/100 g s.m. kalfalior: 0,05 mcromol/g s.m. 0,31 mmol/100 g s.m.	56,75 mg/kg s.m. 17,46 mg/kg s.m. 1855,13 mg/kg s.m. 3208,28 mg/kg s.m. 458,33 mg/kg s.m. 3099,15 mg/kg s.m. 1920,60-12440,25 mg/kg s.m. 128,33 mg/kg s.m.	436,50
		Cartea i in. 2008 Verkerk i in. 2001 Verkerk i in. 2001 Verkerk i in. 2001 Tian i in. 2005 Jeffery E. i in. 2003 Rosa i Rodrigez 2001 Song i Tomalley 2007 Tian i in. 2005 Song i Tomalley 2007 Tian i in. 2005 Song i Tomalley 2007	21,83 mg/kg s.m. 2,40 mg/kg s.m. 21,83 mg/kg s.m. 1,35 mg/kg s.m.	
Indolo-3-karbinol (I3K)	1 <i>H</i> -Indolo-3-metanoli;	kapusta: 0,1–1,9 mmol/kg s.m. kalfalior: 0,1–1,6 mmol/kg s.m. kapusta brukselska: 0,5–3,2 mmol/kg s.m.	0,01–0,03 mg/kg s.m. 0,01–0,24 mg/kg s.m. 0,07–0,47 mg/kg s.m.	147,18
Neogluko-brasycyna (NGBS; NeoGB)	1-Methoxy-3-indolylmethyl	jarmuż: 0,7 mmol/g s.m. kapusta głowiasta biała: 8 mmole/100 g s.m. kapusta głowiasta czerwona: 2,2 mmol/100 g s.m. brokuly: 96 mmol/100 g s.m. 0,11 mmol/g s.m. 0,4–10,9 mmol/kg s.m. kalfalior: 0,23 mmol/g s.m.	334,94 mg/kg s.m. 38,28 mg/kg s.m. 10,53 mg/kg s.m. 459,35 mg/kg s.m. 52,63 mg/kg s.m. 191,40–5215,54 mg/kg s.m. 110,05 mg/kg s.m.	478,49
		Cartea i in. 2008 Verkerk i in. 2001 Verkerk i in. 2001 Verkerk i in. 2001 Tian i in. 2005 Rosa i Rodrigez 2001 Tian i in. 2005		

Table II. Zawartość wybranych glukozyzolanów i ich pochodnych w warzywach krzyżowych (cd.)
 Table II. Content of chosen glucosinolates and their derivatives in cruciferous (cont.)

Nazwa zwyczajowa (skrót)	Nazwa chemiczna (bazy PubChem Compound)	Zawartość glukozyzolanów i ich pochodnych w wybranych roślinach wg autora	Zawartość w mg/kg	Masa cząst. w g/mol (bazy PubChem Compound)
Progoitrina (PRO; PROG)	2 (R)-2-Hydroxy-3-butenyl; 2-hydroksy-3-butenyl	<p>jarmuż: 0,72 mmol/g s.m. kapusta głowiasta biała: 113 mmole/100 g s.m. kapusta głowiasta czerwona: 99 mmol/100 g s.m. brokuly: 254 mmol/100 g s.m. 0,0009 mmol/g s.m. 3,33 mmol/100 g s.m. 0–12,9 mmol/kg s.m. kapusta brukselska: 1,33 mmol/g s.m. 2,41 mmol/100 g s.m. 0,7–2,8 g/kg s.m. kalafior: 0,086 mmol/g s.m. 0,45 mmol/100 g s.m.</p>	<p>279,64 mg/kg s.m. 438,88 mg/kg s.m. 384,51 mg/kg s.m. 986,51 mg/kg s.m. 0,35 mg/kg s.m. 12,93 mg/kg s.m. 0–5010,23 mg/kg s.m. 516,56 mg/kg s.m. 9,36 mg/kg s.m. 700–2800 mg/kg s.m. 33,04 mg/kg s.m. 1,75 mg/kg s.m.</p>	388,39
Sulforafan (SNF)	1-izotio-cjanato-4-metylo-sulfinylobutan	<p>kapusta biała głowiasta: 3,0 mg/g s.m. 3,91–52 mg/kg s.m. brokuly: 14,6 mg/g s.m.</p>	<p>3 mg/kg s.m. 5,73–52 mg/kg s.m. 14,6 mg/kg s.m.</p>	177,29
Synigrina (SIN)	Glukozyzolan allilu	<p>chrzan: 95,5 µmol/g s.m. jarmuż: 9,44 mmol/g s.m. kapusta głowiasta biała: 961 mmole/100 g s.m. 60,38 mmol/100 g s.m. kapusta głowiasta czerwona: 81 mmol/100 g s.m. brokuly: 0 mmol/100 g s.m. 0,00115 mmol/g s.m. 1,40 mmol/100 g s.m. kapusta brukselska: 1,55 mmol/g s.m. 8,56 mmol/100 g s.m. 1,3–4,9 g/kg s.m. kalafior: 0,42 mmol/g s.m. 5,28 mmol/100 g s.m.</p>	<p>37957,43 mg/kg s.m. 3752,20 mg/kg s.m. 3891,59 mg/kg s.m. 239,99 mg/kg s.m. 321,94 mg/kg s.m. 0,46 mg/kg s.m. 5,56 mg/kg s.m. 616,06 mg/kg s.m. 34,02 mg/kg s.m. 1300–4900 mg/kg s.m. 166,93 mg/kg s.m. 20,99 mg/kg s.m.</p>	397,46

Sulforafan powstaje jako produkt hydrolizy glukorafaniny w obojętnym pH (14). Jego korzystne działanie przeciwnowotworowe jest związane z hamowaniem cykli komórkowych oraz wywoływaniem apoptozy. Badania wykazały aktywność antybakteryjną względem *Helicobacter pylori* (17).

Synigrina (allil glukozynolanu) jest tiocukrem występującym w roślinach krzyżowych odpowiada za specyficzny smak tych warzyw. Najobficiej występuje w chrzanie, z którego jest pozyskiwana przemysłowo (35, 36). Wśród omawianych warzyw krzyżowych najwięcej synigriny znajduje się w kapuście brukselskiej (6) (tab. II).

Wpływ warunków uprawy na zawartość glukozynolanów

Zawartość glukozynolanów w warzywach kapustnych jest zależna od warunków wzrostu warzywa (typ gleby, nasłonecznienie, ilość opadów, temperatury, nawożenia), oraz zabiegów i warunków prowadzonych po zbiorze (składowanie, krojenie, blanszowanie, gotowanie) (1, 16, 23, 25, 39, 40). Glukozynolany w roślinach są syntetyzowane z aminokwasów podczas szeregu reakcji chemicznych (40). Badania wskazują na dodatnią korelację pomiędzy siarką a zawartością pochodnych glukozynolanów w roślinach i jednocześnie ujemny wpływ wzrostu ilości azotu w nawozach na zawartość całkowitą glukozynolanów (41). Badano również wpływ stężenia CO₂ na poziom gls w brokułach podczas wzrostu warzyw. Wykazano, że zastosowanie wyższego stężenia CO₂ (685–820 ppm), wpłynęło korzystnie na całkowitą zawartość glukozynolanów, niż zastosowanie niższych koncentracji CO₂ (430–480 ppm) (39). Naukowcy sugerują, że korelacja pomiędzy stężeniem CO₂ a zawartością glukozynolanów może mieć związek z wpływem tego gazu na zawartość azotu, oraz stosunku azotu do siarki w roślinie (39). Również termin zbioru wpływał na zawartość glukozynolanów. *Rosa i Rodrigez* (29) wykazali, że brokuły uprawiane w terminie późniejszym (zbiór sierpień–styczeń) zawierały więcej glukozynolanów, niż warzywa ze zbioru wczesnego (maj–lipiec).

Wpływ procesów technologicznych oraz warunków przechowywania na zawartość glukozynolanów

Warzywa krzyżowe w celach kulinarnych są poddawane wielu procesom technologicznym jak: krojenie, kisenie, gotowanie (długie ale i krótkotrwałe), blanszowanie, mrożenie. Wpływ tych zabiegów na zawartość glukozynolanów oraz ich pochodnych, jest różny. Naukowcy przyznają, że zawartość pochodnych glukozynolanów rośnie w przypadku rozdrabniania warzyw. Dzieje się tak z uwagi na uwolnienie mirozynazy, a tym samym umożliwienie zajścia reakcji enzymatycznej (23). Procesowi temu sprzyja środowisko wodne.

Kiszenie najczęściej jest stosowane do kapusty głowiastej białej (ale i do kapusty głowiastej czerwonej, brokułów czy kalafiora). Proces kiszenia powoduje powstanie specyficznej mikroflory kształtującej smak, zapach i teksturę produktu ale i powodującej zmiany w składzie/zawartości glukozynolanów i ich pochodnych. Badania *Ciska i Pathak* (42) wskazują, iż proces kiszenia prowadzi do całkowitego rozkładu glukozynolanów a wzrostu zawartości jego pochodnych (sulforafan, I3K).

Gotowanie powoduje spadek zawartości glukozynolanów z uwagi na rozkład termiczny i enzymatyczny oraz przechodzenie związków do roztworu. Z uwa-

gi na to korzystne jest gotowanie warzyw z użyciem mikrofal (12, 28). Badania potwierdziły spadek zawartości glukozyłanów w żywności pasteryzowanej, pakowanej (12).

Blanszowanie ma różny wpływ na zawartość glukozyłanów w zależności od gatunku warzywa. Badania Park i współprac. (12) wykazały, że blanszowanie kalafiora (w czasie 120 s) nie wpłynęło na zawartość glukozyłanów, natomiast w przypadku brokułów – spowodowało spadek w zawartości gls. Należy pamiętać, że stosowanie wysokiej temperatury powoduje unieczynnienie mirozynazy.

Stosowanie mikrofal oraz smażenie zmniejsza zawartość glukozyłanów jednak w mniejszym stopniu niż gotowanie z uwagi na migrację gls do roztworu (w przypadku gotowania). Badania Song i Thornalley (28) wykazały brak znaczącego spadku w zawartości glukozyłanów w przypadku obróbki warzyw z użyciem mikrofal (w 10% w/w roztworze wodnym).

Przechowywanie brokułów (0°C; 5 dni), spowodowało wzrost zawartości glukorafaniny i glukobrasycyny. Jednak w przypadku kalafiora zanotowano spadek zawartości syringiny i glukonapiny (5 dni przechowywania) (12).

Wzrost w ilości glukozyłanów w czasie przechowywania jest związany z syntezą metabolitów II rzędowych w komórkach roślinnych. Czynnikiem sprzyjającym wzrostowi całkowitej zawartości glukozyłanów w czasie przechowywania jest wilgotność zwłaszcza w czasie wzrostu temperatury (12). Zauważono, że największy przyrost w zawartości glukozyłanów następuje podczas pierwszych 3 dni przechowywania warzyw (12). Przechowywanie warzyw w warunkach kontrolowanej atmosfery nie wpływało na zawartość glukozyłanów (Hansen i in. 1995). Badania Verkerk i współprac. (23) wykazały, że starzenie się brokułów skutkowało silną hydrolizą (autolizą) glukozyłanów. W przypadku kapusty następował wzrost ale i spadek w zawartości glukozyłanów w czasie przechowywania (42). Glukozyłany są związkami stabilnymi chemicznie, stąd podczas przechowywania następuje jedynie niewielki rozkład, bardziej wrażliwymi na warunki składowania są glukozyłany indolowe niż aromatyczne czy alifatyczne (12, 28).

Suplementy diety

Z uwagi na prozdrowotne właściwości glukozyłanów na rynku dostępne są suplementy diety zawierające pochodne gls jak:

- BroccoPhane (Swanson Health Products) o deklarowanej przez producenta zawartości sulforafanu na poziomie 4000 ppm,
- Detoxitabs (Hankintatukku Oy), o deklarowanym składzie: sulforafan glukozyłolat 30 mg,
- Jarrow Formulas BroccoMax, (Jarrow) – 30 mg sulforafanu,
- Broccoli Sprouts (Source Naturals) z zawartością sulforafanu na poziomie 2 mg,
- Vitacost Broccoli Sprout Extract (Vitacost) 60 mg glukozyłanów w tabletkach.

Należy jednak pamiętać, że suplementy diety często charakteryzują się niższą biodostępnością określonego składnika, niż w przypadku gdy związek ten występuje w żywności.

Pochodne glukozyłanów są substancjami o wysokim potencjale aktywności przeciw nowotworowej, jednak ich działanie jest efektywne wówczas jeśli są przyjmowane jako element zróżnicowanej diety.

K. Sikorska-Zimny

CHOSEN GLUCOSINOLATES AND ITS DERIVATIVES: SOURCES, CHARACTERISTIC AND INFLUENCES ON HUMAN BODY

PIŚMIENNICTWO


1. Palani K, Harbaum-Piayda B, Meske D, Keppler J, Bockelmann W, Heller K., Schwarz K.: Influence of fermentation on glucosinolates and glucobrassicin degradation product in sauerkraut. *Food Chem.*, 2016; 190: 755-762. – 2. Maag D., Erb M., Köllner T., Gershenzon J.: Defensive weapons and defense signals in plants: Some metabolites serve both roles. *BioEss.*, 2015; 37(2): 167-174. – 3. Tian Q., Rosselot R., Schwartz S.: Quantitative determination of intact glucosinolates in broccoli, broccoli sprouts, Brussels sprouts, and cauliflower by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization-tandem mass spectrometry. *Anal. Biochem.*, 2005; 343(1): 93-9. – 4. Sosińska E., Obiedziński M.: Badania nad bioaktywnymi glukozynolanami w wybranych odmianach warzyw krzyżowych techniką HPLC. *Zywn. Nauk. Technol.*, 2007; 5(54): 129-136. – 5. He, H., Liu, L., Song, S., Tang, X. and Wang, Y.: evaluation of glucosinolate composition and contents in chinese brassica vegetables. *Acta Hort.*, 2003; 620: 85-92. – 6. Doorn H., Kruk G., Holst G.-J., Raaijmakers-Ruijs N., Postma E., Groeneweg B., Jongen W.: The glucosinolates sinigrin and progoitrin are important determinants for taste preference and bitterness of Brussels sprouts. *J.Sci. Food Agric.*, 1998; 78(1): 30-38. – 7. Bazy PubChem Compound <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound>. – 8. Tiwari U., Sheehy E., Rai D., Gaffney M., Evans P., Cummins E.: Quantitative human exposure model to assess the level of glucosinolates upon thermal processing of cruciferous vegetables. *Food Sci.Tech.*, 2015; 63(1): 253-261. – 9. Sikorska-Zimny K.: Składniki prozdrowotne w warzywach kapustowatych. *Nowości warzywnicze*, 2010, 51: 51-63. – 10. Agerbirk N., De Vos M., Kim J., Jander G.: Indole glucosinolate breakdown and its biological effects. *Phytochem.* 2009, 8, 101-120.
11. Rangkadilok, N.; Nicolas, M.E.; Bennett, R.N.; Premier, R.R.; Eagling, D.R.; Taylor, P.W.J.: Developmental changes of sinigrin and glucoraphanin in three Brassica species (*Brassica nigra*, *Brassica juncea* and *Brassica oleracea* var. *italica*). *Sci. Horticult.*, 2002; 96(1): 11-26. – 12. Park M., Arasu M., Park N., Choi Y., Lee S., Al-Dhabi N., Kim J., Kim S.: Variation of glucoraphanin and glucobrassicin: anticancer components in *Brassica* during processing. *Food Sci. Technol. (Campinas)*, 2013; 33(4). – 13. Padilla G., Cartea M., Velasco P., Haro A., Ordas A.: Variation of glucosinolates in vegetable crops of *Brassica rapa*. *Phytochem.*, 2007; 68: 536-545. – 14. Li Z., Liu Y., Fang Z., Yang L., Zhuang M., Zhang Y., Sun P.: Development and verification of sulforaphane extraction method in cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Planch.). *J. Med. Plants Res.*, 2012; 6(33): 4796-4803. – 15. Traka M., Mithen R.: Glucosinolates, isothiocyanates and human health. *Phytochem Rev*, 2009; 8: 269-282. – 16. You Y., Wu Y., Mao J., Zou L., Liu S.: Screening of Chinese brassica species for anti-cancer sulforaphane and erucin. *Afr J. Biotechnol.*, 2008; 7(2): 147-152. – 17. Triska J., Vrchotová N., Houška M., Strohalm J.: Comparison of total isothiocyanates content in vegetable juices during high pressure treatment, pasteurization and freezing. *High. Pressure Res.*, 2007; 27(1): 147-149. – 18. Jeffery E., Brown A., Kurilich A., Keck A., Matusheski N., Klein B., Juvik J.: Variation in content of bioactive components in broccoli. *J. Food Compos. Anal.*, 2003; 16: 323-330. – 19. Santos C., Yu H., Noel M.: Identification of major glucosinolates in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) by liquid chromatography – mass spectrometry (LC-MS) and determination of anticancer properties of broccoli extracts. Presented at the Research Congress 2013, De La Salle University Manila, March 7-9, 2013. – 20. Jain M., Kumari N.: A novel formulation of veggies with potent liver detoxifying activity. *Int. J. Comput. Biol. Drug Design.*, 2015; 8(1): 75-86.
21. Licznarska B., Baer-Dubowska W.: Intrakrynologia estrogenów a terapia i chemoprewencja w nowotworach piersi. *Postępy Hig. Med. Dośw.*, 2010; 64: 220-230. – 22. Mandelová L., Totušek J.: Broccoli juice treated by high pressure: chemoprotective effects of sulforaphane and indole-3-carbinol. *High Pressure Res.*, 2007; 27(1): 151-156. – 23. Verkerk R., Dekker M., Jongen W.: Post-harvest increase of indolyl glucosinolates in response to chopping and storage of Brassica vegetables. *J. Sci. Food Agric.*, 2001; 81: 953-958. – 24. Śmiechowska A., Bartoszek A., Namieśnik J.: Determination of glucosinolates and their decomposition products-indoles and isothiocyanates in cruciferous vegetables. *Crit. Rev. Anal. Chem.*, 2010; 40: 202-216. – 25. Clarke JD., Dashwood R., Ho E.: Multi-targeted prevention of cancer by sul-

foraphane. *Cancer Lett.*, 2008; 269(2): 291-304. – 26. *Liang H., Yuan Q., Dong H., Liu Y.*: Determination of sulforaphane in broccoli and cabbage by high-performance liquid chromatography. *J. Food Compos. Anal.*, 2006; 19: 473-476. – 27. *Park E., Pezzuto J.*: Botanicals in cancer chemoprevention. *Cancer Metastasis Rev*, 2002; 21: 231-255. – 28. *Song L., Thornalley P.*: Effects of storage, cooking and processing on glucosinolates and related metabolites in Brassica vegetables. *Food and Chem. Toxicol.*, 2007; 45: 216-224. – 29. *Rosa E., Rodrigues A.*: Total and individual glucosinolate content in 11 broccoli cultivars grown in early and late seasons. *J. Hort. Sci.*, 2001; 36(1): 56-59. – 30. *Kwiatkowska E.*: Izotiocyjaniany wasabi (*Wasabia japonica*). *Borgis – Postępy Fitoterapii*, 2007; 1: 7-11.

31. *Cartea M., Velasco P., Obregon S., Padilla G., de Haro A.*: Seasonal variation in glucosinolate content in Brassica oleracea crops grown in northwestern Spain. *Phytochem.*, 2008; 69: 403-410. – 32. *Karel Hrnčirik K., Valusek J., Velisek J.*: Investigation of ascorbigen as a breakdown product of glucobrassicin autolysis in Brassica vegetables. *Eur. Food Res. Technol.*, 2001, 212: 576-581. – 33. *Armah C., Derdemezis C., Traka M., Dainty J., Doleman J., Saha S., Leung W., Potter J., Lovegrove J., Mithen R.*: Diet rich in high glucoraphanin broccoli reduces plasma LDL cholesterol: Evidence from randomised controlled trials. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2015; 59(5): 918-926. – 34. *Liang J., Shang Y.*: Estrogen and Cancer. *Ann. Rev. Physiol.*, 2013; 75: 225-240. – 35. *Li X., Kushad M.*: Purification and characterization of myrosinase from horseradish (*Armoracia rusticana*) roots. *Plant Physiol. Biochem.*, 2005; 43 (6): 503-511. – 36. *Abramski W., Chmielewski M.*: Practical synthesis of siringin. *Carbohydr. Chem.*, 1996; 15(1): 109-113. – 37. Strona internetowa bazy chemicznej ChEBI; CHEBI:24279 – glucosinolates, <http://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=24279>. – 38. *Bialik I., Okulicz M., Chichłowska J.*: Effect of indole-3-carbinol on detoxification enzymes and lipid metabolism. *Med. Vet.*, 2002, 1(2): 5-11. – 39. *Schonhof I., Klaring H., Krumbein A., Schreiner M.*: Interaction between atmospheric CO₂ and glucosinolates in broccoli. *J. Chem. Ecol.*, 2007; 33: 105-114. – 40. *Hansen M., Moller P., Sorensen H., Cantwell de Trejo M.*: Glucosinolates in Broccoli Stored under Controlled Atmosphere. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1995; 120(6): 1069-1074.

41. *Montaut S., Barillari J., Iori R., Rollin P.*: Glucoraphasatin: Chemistry, occurrence, and biological properties. *Phytochem.*, 2010; 71: 6-12. – 42. *Ciska E., Pathak DR.*: Glucosinolate derivatives in stored fermented cabbage. *J. Agric Food Chem.*, 2004; 52(26): 7938.

Adres: 96-100 Skierniewice, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3

 Address correspondence to: Sarah C. Tinker, PhD, 1600 Clifton Road, MS-E86, Atlanta GA 30333

BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Journal of health and environmental
research

The online version of the published magazine is a primal version

VOL. XLIX

2016

No. 1

CONTENS

<i>P. Glibowski, A. Misztal</i> : Effect of diet on mental well-being	1
<i>A. Kosendiak, M. Bronkowska, A. Felińczak, J. Biernat</i> : Assessment of consumption of selected milk products as a source of calcium by persons preparing for the marathon	10
<i>M. Bronkowska, A. Kosendiak, A. Felińczak, J. Biernat</i> : Chosen elements of a lifestyle and the dietary knowledge of persons preparing for the marathon	16
<i>A. Pawlak, K. Rajczykowski, K. Loska, B. Ahnert, D. Wiechula</i> : Content rating of iron in vitamin and mineral dietary supplements	23
<i>A. Florkiewicz, A. Filipiak-Florkiewicz, K. Topolska, J. Kapusta-Duch</i> : An attempt to estimate dietary cadmium intake by vegetarians	32
<i>A. E. Charkiewicz, W. J. Omeljaniuk, K. Piotrowska</i> : Determinants of health of pregnant women in Białystok	42
<i>M. Piróg, M. Jaskowska, A. Lebedzińska</i> : Assesment of concentration vitamin B ₂ in milk products	52
<i>B. Kulczyński, A. Gramza-Michałowska</i> : Nutritional importance of ginger	57
<i>M. Hartman-Petrycka, A. Lebedowska, W. Bobrowska, B. Błońska-Fajfrowska</i> : Bread spread products. Part III. Methods of packaging and labeling placed on packages	64
<i>K. Piasecka-Jóźwiak, B. Chabłowska, J. Rozmierska</i> : Application of organic einkorn wheat to increase healthy and sensory properties of bread	73
<i>E. Badelek, F. Adamicki</i> : The influence of pre-harvest treatment and storage conditions on the quality of two cv. of onions	82
<i>E. Kurzeja, K. Pawłowska-Góral</i> : Nitrates and quercetin interactions – in vitro model	90
<i>K. Sikorska-Zimny</i> : Chosen glucosinolates and its derivatives: sources, characteristic and influences on human body	96