

Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce

Nauki przyrodnicze - żywność i żywienie



www.mlodzinaukowcy.com

Poznań 2020

Redakcja naukowa

dr Jędrzej Nyćkowiak

dr hab. Jacek Leśny, prof. UPWR

Wydawca

Młodzi Naukowcy

www.mlodzinaukowcy.com

wydawnictwo@mlodzinaukowcy.com

ISBN (całość 978-83-66392-51-9)

ISBN (wydanie online 978-83-66392-81-6)

ISBN (wydanie drukowane 978-83-66392-82-3)

Ilość znaków w książce: 366 tys.

Ilość arkuszy wydawniczych: 9.2

Data wydania: czerwiec 2020

Niniejsza pozycja jest monografią naukową. Jej rozdziały zostały wydrukowane zgodnie z przesłanymi tekstami po ich zaakceptowaniu przez recenzentów. Odpowiedzialność za zgodne z prawem wykorzystanie użytych materiałów ponoszą autorzy poszczególnych rozdziałów.

Spis treści

| | |
|---|-----------|
| 1. Rola białka w diecie osób uprawiających sporty siłowe | 7 |
| <i>Agnieszka Białek-Dratwa, Magdalena Świdowska, Wiktoria Staśkiewicz, Mateusz Grajek, Karolina Sobczyk, Karolina Jędrzysek</i> | |
| 2. Spożycie białka wśród osób czynnie uprawiających sporty siłowe | 14 |
| <i>Agnieszka Białek-Dratwa, Magdalena Świdowska, Wiktoria Staśkiewicz, Mateusz Grajek, Karolina Sobczyk, Eliza Działach</i> | |
| 3. Porównanie jogurtów naturalnych z wykorzystaniem optymalizacji wielokryterialnej | 21 |
| <i>Agnieszka Białek-Dratwa, Joanna Nieć, Anna Gut, Wiktoria Staśkiewicz, Sylwia Jaruga-Sękowska, Gabriela Wanat</i> | |
| 4. Jogurty – charakterystyka produktu spożywczego | 29 |
| <i>Agnieszka Białek-Dratwa, Joanna Nieć, Anna Gut, Gabriela Wanat, Wiktoria Staśkiewicz, Sylwia Jaruga-Sękowska</i> | |
| 5. Świadomość zagrożeń wynikających ze spożywania środków energetyzujących wśród studentów | 36 |
| <i>Gacał Magdalena, Pająk Monika</i> | |
| 6. Rodzaje herbat i ich właściwości lecznicze | 43 |
| <i>Glinkowska Anna, Rogóż Wojciech, Kuć Justyna</i> | |
| 7. Wiedza żywieniowa zawodowych piłkarzy nożnych oraz piłkarzy ręcznych na temat antyoksydantów i suplementów diety | 49 |
| <i>Jaruga-Sękowska Sylwia, Staśkiewicz Wiktoria, Piątek Małgorzata, Białek-Dratwa Agnieszka, Grajek Mateusz, Anna-Maria Stelmach</i> | |
| 8. Podział i charakterystyka substancji słodzących dodawanych do żywności | 55 |
| <i>Jaruga-Sękowska Sylwia, Staśkiewicz Wiktoria, Piątek Małgorzata, Białek-Dratwa Agnieszka, Grajek Mateusz, Anna-Maria Stelmach</i> | |
| 9. Wybrane zioła jako potencjalne dodatki wzobogacające do żywności uzyskiwanej z zastosowaniem obróbki ciśnieniowo-termicznej | 62 |
| <i>Katarzyna Lisiecka, Agnieszka Wójtowicz, Karol Kupryaniuk, Anna Rodzeń</i> | |
| 10. Pospolite odmiany warzyw jako źródło cennych składników - ekstruzja jako kierunek ich zagospodarowania | 67 |
| <i>Katarzyna Lisiecka, Karol Kupryaniuk, Anna Rodzeń</i> | |
| 11. Rola oraz sposoby implementacji błonników w przemyśle spożywczym | 72 |
| <i>Matecki Jan, Szafrąńska Jagoda O.</i> | |
| 12. Wybrane reakcje chemiczne zachodzące w procesach obróbki termicznej cukrów w żywności | 78 |
| <i>Małgorzata Piątek, Renata Polaniak, Wiktoria Staśkiewicz, Sylwia Jaruga - Sękowska</i> | |
| 13. Herbaty i ich silne właściwości antyoksydacyjne jako ważny element diety człowieka | 85 |
| <i>Rogóż Wojciech, Glinkowska Anna, Szkudlarek Agnieszka, Kulig Karolina, Maciążek-Jurczyk Małgorzata</i> | |
| 14. Wpływ błonnika pokarmowego i jego składników na zdrowie człowieka | 91 |
| <i>Jagoda O. Szafrąńska, Jan Matecki</i> | |
| 15. Bakterie wykorzystywane w celu tworzenia, biofunkcyjnych i prozdrowotnych produktów mlecznych | 98 |
| <i>Jagoda O. Szafrąńska, Jan Matecki, Ewa Habza-Kowalska</i> | |

Przedmowa

Szanowni Państwo, wydawnictwo „Młodzi Naukowcy” oddaje do rąk czytelnika pięć monografii, o których w sposób ogólny można powiedzieć, że dotyczą nauk przyrodniczych. Dwie z nich poświęcone są żywieniu, żywności i medycynie, kolejne dotyczą flory i fauny oraz hodowli zwierząt.

W pierwszej z prezentowanych monografiach kilka rozdziałów porusza zagadnienia związane z wpływem żywienia na zdrowie, czyli generalnie prezentowany jest pogląd że dobra dieta to bardzo ważny element naszego życia. Niestety nasze nawyki żywieniowe są bardzo dalekie od ideału, zarówno co do składu, jak i kaloryczności pożywienia. W jednym z rozdziałów poruszono problemy rosnącej liczby osób ze zbyt dużą masą ciała, co w długiej perspektywie może się odbijać na zdrowiu, a na co dzień zmniejsza komfort życia. Podstawową metodą radzenia sobie z otyłością i nadwagą jest odpowiednia dieta o ujemnym bilansie kalorycznym oraz dodatkowo zwiększenie aktywności fizycznej.

W następnej z monografii nadal analizowano wpływ diety na zdrowie i kondycję fizyczną. Dwa rozdziały poświęcono diecie osób uprawiających sporty siłowe. Jej właściwy dobór jest niezwykle istotne dla sportowców, szczególnie tych uprawiających sport wyczynowy, gdzie uzyskiwanie wysokich wyników sportowych ma kluczowe znaczenie. Cieszy że takimi zagadnieniami zajmują się też doktoranci. Dwa rozdziały poświęcono też herbacie, która w Polsce jest jednym z podstawowych napojów, a posiada też właściwości lecznicze i antyoksydacyjne. Oczywiście mowa tu o różnych rodzajach herbat.

Trzecia z monografii dotyczy flory i fauny, pierwsze rozdziały traktują o kulturach *in vitro* różnych roślin. Analizowane są w nich wpływy nanocząsteczek srebra i kwasu askorbinowego na wzrost roślin i łagodzenie stresu wywołanego związkami ołowiu. Jeden z rozdziałów dotyczy dość szczególnego wykorzystania oleju roślinnego, jako środka smarnego. Olej roślinny niezależnie od rośliny z jakiej pochodzi należy do surowców biodegradowalnych i szczególnie może być przydatny w sytuacji gdy nie jest możliwe jego zebranie i utylizacja, a pozostaje on w środowisku. Taka sytuacja zachodzi podczas smarowania pilarek łańcuchowych, nie da się wówczas uniknąć pozostawiania jego cząsteczek w środowisku.

W czwartej monografii mamy rozdziały dotyczące badań procesów zachodzących w środowisku, procesów biologicznych i chemicznych. Rozważane są tu m.in zjawiska agregacji minerałów w obecności wybranych jonów, możliwości usuwania barwników z wody, modelowanie procesów dostarczania leków i wiele innych.

Ostatnia monografia w tej serii dotyczy w większości hodowli zwierząt, w szczególności drobiu. Jest to w tej chwili bardzo duża gałąź produkcji rolniczej w Polsce i to zarówno w zakresie produkcji jaj konsumpcyjnych, jak i mięsa. W kolejnych rozdziałach rozważane są zagadnienia związane z przechowywaniem jaj, ich znaczenia w diecie ludzi, żywienia drobiu oraz jego chorób. Jak można wnioskować duże znaczenie ekonomiczne hodowli drobiu przekłada się na szerokie zainteresowanie naukowców problemami jakie pojawiają się w trakcie tej produkcji. Kilka kolejnych rozdziałów dotyczy zdrowia i żywienia zwierząt domowych: psów i kotów. Zwierzęta te towarzyszą nam od dawna ale jeszcze kilkanaście lat temu były traktowane raczej przedmiotowo, obecnie awansowały na członków rodziny co przekłada się na rozwój gabinetów weterynaryjnych, kosmetycznych oraz produkcję specjalnej żywności. Jednocześnie też jak widać po publikowanych pracach skutkuje zainteresowaniem naukowców.

Polecam zestaw pięciu interesujących monografii i życzę wielu refleksji związanych z tematyką zaprezentowanych prac badawczych.

dr hab. Jacek Leśny
prof. UPWR

1. Rola białka w diecie osób uprawiających sporty siłowe

The role of protein in the diet of people practicing strength sports

Agnieszka Białek-Dratwa⁽¹⁾, Magdalena Świdarska⁽²⁾, Wiktoria Staśkiewicz⁽³⁾, Mateusz Grajek⁽⁴⁾, Karolina Sobczyk⁽⁵⁾, Karolina Jędrzysek⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Zakład Żywienia Człowieka, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽³⁾ Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁴⁾ Zakład Zdrowia Publicznego, Katedra Polityki Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁵⁾ Zakład Ekonomiki i Zarządzania w Ochronie Zdrowia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Agnieszka Białek-Dratwa: abialek@sum.edu.pl

Słowa kluczowe: odżywianie, spożycie białka, dieta sportowa, kulturystyka

Streszczenie

Osoby aktywne fizycznie bardzo często sięgają po suplementy. Sportowcy zwłaszcza osoby uprawiające sporty siłowe suplementują często dietę odżywkami wysokobiałkowymi m.in. mieszaninami białek mleka (białko serwatkowe, kazeina, WPC, WPH, immunoglobuliny), białka jaj, białka roślinnego oraz aminokwasy np. aminokwasów rozgałęzionych BCAA.

Przez co u wielu sportowców dochodzi do nadmiernego spożycia białka, co może mieć niekorzystny wpływ na organizm. np. zwiększenie ilości wytwarzanego amoniaku, co będzie wyczuwalne poprzez kwaśny zapach potu, nadmierne obciążenie nerek oraz wątroby.

Celem pracy był przegląd aktualnego piśmiennictwa polskiego i anglojęzycznego dotyczącego spożycia i wykorzystania produktów białkowych, suplementów białkowych przez sportowców trenujących sporty siłowe.

Zapotrzebowanie na białko u osób aktywnych fizycznie nieco różni się od norm dla przeciętnego człowieka prowadzącego siedzący tryb życia: u osób aktywnie uprawiających sport mieści się w przedziale 1,4 g-2,0 g/kg masy ciała, jednakże u osób trenujących sporty siłowe spożycie białka w diecie powinno wynosić nawet 1,6–2,2 g/kg/dzień, ze szczególnym uwzględnieniem wystarczającej ilości białka w każdym posiłku (0,40–0,55 g/kg /posiłek) i równomierny rozkładem w ciągu dnia (3–6 posiłków).

1. Wstęp

Obecnie większość osób aktywnych fizycznie oczekuje, że spożywana żywność będzie nie tylko źródłem energii, ale będzie pomocna w realizowaniu nowych wyzwań w sporcie. Żywność powinna pomagać w kształtowaniu sylwetki zgodnie z naszymi oczekiwaniami, zmniejszaniu stresu oraz poprawie wydolności fizycznej. Dzięki dostępnej na rynku suplementacji to wszystko staje się coraz łatwiejsze do osiągnięcia. Suplementy diety są bardzo ważnym elementem w gamie substancji mających na celu utrzymanie ciała w optymalnym stanie zdrowia i sprawności (Korczak i in. 2016).

Osoby aktywne fizycznie bardzo często sięgają po suplementy. W Polsce jest to aż 22% ogólnej populacji, w tym 86% osób uprawiających sport. Suplementacja najczęściej kojarzy się z dbałością o sylwetkę oraz zdrowie, jednak możemy znaleźć wiele innych zalet wzbogacania codziennego żywienia w suplementy diety. Do najważniejszych z nich należą między innymi przyspieszenie okresu regeneracji powysiłkowej, uzupełnienie diety o brakujące składniki oraz zwiększenie wytrzymałości (Szewczyk i Poniewierka 2015).

U wielu sportowców często dochodzi do nadmiernego spożycia białka, co może mieć niekorzystny wpływ na organizm. Kultura jedzenia z zachodu zachęca nas do spożywania coraz to większej ilości białka, jednak spożywanie go w nadmiarze nie do końca przyniesie nam oczekiwany efekt. Ciało człowieka nie może sobie poradzić z nadmiarem białka w posiłku – najefektywniej będzie trawił posiłki z zawartością białka na poziomie 25-35g w posiłku. Spożywanie zbyt dużej ilości protein będzie prowadziło do licznych skutków ubocznych jak np. zwiększenie ilości wytwarzanego amoniaku, co będzie wyczuwalne poprzez kwaśny zapach potu. Jeżeli w organizmie dochodzi do niedoboru glikogenu w mięśniach białko może być wykorzystywane jako materiał energetyczny, jednak dochodzi wtedy do wytwarzania produktów ubocznych przemiany materii. Możemy w ten sposób wywnioskować, że nie będzie to korzystne źródło energii dla naszego organizmu (Bean 2008). W oparciu o dostępne źródła możemy oszacować jaka ilość białka będzie optymalna do pokrycia zapotrzebowania organizmu osoby aktywnej (Ciborowska i Rudnicka 2015).

2. Opis zagadnienia

Celem pracy był przegląd aktualnego piśmiennictwa polskiego i anglojęzycznego dotyczącego spożycia i wykorzystania produktów białkowych, suplementów białkowych przez sportowców trenujących sporty siłowe.

3. Przegląd literatury

3.1 Białko- charakterystyka

Białko jest jednym z podstawowych składników budulcowych organizmów żywych, zwierzęcych jak i roślinnych. Stanowi około 1/5 masy ciała człowieka co daje mu drugie miejsce zaraz po wodzie. 50% suchej masy komórkowej stanowi białko, które należy do substancji wielocząsteczkowych. W jego skład wchodzi: siarka, węgiel, wodór, azot oraz tlen. Białka mogą zawierać również inne składniki mineralne (Ciborowska i Rudnicka 2015).

3.2 Funkcje białka

Białko jest kluczowym składnikiem diety jeżeli chodzi o zapotrzebowanie organizmu człowieka. Wynika to z jego przemian metabolicznych oraz tak zwanego obrotu białka. Zjawisko to jest połączeniem dwóch stale powtarzających się procesów jakimi są rozpad oraz synteza białek. Przy niedostatecznej podaży energii z węglowodanów i tłuszczów może dojść do nieprawidłowego funkcjonowania gospodarki białkowej, wtedy białko pełni funkcję energetyczną. Białko jest podstawowym składnikiem każdej komórki jest ono niezastąpione w rozwoju oraz wzrastaniu nowych organizmów. Reguluje ekspresję genów oraz procesy metaboliczne. Działa jak biokatalizator w licznych układach enzymatycznych. Przeciwciała, które odpowiedzialne są za ochronę komórkową i humoralną naszego organizmu także są białkami. Białko w naszym organizmie jest odpowiedzialne za transport tlenu, żelaza oraz retinolu, wymieniając kolejno: hemoglobina, transferyna i witamina A. Miozyna i aktyna są odpowiedzialne za kurczliwość mięśni oraz pełnią funkcję regeneracyjną. Opsyna działa jako przekaźnik bodźców świetlnych do układu nerwowego. Straty azotu białkowego takie jak np. złuszczenie naskórki, wzrost włosów czy straty w nasieniu są uzupełniane przez białko. Uczestniczy jako substrat w syntezie licznych hormonów i związków jak np. adrenalina czy noradrenaliny oraz wielu innych (Jarosz 2017).

3.3 Zapotrzebowanie na białko u osób aktywnych fizycznie

Zapotrzebowanie na białko u osób aktywnych fizycznie nieco różni się od norm dla przeciętnego człowieka prowadzącego siedzący tryb życia. Aktualnie obowiązujące normy spożycia na białko dla zdrowej ludności Polski uwzględniają spożycie białka na poziomie 0,73g/kg m.c./dobę na poziomie EAR (średnie zapotrzebowanie) i na poziomie 0,9 g/kg m.c./dobę RDA (zalecane spożycie) (Jarosz 2017). Badania pokazują, że podczas wysiłku fizycznego dochodzi do zwiększonego katabolizmu białek. Poziom rozpadu białek zależy od czasu wysiłku fizycznego oraz jego intensywności. Szacuje się, że podczas godzinowego wysiłku o umiarkowanej intensywności dochodzi do katabolizmu ok. 29 g białek, natomiast podczas treningu o zwiększonej intensywności

może dochodzić do eliminacji aż 45g białka. Podczas wysiłku fizycznego powstają niekorzystne substancje- cytokiny. Cytokiny powstają w wyniku reakcji obronnej organizmu na stan zapalny. Czynniki te mogą powodować niszczenie włókien mięśniowych jeszcze wiele godzin po zakończeniu treningu (Dalavier i Gundill 2010).

Istotne znaczenie ma zwiększenie spożycia wysokiej jakości białka w celu osiągnięcia maksymalnych wyników. Coraz więcej badań wykazuje, że spożycie białka znacznie powyżej zalecanego dziennego spożycia pomaga spowolnić procesy starzenia, reguluje apetyt oraz pomaga w kontrolowaniu wagi (Philips i in. 2016).

Ilość spożywanego białka jest różna w zależności od rodzaju uprawianego sportu. Podczas treningu wytrzymałościowo- siłowego, szybkościowo –siłowego zapotrzebowanie na białko mieści się w granicach 1,4- 1,8 g/ kg mc. Sportowcy podczas diety redukcyjnej powinni zwiększyć spożycie białka do 1,6-2,0 g/kg mc. Wykazano to w badaniach Uniwersytetu Illinois w Stanach Zjednoczonych, w których badacze twierdzą, iż dieta białkowa pomoże zgubić zbędne kilogramy z powodu dużej zawartości leucyny, która wraz z insuliną pobudza organizm do spalania tkanki tłuszczowej przy zachowaniu masy mięśniowej. Osoby, którym zależeć będzie na znacznym przyroście masy ciała zaleca się spożycie białka na poziomie 1,8-2,0 g/ kg mc (Bean 2008).

Kulturzyści powinni spożywać minimum 1,6 g/kg białka poza sezonem, chociaż bardziej optymalne wydaje się podawanie 2,2 g/kg masy ciała kulturysty. Rozsądne może być zalecenie kulturystom podzielenia dziennego spożycia 1,6–2,2 g/kg białka dziennie na wiele posiłków, z których każdy zawiera ok 0,40–0,55g/kg (3–6 posiłków). Warto też pamiętać aby jeden z tych posiłków wystąpił w ciągu 1 –2 godziny przed treningiem lub po nim, a jeden posiłek składający się ze źródła białka np. z serwatką powinien być spożywany 1-2 godziny przed snem (Iraki 2019). Przegląd systematyczny sugeruje zakres spożycia białka na poziomie 2,3-3,1 g/kg u wytrenowanych szczupłych sportowców zwłaszcza kulturystów (Helms i in. 2014).

3.4 Suplementy białkowe diety

Suplementy diety są określane jako skoncentrowane źródło składników odżywczych oraz innych składników, które mają działanie fizjologiczne. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia przedstawia definicje bardziej szczegółowo, dzięki czemu możemy odróżnić lek od suplementu diety. Suplementem nazywamy środek spożywczy, którego spożycie ma na celu uzupełnienie normalnej diety. Jest wprowadzany do obrotu w postaci umożliwiającej jego dawkowanie. Na rynku możemy znaleźć je w postaci kapsułek, tabletek, proszku, drażetek i innych. Te specjalne środki są źródłem składników odżywczych, które mogą wpływać na obniżenie ryzyka wystąpienia niektórych chorób. Nie można jednak reklamować ich jako środków którym przypisuje się działanie lecznicze ani nie powinno odwoływać się do takich właściwości (Bojarowicz i Dźwigulska 2012).

Potrzeby żywieniowe sportowców są bardzo indywidualne i zależą od czasu, intensywności oraz rodzaju aktywności fizycznej. Trzeba pamiętać, że podstawą do osiągnięcia oczekiwanych wyników jest dobrze zbilansowana dieta (Dymkowska-Malesa i Walczak 2011).

Do najczęstszych powodów zażywania suplementów przez sportowców są między innymi:

- chęć przyrostu masy mięśniowej,
- szybsza regeneracja po-treningowa,
- zmniejszanie odporności na ból (Bojarowicz i Dźwigulska 2012).

3.5 Odżywki wysokobiałkowe

Odżywki wysokobiałkowe są to preparaty składające się z wysokoskoncentrowanego białka. W swoim składzie zawierają od 70-80% suchej masy (dostępne są również suplementy o stężeniu 90% białka). Preparaty wysokobiałkowe najczęściej są pochodzenia zwierzęcego, jednak możemy spotkać na rynku również te roślinne. Oba te suplementy mają te same cele ich stosowania: wzrost lub utrzymanie masy mięśniowej (spożywanie większej ilości białka wysokiej jakości chroni przed utratą masy mięśniowej po treningu lub podczas redukcji). Zwiększone spożycie białka wspomaga redukcję masy ciała poprzez podniesienie PPM. Proteiny mają wpływ na podwyższenie poziomu dopaminy co będzie wpływać na zmniejszenie apetytu na niezdrowe przekąski. Podczas spożywania

suplementów wysokobiałkowych musimy wziąć pod uwagę dobową wymianę białka. Zjawisko to charakteryzuje się utrzymaniem równowagi między niszczeniem białek oraz ich syntezą. U osób aktywnych fizycznie występuje zwiększony proces, w związku z tym uzasadnionym będzie większe spożycie białka czy suplementów wysokobiałkowych. Produktów wysokobiałkowych dostępnych na rynku jest wiele, jednak możemy je podzielić na dwie grupy. Jedna z tych grup bierze pod uwagę źródło, natomiast druga szybkość przyswajania (Mizera i Mizera 2017).

Jakość białka w zależności od suplementu może różnić się co za tym idzie- może mieć różną efektywność. Niektóre będą korzystniejsze, natomiast inne mogą nie przynosić oczekiwanych rezultatów. Aby opisać jakość białka musimy określić jego strawność oraz profil aminokwasowy, a także biodostępność aminokwasów. Do najpopularniejszych metod oceny jakości białka obecnie stosowane są:

- wartość biologiczna,
- współczynnik wykorzystania białka netto,
- wskaźnik wydajności wzrostowej białka,
- wskaźnik aminokwasowy skorygowany względem strawności białka,
- wskaźnik strawności niezbędnych aminokwasów (Bojarowicz i Dźwigulska 2012; Schaafsma 2017).

3.6 Klasyfikacja odżywek wysokobiałkowych

Odżywki wysokobiałkowe ze względu na ich skład możemy podzielić na takie które zawierają:

- mieszaniny białek mleka (białko serwatkowe, kazeina, WPC, WPH, immunoglobuliny),
- białka jaj,
- białka roślinne,
- aminokwasy (Mizera i Mizera 2017; Bean 2008).

3.7 Białko serwatkowe

Mleko tworzy serwatka oraz kazeina. Najbardziej pożądana jest serwatka ze względu na jej przyswajalność oraz wysoką jakość biologiczną. Możemy wyróżnić kilka rodzajów białek serwatkowych. Dzielimy je ze względu na sposób filtracji. Najtańszym produktem dostępnym na rynku jest koncentrat WPC (Whey Protein Concentrate - koncentrat białka serwatki), najdroższym produktem jest WPH (Whey Protein Hydrolyzate - hydrolizat białek serwatki) oraz WPI (Whey Protein Isolate - izolat białek serwatki). Dwa ostatnie mają większą skuteczność, jednak stosunek jakości do ceny jest wprost proporcjonalna do efektów jakie możemy uzyskać. Możemy wyróżnić jeszcze jedną odżywkę jaką jest serwatka w proszku, jednak jest ona rzadko stosowana przez sportowców. Koncentrat białek serwatki zawiera najwięcej ze wszystkich suplementów używanych przez sportowców – cysteiny, bo aż 2,45g/ 100g białka. Cysteina precyzuje właściwości antyoksydacyjne tego białka. BCAA stanowi aż ¼ produktu. Glutamina oraz arginina ma dość niski udział, jednak leucyna to aż 12%. Działanie tego białka polega na wzmocnieniu działania komórek macierzystych mięśni, proces ten jest niezbędny podczas tworzenia nowych włókien oraz rozrostu obecnych. Białko to wspomaga wzrost siły mięśniowej (Korczak i in. 2016; Mizera i Mizera 2017; Zydek i in 2017; Bojarowicz i Dźwigulska 2012).

W badaniach wykazano, że wysokiej jakości źródła białka takie jak białko serwatkowe pochodzące z produktów mlecznych, jest lepsze, w stymulowaniu syntezy białek mięśniowych w porównaniu z białkiem o niskiej jakości, takim jak białko sojowe (Rindom i in. 2016).

WPC oprócz cech właściwych dla wszystkich produktów z tej grupy wykazuje działanie przeciwnowotworowe oraz przeciw nadciśnieniu tętniczemu. Może dzięki niemu wzrastać poziom glutationu zawartego w komórkach. Przypisuje się mu działanie przeciwwirusowe oraz antibakteryjne. Izolat białka jest jednym z droższych suplementów wysokobiałkowych, jednak dzięki niskiej zawartości laktozy <1% jest często stosowany przez osoby z nietolerancją laktozy (Zydek i in. 2017).

WPH czyli hydrolizat białka jest tym samym co WPC lub WPI poddany częściowej hydrolizie. Polega ona na przecinaniu wiązań peptydowych, dzięki czemu możemy poprawić jego

wartość odżywczą. Hydrolizat białek serwatki jest uważany za idealny składnik w preparatach substytutów mleka ludzkiego ze względu na jego wysoką wartość odżywczą, niską goryczkę i niską antygenowość. Reakcja hydrolityczna musi być ściśle określona, żeby otrzymać pożądany produkt specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Białko to dzięki masie peptydów <10 kDa wykazuje mniejszą odpowiedź immunologiczną przez co jest mniej alergizujące. Drugą bardzo ważną cechą tego białka jest szybkość jego wchłaniania. Dzięki częściowemu rozpadowi białka w porównaniu do białka niestrawionego wchłanianie występuje znacznie szybciej. Hydrolizat może mieć również działanie anaboliczne, gdyż powoduje zwiększoną odpowiedź insulinową w porównaniu do białek natywnych.

Spożywając suplementy białkowe należy pamiętać, aby zawierały wszystkie frakcje serwatkowe. Tylko taki suplement będzie tworzył produkt pełnowartościowy. Często spotyka się brak podstawowych frakcji białka w tym suplemencie (Suplement najlepiej stosować po wysiłku fizycznym lub w celu uzupełnienia protein w diecie, ze względu na szybkość wchłaniania (Korczak i in. 2016; Mizera i Mitera 2017, Zydek i in. 2017; Bojarowicz i Dźwigulska 2012; Silvestere i in. 2012).

3.8 Białka mleka (kazeiny)

Kazeina należy do najważniejszych białek mleka stanowi około 20%. Zawiera stosunkowo niewielką ilość argininy, natomiast znacznie większe ilości tyrozyny czy kwasu glutaminowego.

Kazeinę zaliczamy do białek antykatabolicznych czyli takich, które są wchłanianie wolno. Dzieje się tak, ponieważ kazeina w żołądku pod wpływem kwaśnych soków żołądkowych zmienia się w galaretowatą substancję. Skutkiem tego procesu jest wolniejsze uwalnianie się aminokwasów do organizmu. Zaleca się stosowanie tej odżywki wieczorem ze względu na długi czas uwalniania (Salem i in 2009; Mizera i Mitera 2017).

Produkty tego typu możemy podzielić na dwie grupy. Na takie co zawierają kazeinę w postaci micelarnej i takie które zawierają kazeiniany. To właśnie kazeina micelarna ma sposobność tworzenia żelu w żołądku, dzięki dużym strukturom koloidalnym słabo rozpuszczalnym w wodzie. Podczas traktowania kazeiny alkalicznie dochodzi do powstania kazeinianów. Proces ten wpływa na rozbitcie miceli. Podczas takiego procesu białka te upodabniają się bardziej do WPC czy WPH biorąc pod uwagę proces ich trawienia (Zydek i in. 2017; Dalavier i Gundill 2010; Salem i in. 2009). Suplement najlepiej będzie się sprawdzał spożywany przed snem (Salem i in. 2009; Mizera i Mitera 2017).

3.9 Siara bydlęca

Siara zawiera znaczną ilość immunoglobulin, laktoferyny oraz czynników wzrostowych. Jest to mleko krowie, które występuje zaraz po ocieceniu do kilku dni. Jest ono bardzo istotne w budowaniu układu odpornościowego cieląt, ale znalazło ono również zastosowanie dla człowieka. Dzięki dużej zawartości immunoglobulin działa pozytywnie na nasz układ odpornościowy (Rak i Bronkowska 2014). Niestety osoba dorosła nie jest w stanie w pełni wykorzystać zalet płynących ze spożycia siary, ponieważ większość dobroczynnych czynników przed dostaniem się do krwiobiegu zostanie zdegradowana. Pomimo tego procesu nadal może występować działanie przeciwzapalne. Suplement ten jest szczególnie ważny dla sportowców, ponieważ pomaga zwiększyć beztłuszczową masę ciała oraz poprawia efektywność treningu. W 1997 roku opublikowano artykuł, który sugeruje, że sportowcy mogliby przyjmować siarę bydlęcą jako odżywczą substancję ergogeniczną dla podwyższenia stężenia IGF-1. Związek IGF-1 (insulinopodobny czynnik wzrostu) jest to hormon anaboliczny zabroniony przez Międzynarodowy Komitet Olimpijski. W związku z powyższym siara bydlęca może być legalnym środkiem zastępczym stosowanym przez olimpijczyków zgodnie z międzynarodowym prawem Komitetu Olimpijskiego (Rak Bronkowska 2014; Ahmadi-Vincu i in 2005).

3.10 Immunoglobuliny i białka osocza krwi

Produkt ten powstaje na bazie krwi bydlęcej oraz białek osocza. Stosowany jest w celu zmniejszenia ryzyka wystąpienia skutków ubocznych nadmiernej aktywności fizycznej m.in. ma zapobiegać obniżeniu ochrony immunologicznej organizmu. W przypadku kiedy dochodzi do

zmniejszonej sekrecji Produkty, aby wykazywały skuteczność powinny składać się w minimum 50% z immunoglobulin klasy G, białek naturalnie występujących w siarze oraz mleku, fibrynogenu oraz albuminy krwi. Przeprowadzono badania na temat skuteczności danego preparatu w których wykazano pozytywne działanie na organizm oraz zmniejszenie skutków enteropatii (Zydek i in 2017; Rak i Bronkowska 2014).

3.11 Białka jaja

Preparaty wysokobiałkowe cieszą się dużą popularnością odkąd jajko zostało białkiem referencyjnym. W białku jaja są wszystkie aminokwasy egzogenne. Jaja są produktami szczególnie strawnymi. Preparaty na bazie jaj przygotowywane są z samych białek, ponieważ gdyby zawierały też żółtka byłyby też bogate w cholesterol i nasycone kwasy tłuszczowe. Ze względu na wartość biologiczną białko serwatkowe jest bardziej pożądane (Zydek i in 2017).

3.12 Białka sojowe

Suplement często stosowany w celu wykluczenia produktów pochodzenia zwierzęcego z diety. Zazwyczaj stężenie białka w produkcie to 90%. Według klasyfikacji jakości białka PDCAAS i wskaźnik strawności niezbędnych aminokwasów możemy je zaliczyć do jednych z najlepszych źródeł. Jeżeli chodzi o profil aminokwasowy to niestety pozycja białka znacznie spada. Białka soi zawierają znacznie mniej aminokwasów siarkowych niż białka pochodzenia zwierzęcego oraz zawierają liczne substancje antyodżywcze, takie jak związki wolotwórcze, taniny, hemaglutyniny, kwas fitynowy, inhibitor trypsyny. Większa synteza białek mięśniowych następuje po spożyciu białka mleka (Montgomery 2003; Cichosz i Czeczot 2013).

Podczas zwiększonego wysiłku dochodzi do wzmożonej degradacji białek w ustroju, a co za tym idzie zwiększa się zapotrzebowanie na proteiny. Suplementy wysokobiałkowe stosowane są w celu budowy suchej masy mięśniowej, redukcji tkanki tłuszczowej oraz stosowne są jako wspomaganie podczas treningu wytrzymałościowego. Ilość spożywanych suplementów powinna być ściśle związana z jadłospisem, aby dostarczać białka w pożądanej ilości (Dymkowska-Malesa i Walczak 2011; Montgomery 2003; Latoch i in 2015; WHO 2003).

4. Podsumowanie i wnioski

Wspomaganie się suplementami diety wśród sportowców jest coraz bardziej popularne. Podczas wysiłku fizycznego należy brać pod uwagę zwiększone zapotrzebowanie m.in. na składniki mineralne, witaminowe, węglowodany oraz białka. Zapotrzebowanie na białko, u osób aktywnie uprawiających sport mieści się w przedziale 1,4 g-2,0 g/kg masy ciała, jednakże u osób trenujących sporty siłowe spożycie białka w diecie powinno wynosić nawet 1,6–2,2 g/kg/dzień, ze szczególnym uwzględnieniem wystarczającej ilości białka w każdym posiłku (0,40–0,55 g/kg /posiłek) i równomierny rozkładem w ciągu dnia (3–6 posiłków).

Konieczne jest spożywanie pełnowartościowego białka, którego źródłem są produkty pochodzenia zwierzęcego, gdyż zawiera ono wszystkie egzogenne aminokwasy. Aminokwasy te są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu.

5. Literatura

- Ahmadi-Vincu M, Ahmadi T, Ahmadi J (2005) Colostrum as nutritional supplement in sport. *Agroalimentary Processes and Technologies* 1:33-40.
- Bean A (2008) Żywność w sporcie. Zysk i S-ka.
- Bojarowicz H, Dźwigulska P (2012) Suplementy diety. Część I. Suplementy diety a leki – porównanie wymagań prawnych. *Hygeia Public Health* 47(4): 427-432.
- Bojarowicz H, Dźwigulska P (2012) Suplementy diety. Część II. Wybrane składniki suplementów diety oraz ich przeznaczenie. *Hygeia Public Health* 47(4): 433-441.
- Ciborowska H, Rudnicka A (2015) Dietetyka. Żywność zdrowego i chorego człowieka. PZWL.
- Cichosz G, Czeczot A (2013) Kontrowersje wokół białek diety. *Pol. Merk. Lek.* 35; 397-401.
- Dalavie F, Gundill M (2010) Suplementy żywnościowe dla sportowców. JK.

- Dymkowska- Malesa M, Walczak Z (2011) Suplementacja w sporcie. *Nowiny Lekarskie* 80, 3, 199-204.
- Frączek B, Gacek M, Grzelak A (2012) Żywnościowe wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wyczynowych. *Probl Hig Epidemiol* 93(4): 817-823.
- Helms ER, Zinn C, Rowlands DS (2014) A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 24(2):127-38.
- Juma Iraki, Peter Fitschen (2019) Nutrition Recommendations for Bodybuilders in the Off-Season. A Narrative Review: *Sports (Basel)* 7(7):154.
- Jarosz M (2017) Normy żywienia dla populacji Polski. *IŻŻ*
- Korczak R, Kruszewski M, Kruszewski A i in. (2016) Preferences in the use of nutritional supplements and the correctness of their selection for training purposes. *Baltic Journal of Health and Physical Activity* 8(4):100-108.
- Latoch A, Malik A, Mleko S i in (2015) Rola mięsa w żywieniu osób o zwiększonej aktywności fizycznej. Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków.
- Montgomery KS, (2003) Soy Protein. *The Journal of Perinatal Education* 12(3):42–45.
- Mizera J, Mizera K (2017) *Dietetyka sportowa*. Galaktyka sp. z o.o.
- Phillips SM, Chevalier S, Leidy HJ (2016) Protein “requirements” beyond the RDA: implications for optimizing health. *Appl. Physiol. Nutr. Metab* 41: 565–572.
- Rak KA, Bronkowska M (2014) Immunologiczne znaczenie siary. *Hygeia Public Health* 49; 249-254.
- Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation (2003) Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. 916.
- Rindom E, Nielsen MH, Kecec K et al (2016) Effect of protein quality on recovery after intense resistance training. *Appl Physiol* 116:223–225.
- Salem SA, El-Agamy EI, Salama FA (2009) Biological value of goat milk casein. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 11:15 -21.
- Schaafsma G (2000) The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score. *The Journal of Nutrition* 7:1865–1867.
- Silvestre M, Silva M, Silva VD (2012) Analysis of whey protein hydrolysates: peptide profile and ACE inhibitory activity. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 4:748- 757.
- Szewczyk P, Poniewierka E (2015) Kreatyna- zastosowanie w sporcie i medycynie. *Piel. Zdr. Publ.* 5, 4, 409–416.
- Zydek G, Michalczyk M, Zajac A (2017) Nowe trendy w żywieniu i suplementacji osób aktywnych fizycznie. Katowice Wydawnictwo AWF w Katowicach.

2. Spożycie białka wśród osób czynnie uprawiających sporty siłowe

Protein consumption among people actively practicing strength sports

Agnieszka Białek-Dratwa⁽¹⁾, Magdalena Świdarska⁽²⁾, Wiktoria Staśkiewicz⁽³⁾, Mateusz Grajek⁽⁴⁾, Karolina Sobczyk⁽⁵⁾, Eliza Działach⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Zakład Żywienia Człowieka, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽³⁾ Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁴⁾ Zakład Zdrowia Publicznego, Katedra Polityki Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁵⁾ Zakład Ekonomiki i Zarządzania w Ochronie Zdrowia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Agnieszka Białek-Dratwa: abialek@sum.edu.pl

Słowa kluczowe: dieta, spożycie protein, dieta sportowa

Streszczenie

W sportach siłowych bardzo ważne jest odżywianie, aby skutecznie modelować sylwetkę jak również budować masę mięśniową. Często sportowcy stosują wspomaganie w postaci suplementów diety, zwłaszcza odżywki wysokobiałkowe.

Celem pracy było określenie ilości spożywanego białka przez osoby aktywne fizycznie z uwzględnieniem płci badanych, jak również zbadanie spożycia białka w postaci suplementów diety tj. odżywek wysokobiałkowych.

Badanie przeprowadzono na grupie 100 osób czynnie uprawiających sporty siłowe w tym 47 kobiet oraz 53 mężczyzn. Badanie przeprowadzono na podstawie autorskiego kwestionariusza ankiety oraz 3-dniowego 24 godzinnego wywiadu żywieniowego.

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że spożycie białka u osób aktywnych fizycznie wynosiło 1,9g białka/ kg masy ciała u kobiet, natomiast mężczyźni spożywali 1,7g białka/ kg masy ciała. Znaczne różnice były jednak przy minimalnym oraz maksymalnym spożyciu. U kobiet wyniki te kształtowały się następująco min= 0,9; max=3,0g białka/ kg masy ciała. Wśród ankietowanych mężczyzn najmniejsze spożycie białka wynosiło 1,0g białka/ kg masy ciała, natomiast największe wyniosło aż 3,7g białka/ kg masy ciała na dzień.

Spożycie białka wśród badanych respondentów, zarówno kobiet jak i mężczyzn było na wystarczającym poziomie aby w pełni pokryć zapotrzebowanie. Najbardziej popularnym suplementem wysokobiałkowym było białko serwatkowe.

1. Wstęp

Opinia na temat roli białka w osiągnięciu wyników sportowych jest podzielona w zależności od tego, ile aktywności aerobowej w porównaniu z aktywnością całkowitą ma sportowiec. Sportowcy, którzy chcą uzyskać masę mięśniową i siłę, mogą spożywać większe ilości białka w diecie niż zawodnicy startujący w sportach szybkościowych. Głównym przekonaniem stojącym za dużą ilością spożywanego białka u sportowców trenujących sporty siłowe jest fakt, iż jest ono potrzebne do wytworzenia większej ilości białka mięśniowego. Sportowcy mogą potrzebować białka nie tylko w celu zmniejszenia ryzyka niedoboru związanego z zaleceniami żywieniowymi, ale również w celu poprawy poziomu funkcjonowania i ewentualnie adaptacji do bodźca wysiłkowego. Wydaje się, że zalecenia sportowcom spożycia białka na poziomie wyższym niż RDA jest zasadne.

Zapotrzebowanie na białko u osób aktywnych fizycznie różni się od norm żywienia, które są dedykowane przeciętnemu człowiekowi prowadzącemu siedzący tryb życia. Aktualnie obowiązujące normy żywienia dla populacji polskiej dotyczące spożycia białka uwzględniają spożycie białka na poziomie 0,73g/kg m.c./dobę na poziomie EAR (średnie zapotrzebowanie) i na poziomie 0,9 g/kg m.c./dobę RDA (zalecane spożycie) (Jarosz 2017). Badania wykazują, że w czasie wysiłku fizycznego dochodzi do zwiększonego katabolizmu białek, na które wpływa czas wysiłku fizycznego oraz jego intensywności. Oszacowano, że w czasie godzinowego wysiłku o umiarkowanej intensywności dochodzi do katabolizmu ok. 29 g białek, natomiast gdy trening ma wyższą intensywność może dochodzić do eliminacji nawet 45g białka. (Dalavier i Gundill 2010).

Ilość spożywanego białka wynika z rodzaju uprawianego sportu. Podczas treningu wytrzymałościowo-siłowego, szybkościowo –siłowego zapotrzebowanie na białko wynosi 1,4- 1,8 g/kg mc. Sportowcy podczas diety redukcyjnej powinni zwiększyć spożycie białka do 1,6-2,0 g/kg mc. Natomiast osoby, którym zależeć będzie na przyroście masy ciała powinny spożywać białko na poziomie 1,8-2,0 g/kg mc (Bean 2008).

Osoby trenujące sporty siłowe powinni spożywać minimum 1,6 g/kg białka, jednak najbardziej optymalna podaż wynosi 2,2 g białka na kg masy ciała sportowca. Rozsądne może być zalecenie osobom uprawiającym sporty siłowe podzielenia dziennego spożycia 1,6–2,2 g/kg białka na kilka posiłków, z których każdy zawiera ok 0,40–0,55g/kg (3–6 posiłków). Warto też pamiętać aby jeden z tych posiłków wystąpił w ciągu 1 –2 godziny przed treningiem lub po nim, a jeden posiłek składający się ze źródła białka powinien być spożywany 1-2 godziny przed snem (Iraki i Fitschen 2019). Helms i in. sugerują zakres spożycia białka na poziomie 2,3-3,1 g/kg u wytrenowanych szczupłych sportowców zwłaszcza kulturystów (Helms i in. 2014).

Metaanaliza 23 publikacji dowodzi, że suplementacja białka zwiększa odpowiedź adaptacyjną mięśnia szkieletowego na trening siłowy typu oporowego. Jednak maksymalizacja tempa syntezy białek mięśniowych zależy od rodzaju dietetycznych źródeł białka i czasu przyjmowania pokarmów bogatych w białko, aby zwiększyć jego wpływ na sportowców (Cermak i in 2012). Spożycie białka poniżej 2,8 g białka/24 h nie wpływa na czynność nerek u dobrze wytrenowanych sportowców, na co wskazują pomiary czynności nerek. Jednak wszelka nadwyżka spożycia białka będzie stratą pieniędzy i wyższym nadmiarem azotu (w tym również mocznika) dla organizmu. (Agostini i in. 2005). Stąd istotne wydaje się badanie aktualnego spożycia białka oraz suplementów wysokobiałkowych w grupie osób uprawiających sporty siłowe.

Celem pracy było określenie ilości spożywanego białka przez osoby aktywne fizycznie z uwzględnieniem płci badanych, jak również zbadanie spożycia białka w postaci suplementów diety tj. odżywek wysokobiałkowych.

2. Materiał i metoda

Do analizy końcowej zakwalifikowano 100 badanych osób (tj. 100 kwestionariuszy ankiety oraz 300-24 godzinnych wywiadów żywieniowych), w tym 47 osób stanowiły kobiety i 53 osoby stanowili mężczyźni. Respondenci byli w wieku 18- 45 lat. Średnia wieku badanych wynosiła $27 \pm 6,72$ lat. Osoby będące na diecie wegańskiej zostały wykluczone z badania. Wszystkie osoby badane zostały poinformowane o celowości tego badania, o anonimowości oraz wyraziły zgodę na udział w badaniu.

Badanie przeprowadzono w miastach aglomeracji śląskiej: na podstawie autorskiego kwestionariusza ankiety oraz 3-dniowego 24 godzinnego wywiadu żywieniowego.

Baza danych oraz analiza statystyki opisowej została sporządzona za pomocą programu Microsoft Excel 2016. Wartość odżywcza trzykrotnie zebranych 24 godzinnych wywiadów żywieniowych została obliczona za pomocą programu DIETA 5.

3. Wyniki

W badanej grupie 63% ankietowanych miało prawidłowy wskaźnik masy ciała (BMI). Osoby z nadwagą stanowiły 31% grupy. 4% ankietowanych to osoby z otyłością, natomiast osoby z niedowagą to 2%. Ankietowani mający wykształcenie średnie stanowili 54% osób, wykształcenie

wyższe posiadało 45%. Tylko jedna osoba mająca wykształcenie zasadnicze zawodowe wypełniła ankietę.

Ankietowani zostali zapytani o współpracę z dietetykiem, tylko 18% respondentów korzystało z usług i porad dietetyka. Jednakże, 38% procent ankietowanych stosowało indywidualną dietę, w tym dietę redukcyjną, budującą masę mięśniową i bogatobiałkową, natomiast zaledwie 35% ankietowanych stosowało dietę w celu poprawienia wydolności fizycznej.

Określając częstotliwość treningów ponad połowa badanej grupy 59% trenowała 4-5 razy w tygodniu, częściej trenowało 5% osób spośród ankietowanych. Osoby trenujące 2-3 razy w tygodniu stanowiły grupę 31 % osób. Długość treningu 55% osób badanych wynosiła około 2 godziny, u 27% osób jeden trening trwał 1 godzinę. 14% badanych wykazało, że długość treningu była różna. Uwzględniając charakter treningów: 74% badanych uprawiało treningi siłowe, 53% badanych uprawiało trening typu cardio (trening aerobowy), a 28% badanych uczęszczało na zajęcia crossfit.

Tab.1. Spożycie białka wśród badanych.

| Spożycie białka | Kobiety | Mężczyźni |
|---|---------------------------|----------------------------|
| Średnia | 116,6 g/ dzień | 147,3 g/ dzień |
| Średnia | 1,9 g / kg mc \pm 0,6 g | 1,7 g / kg mc \pm 0,59 g |
| Przedział zmienności średnich (min-max) | 1,3 – 2,5 g | 1,1 - 2,3 g |
| Mediana | 1,9 g | 1,6 g |
| Min | 0,9 g | 1,0 g |
| Max | 3,0 g | 3,7 g |

(Tab.1) przedstawia ilość spożycia białka przez badane kobiety oraz przez badanych mężczyzn. Średnie spożycie białka przez kobiety wynosiło $1,9 \pm 0,6$ g białka/ kg masy ciała, natomiast mężczyźni spożywali średnio $1,7 \pm 0,59$ g białka/ kg masy ciała. W badanej grupie kobiet najniższe średnie spożycie białka wynosiła $1,2$ g/kg m.c. natomiast najwyższe $2,5$ g/kg m.c. Wśród badanych mężczyzn zakres ten wynosił $1,1 - 2,3$ g/kg m.c.

W badanej grupie wartości minimalne oraz maksymalne dla spożycia białka w przeliczeniu na g na kg masy ciała badanej osoby wynosiły, dla kobiet odpowiednio $0,9$ g białka/ kg mc jako wartość minimalna, $3,0$ g białka/ kg mc jako wartość maksymalna, dla mężczyzn $1,0$ g białka/ kg mc jako wartość minimalna, $3,7$ g białka/ kg mc jako wartość maksymalna.

Tab. 2. Wartość energetyczna posiłków w badanej grupie.

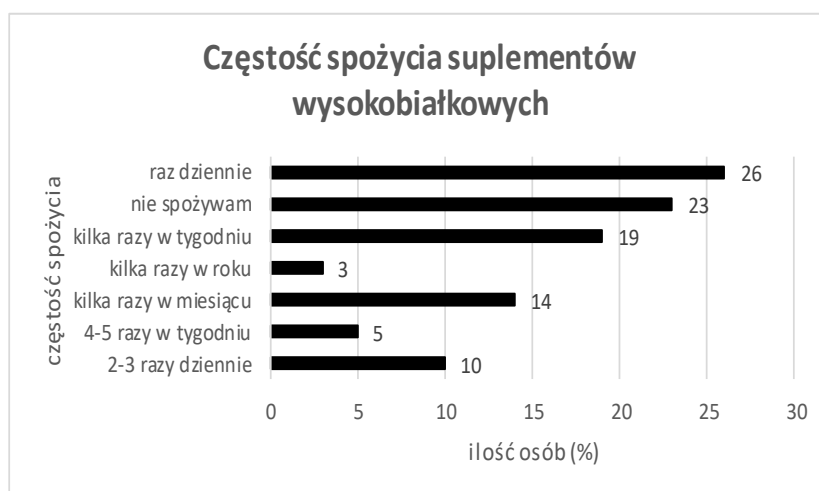
| <i>Energia</i> | <i>Kobiety</i> | <i>Mężczyźni</i> |
|----------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>Średnia</i> | <i>1737,6 kcal/ dzień</i> | <i>2262,7 kcal/ dzień</i> |
| <i>Mediana</i> | <i>1695 kcal</i> | <i>2133,7 kcal</i> |
| <i>Min</i> | <i>980 kcal</i> | <i>1433,7 kcal</i> |
| <i>Max</i> | <i>2477,7 kcal</i> | <i>4716,7 kcal</i> |

W (Tab.2.) przedstawiono wyniki dotyczące wartości energetycznej spożywanych posiłków w badanej grupie. Średnia ilość kcal spożywana przez kobiety wynosiła $1737,6$ kcal. Mężczyźni spożywali średni $2262,7$ kcal. Mediana dla badanej populacji kobiet wynosiła 1695 kcal, natomiast dla mężczyzn $2133,7$ kcal. Minimalna wartość energetyczna dla kobiet wynosiła 980 kcal, dla mężczyzn było to $1433,7$ kcal. Maksymalna wartość wyniosła $2477,7$ kcal dla kobiet i $4716,7$ kcal dla mężczyzn.

Osoby, które nie spożywały suplementów wysokobiałkowych stanowiły 23% grupy, natomiast 26% osób spożywało je każdego dnia. Kilka razy dziennie spożywało je 10% badanych, 19% badanych stanowiły osoby które spożywały je kilka razy w tygodniu. 5% ankietowanych spożywało je 4-5 razy w tygodniu. Grupa, która spożywała je rzadziej niż kilka razy w tygodniu stanowiła 17% badanych. Uwzględniając podział na płeć: raz dziennie suplementy wysokobiałkowe spożywało 36% ankietowanych kobiet. 34% badanych kobiet wykazało, że nie spożywa suplementów

wysokobiałkowych. 13% kobiet spożywała suplementy wysokobiałkowe kilka razy w tygodniu, 11% spożywało je kilka razy w miesiącu. Kilka razy w roku po suplementy sięgało 4% kobiet. 2% kobiet spożywało je 4-5 razy w tygodniu. Codziennie suplementy wysokobiałkowe spożywało 21% mężczyzn. Kolejne 21% badanych spożywało je kilka razy w miesiącu. 3% spożywało suplementy wysokobiałkowe kilka razy w roku. 30% badanych spożywało suplementy kilka razy w tygodniu. 9% ankietowanych spożywało je 4-5 razy w tygodniu, natomiast 16% ankietowanych nie spożywało suplementów wysokobiałkowych.

Biorąc pod uwagę rodzaj suplementów wysokobiałkowych: 73% ankietowanych wykazało spożycie białka serwatki. Liczna grupa osób spożywała również białka jaja (40%). 12% ankietowanych spożywało białka mleka. Mniej liczne grupy spożywały także kazeiny (3%) oraz białka sojowe (2%). Wśród kobiet 64% badanych spożywało suplementy wysokobiałkowe w tym 32% spożywało białka jaja w postaci suplementu. Białka mleka spożywało 13% ankietowanych kobiet, 4% spożywało białka sojowe. 26% kobiet wykazało, że nie spożywało suplementów wysokobiałkowych. Wśród mężczyzn 81% badanych spożywało białka serwatkowe. 47% spożywało białka jaja. 11% stosowało białka mleka w postaci suplementu, 6% spożywało kazeiny. 8% wybrało odpowiedź inne. 11% ankietowanych mężczyzn, wykazało, że nie spożywa suplementów wysokobiałkowych.



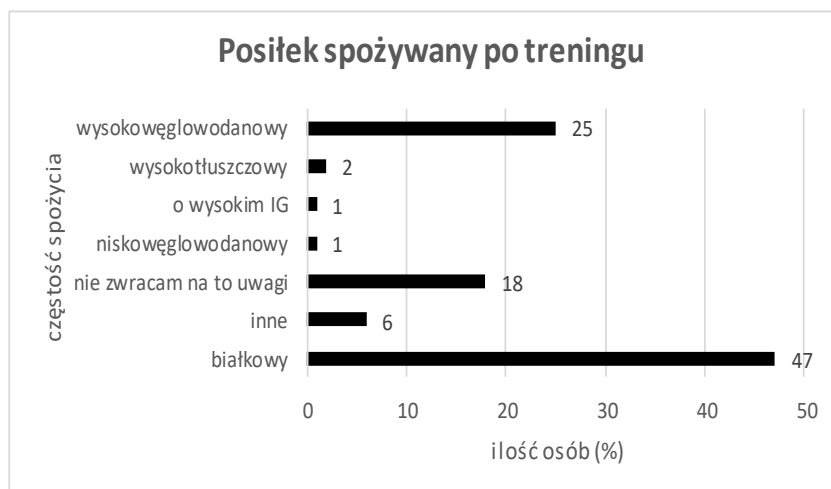
Rys.1. Częstość spożycia suplementów wysokobiałkowych w badanej grupie.



Rys 2. Rodzaj posiłku spożywanego przed treningiem przez badanych.

Pośród badanych osób aż 40% nie zwracało uwagi na posiłek spożywany przed treningiem. Kolejną liczną grupę 33% osób stanowiły osoby spożywające posiłek wysokowęglowodanowy. 12% osób spośród ankietowanych spożywało posiłek białkowy. Zaledwie 4% spożywało posiłek wysokotłuszczowy, natomiast 6% o wysokim indeksie glikemicznym. Pozostałe 5% nie zwracało na to uwagi.

Jako posiłek spożywany po treningu 47% badanych wybierało posiłek białkowy. 25% ankietowanych sięgało po posiłek wysokowęglowodanowy. 18% osób nie zwracało na to uwagi.



Rys 1 Posiłek spożywany po treningu przez badanych.

4. Dyskusja

Osoby uprawiające sport powinny mieć odpowiednio zbilansowaną dietę, która uwzględni produkty piramidy żywieniowej z każdego poziomu (Jarosz 2017; Zydek i in. 2017).

W badaniach własnych wykazano, że kobiety spożywają średnio 1,9 g białka/kg masy ciała. Średnia spożywanego białka przez mężczyzn wynosiła natomiast nieco mniej – 1,7g białka/ kg masy ciała, co było zgodne z zaleceniami przyjętymi przez Campbella gdzie spożycie białka w ilości 1,4 - 2,0 g/ kg/dzień dla osób aktywnych fizycznie jest nie tylko bezpieczne, ale może poprawić wyniki treningowe (Campbell 2007).

Badanie przeprowadzone przez Szczepańską na grupie chłopców z warszawskiego gimnazjum sportowego wykazało, że średnie spożycie białka w badanej grupie wynosiło 2,09, było ono nieznacznie wyższe niż w pracy własnej jednak było ono również zgodne z rekomendacjami (Szczepańska 2013). W badaniach prowadzonych na grupie młodych pływaków poziom spożycia białka oscylował na poziomie 1,5 g/kg m.c. w tym 1,2 g/kg mc u kobiet i 1,6 g/kg mc u mężczyzn (Główska i in. 2018). W porównaniu z badaniami własnymi spożycie białka wśród pływaków było niższe.

W badaniu Szczepańskiej średnie dzienne spożycie białka wśród zawodników kadry narodowej w podnoszeniu ciężarów w naturalnej diecie z wyłączeniem suplementów białkowych takich jak odżywki, koktajle było niewystarczające i wynosiło $1,5 \pm 0,3$ g/kg mc., co stanowiło $83,0 \pm 19,4\%$ w stosunku do średniego zalecanego spożycia tego składnika dla sportowców dyscyplin siłowych. U większości zawodników (76,9% badanych) spożycie białka było poniżej dolnego zakresu wartości zalecanych (1,6 g/kg mc.). Jednak u ponad połowy badanych (54%) dzienne spożycie białka w suplementowanej diecie przekraczało 2 g/kg. mc., co zwiększało ryzyko wykorzystania tego składnika na cele energetyczne (Szczepańska i in. 2009). Należy podkreślić, że w dyscyplinach siłowych zawodnicy przywiązują nadmierną wagę do białka i często obserwowane jest jeszcze wyższe spożycie tego składnika. W świetle piśmiennictwa tak duże spożycie tego składnika nie jest

uzasadnione, choć jak dotychczas nie został ustalony górny tolerowany poziom spożycia (UL) białka (Philips i in. 2007).

W badaniu Wrzostka sportowcy trenujący sporty sylwetkowe zapytani zostali, czy korzystają z odżywek i suplementów diety najczęściej udzielali odpowiedzi twierdzącej (56%), tylko 1/3 badanych nie stosowała suplementów, natomiast na odpowiedź „czasami – w okresie wzmoczonych treningów” wskazało 15%. Najczęściej wybieranym suplementem były odżywki białkowe (27%), w drugiej kolejności deklarowali wybór aminokwasów rozgałęzionych (BCAA) (22%) (Wrzostek i in. 2016). W badaniu własnym 26% osób spożywało suplementów wysokobiałkowych każdego dnia, kilka razy dziennie spożywało je 10% badanych, 19% badanych stanowiły osoby które spożywały je kilka razy w tygodniu. Podsumowując spożycie suplementów wysokobiałkowych w badaniu własnym 51% badanych spożywa regularnie te preparaty, co jest porównywalne z badaniami Wrzostka.

Podsumowując, osoby ćwiczące potrzebują więcej białka w diecie niż osoby prowadzące siedzący tryb życia. Białko w diecie można uzyskać z diety, a także z bogatobiałkowych suplementów diety, takich jak białko serwatki i kazeiny. Według Międzynarodowego Towarzystwa Żywności Sportowej osoby ćwiczące potrzebują około 1,4 do 2,0 gramów białka na kilogram masy ciała dziennie. Ilość zależy od trybu i intensywności ćwiczenia, jakości spożywanego białka oraz stanu energii i spożycia węglowodanów przez osobę. Obawy, że spożycie białka w tym zakresie jest niezdrowe, nie są uzasadnione u zdrowych, ćwiczących osób.

5. Wnioski

- a) Spożycie białka wśród badanych respondentów, zarówno kobiet jak i mężczyzn było na wystarczającym poziomie aby w pełni pokryć zapotrzebowanie.
- b) Najbardziej popularnym suplementem wysokobiałkowym zarówno wśród kobiet jak i mężczyzn było białko serwatki, kolejnym suplementem cieszącym się popularnością wśród ankietowanych grup były białka jaj.

6. Literatura

- Agostoni C, Scaglioni S, Ghisleni D et al (2005) How much protein is safe? *Int J Obesity* 29:S8–S13.
- Bean A (2008) Żywnienie w sporcie. Zysk i S-ka.
- Campbell B, Kreider R, Antonio J (2007) International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 4: 8.
- Cermak NM, Res PT, de Groot LC, Saris WHM et al (2012) Protein supplementation augments the adaptative response of skeletal muscle to resistance-type exercise training: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 96:1454–64.
- Dalavier F, Gundill M (2010) Suplementy żywnościowe dla sportowców. JK.
- Główka N, Zegan M, Michota-Katalska E (2018) Spożycie wybranych składników pokarmowych w aspekcie występowania potencjalnych konsekwencji zdrowotnych u pływaków. *Bromat. Chem. Toksykol.* – LI, 1, 39-46.
- Helms ER, Zinn C, Rowlands DS (2014) A systematic review of dietary protein during caloric restriction in resistance trained lean athletes: a case for higher intakes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 24(2):127-38.
- Iraki J, Fitschen P (2019) Nutrition Recommendations for Bodybuilders in the Off. *Sports* (Basel) 26;7(7).
- Jarosz M (2017) Normy żywienia dla populacji Polski. IŻŻ.
- Poortmans J, Carpentier A (2016) Protein metabolism and physical training: any need for amino acid supplementation? *Nutrire* 41:21.
- Phillips SM, Moore DR, Tang JE (2007) A Critical Examination of Dietary Protein Requirements, Benefits, and Excesses in Athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab* 17, 58-76..
- Season A (2019) Narrative Review. *Sports* (Basel). 7(7):154.

- Szczepańska B, Malczewska-Lenczowska J, Gajewski J (2009) Zasadność stosowania odżywek przez reprezentantów kadry narodowej seniorów podnoszenia ciężarów na zgrupowaniu treningowym. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (65), 327 – 336.
- Szczepańska B, Wajszczyk B, Malczewska-Lenczowska J (2013) Stan odżywienia i sposób żywienia chłopców z warszawskiego gimnazjum sportowego. *Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu* 19 (4): 539-543.
- Wrzosek M, Michota-Katulska E, Zegan M (2016) sposób żywienia i suplementacji osób trenujących sporty sylwetkowe. *Bromat. Chem. Toksykol.* – 49, 2, 114 – 120.
- Zydek G, Michalczyk M, Zajac A (2017) Nowe trendy w żywieniu i suplementacji osób aktywnych fizycznie. Wydawnictwo AWF w Katowicach.

3. Porównanie jogurtów naturalnych z wykorzystaniem optymalizacji wielokryterialnej

Comparison of natural yoghurts using multi-criteria optimization

Agnieszka Białek-Dratwa⁽¹⁾, Joanna Nieć⁽¹⁾, Anna Gut⁽²⁾, Wiktoria Staśkiewicz⁽³⁾, Sylwia Jaruga-Sękowska⁽⁴⁾, Gabriela Wanat⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Zakład Żywnienia Człowieka, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽³⁾ Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁴⁾ Zakład Promocji Zdrowia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Agnieszka Białek-Dratwa: abialek@sum.edu.pl

Słowa kluczowe: nabiał, dieta, zasady zdrowego żywienia, żywienie

Streszczenie

Jogurty należą do mlecznych napojów fermentowanych. Wpływają korzystnie na system odpornościowy oraz pomagają zapobiegać biegunkom i zaparciom. Są bogatym źródłem białka, wapnia, witamin z grupy B oraz potasu i fosforu. Jogurty głównie można podzielić na naturalne oraz owocowe, które często zawierają dodatkowe substancje m.in. barwniki, cukier, czy substancje zagęszczające. Wyróżnia się również jogurty probiotyczne, które zawierają szczepy bakterii probiotycznych mających potwierdzone dobroczynne działanie na organizm człowieka. Występują także na rynku jogurty typu light i 0%, które mają obniżoną kaloryczność oraz zawartość danego składnika np. tłuszczu.

Celem pracy było porównanie wybranych jogurtów naturalnych z użyciem optymalizacji wielokryterialnej.

Analizie poddano 15 jogurtów naturalnych. Do porównania użyto programu Excel oraz optymalizacji wielokryterialnej.

W optymalizacji wielokryterialnej wyłoniono najlepsze produkty. 14 jogurtów w swoim składzie miało mleko (pełne, pasteryzowane lub odtłuszczone). 3 jogurty naturalne miały w swoim składzie śmietankę pasteryzowaną. Mleko w proszku było składową: 13 jogurtów, białko mleka było w 10 jogurtach. We wszystkich jogurtach były żywe kultury bakterii, a w 4 były bakterie probiotyczne. Jogurt naturalny- produkt C, który był produktem ponad 3-krotnie droższym niż średnia cena wszystkich badanych jogurtów..

Większość producentów przebadanych jogurtów nie zamieszcza na opakowaniu informacji na temat zawartości wapnia.

1. Wstęp

Mleczne napoje fermentowane są produkowane z normalizowanego lub odtłuszczonego pasteryzowanego mleka, które zostało poddane fermentacji przez swoiste drobnoustroje. Różnią się one od świeżego mleka pod względem m.in. składu chemicznego, właściwości fizykochemicznych, smaku i zapachu. Charakteryzują się też wyższą przyswajalnością białka i tłuszczu oraz większą ilością witamin w składzie (Kudelka 2005; Procnier 1981).

Znajdujące się w nich bakterie odpowiedzialne za fermentację wykazują właściwości lecznicze. Osiedlają się w przewodzie pokarmowym przez co hamują rozwój bakterii gnilnych oraz chorobotwórczych, dzięki czemu obniżają ryzyko występowania nowotworów jelita jak i pojawieniu się reakcji alergicznych na mleko. Stwierdzono, że codzienne spożywanie jogurtu przez zdrowe osoby zwiększa różnorodność mikrobiomu jelitowego i jest związane ze zmniejszonymi wskaźnikami

stresu. U ludzi w podeszłym wieku regulują pracę układu trawienego oraz obniżają poziom cholesterolu we krwi. Fermentowane produkty mleczne wzmacniają, ale również pobudzają system odpornościowy, stanowią też ważny element w leczeniu jak i w zapobieganiu osteoporozy. Lecznictwo oddziałują również na układ sercowo-naczyniowy oraz przewód pokarmowy dzięki znacznej ilości tzw. peptydów czynnościowych. Zatem mleczne napoje fermentowane powinny być stałym elementem codziennej diety, według zasad prawidłowego żywienia, w najnowszej piramidzie żywieniowej znajdują się na 4 miejscu zaraz po produktach zbożowych. Każdego dnia dorosły Polak powinien wypijać 2 szklanki mleka, które między innymi można wymienić na fermentowane produkty mleczne takie jak jogurt, kefir lub maślanka (Jarosz 2017; Ciborowska i Rudnicka 2015; Kudełka 2005; Lisko i in. 2017).

Jogurty należą do mlecznych napojów fermentowanych. Wpływają korzystnie na system odpornościowy oraz pomagają zapobiegać biegunkom i zaparciom. Są bogatym źródłem białka, wapnia, witamin z grupy B oraz potasu i fosforu. Jogurty głównie można podzielić na naturalne oraz owocowe, które często zawierają dodatkowe substancje m.in. barwniki, cukier, czy substancje zagęszczające. Wyróżnia się również jogurty probiotyczne, które zawierają szczepy bakterii probiotycznych mających potwierdzone dobroczynne działanie na organizm człowieka. Występują także na rynku jogurty typu light i 0%, które mają obniżoną kaloryczność oraz zawartość danego składnika np. tłuszczu (Kudełka 2005).

Celem pracy było porównanie wybranych jogurtów naturalnych, dostępnych na polskim rynku ze względu na ich skład oraz poddanie ich optymalizacji wielokryterialnej i wyłonienie najlepszych oraz najzdrowszych produktów.

2. Materiały i metody

W badaniu dokonano analizy jogurtów. Na podstawie podanych na opakowaniach składów 15 jogurtów naturalnych oraz uśrednionych cen na polskim rynku zostało sporządzone porównanie metodą optymalizacji wielokryterialnej. Baza danych oraz optymalizacja zostały wykonane w programie Microsoft Excel. Badania zostały przeprowadzone zgodnie z przyjętymi kryteriami spełniającymi podstawowe warunki optymalizacji wielokryterialnej.

Optymalizacja jest metodą wyznaczania najlepszego rozwiązania pod względem określonego kryterium. (Ameljańczyk 1984). Za pomocą optymalizacji wielokryterialnej porównano jogurty naturalne dostępne na polskim rynku. Do oceny optymalizacji wielokryterialnej uwzględniono:

- K1- zawartość białka w jogurtach,
- K2- zawartość tłuszczu w jogurtach,
- K3- zawartość cukru w jogurtach,
- K4- cena jogurtu za kg,
- K5- zawartość soli w jogurtach,
- K6- zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych w jogurtach;
- K7- brak występowania mleka w proszku w jogurtach,
- K8- brak występowania białka mleka w jogurtach,
- K9- brak występowania śmietanki w jogurtach,
- K10- występowanie bakterii probiotycznych w jogurtach,
- K11- brak występowania skrobi modyfikowanej w jogurcie,
- K12- brak zawartości syropu glukozowo-fruktozowego i oligofruktozowego w jogurcie,
- K13- brak substancji zagęszczających w jogurcie;
- K14- zawartość wapnia.

Do oceny ważności kryterium przyjęto następujące wartości zgodnie z przyjętą technologią produkcji jogurtów i ich składu. W zależności od istoty danego składnika jogurtu przyjmowano wartości kryteriów w skali od 0 do 1, gdzie im większa wartość kryterium, tym istotniejszy jest dany czynnik. Suma wartości kryteriów równa jest 1 dla pary kryteriów.

Zawartość białka wyniosła 0,75 w przypadku do zawartości tłuszczu, cukru, ceny, kwasów nasyconych, występowania bakterii probiotycznych, braku występowania skrobi modyfikowanej oraz

braku substancji zagęszczających w jogurtach wyniosło 0,25. Zawartość białka wyniosła 0,6 do wartości zawartości soli oraz braku występowania syropu glukozowo- fruktozowego i oligofruktozowego 0,4. Zawartość białka wyniosła 0,8 w przypadku do braku występowania mleka w proszku i białka mleka 0,2. Zawartość białka wyniosła 0,7 do braku zawartości śmietanki 0,3. Zawartość białka wyniosła 0,45 do zawartości wapnia 0,45.

Zawartość tłuszczu wyniosła 0,5 w przypadku do zawartości cukru i występowania bakterii probiotycznych 0,5. Zawartość tłuszczu wyniosła 0,4 do ceny 0,6. Zawartość tłuszczu wyniosła 0,75 do zawartości soli, kwasów tłuszczowych nasyconych, braku występowania skrobi modyfikowanej 0,25. Zawartość tłuszczu wyniosła 0,8 do braku występowania mleka w proszku i białka mleka 0,2. Zawartość tłuszczu wyniosła 0,7 do braku zawartości śmietanki 0,3. Zawartość tłuszczu wyniosła 0,6 do braku syropu glukozowo- fruktozowego i oligofruktozowego 0,4. Zawartość tłuszczu wyniosło 0,45 do zawartości wapnia 0,55.

Zawartość cukru wyniosła 0,5 do ceny i braku syropu glukozowo-fruktozowego 0,5. Zawartość cukru 0,75 do zawartości soli i zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych 0,25. Zawartość cukru wyniosła 0,8 w przypadku braku występowania mleka w proszku i białka mleka 0,2. Zawartość cukru wyniosła 0,7 do braku zawartości śmietanki, skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających 0,3. Zawartość cukru wyniosła 0,25 do występowania bakterii probiotycznych 0,75. Zawartość cukru wyniosła 0,45 do zawartości wapnia 0,55.

Cena wyniosła 0,6 do zawartości soli 0,4. Cena wyniosła 0,75 do zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych, braku występowania skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających 0,25. Cena wyniosła 0,8 w przypadku braku występowania mleka w proszku i białka mleka 0,2. Cena wyniosła 0,7 do braku zawartości śmietanki i syropu glukozowo-fruktozowego i oligofruktozowego 0,3. Cena wyniosła 0,35 do występowania bakterii probiotycznych 0,65. Cena wyniosła 0,5 do zawartości wapnia 0,5.

Zawartość soli wyniosła 0,75 do zawartości kwasów tłuszczowych nasyconych, braku występowania mleka w proszku i białka mleka, skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających 0,25. Zawartość soli wyniosła 0,65 do braku zawartości śmietanki 0,35. Zawartość soli wyniosła 0,35 do występowania bakterii probiotycznych 0,65. Zawartość soli wyniosła 0,6 do braku syropu glukozowo-fruktozowego i oligofruktozowego 0,4. Zawartość soli wyniosła 0,4 do zawartości wapnia 0,6.

Zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych wyniosło 0,6 do braku występowania mleka w proszku i białka mleka 0,4. Zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych wyniosło 0,4 do braku zawartości śmietanki oraz syropu glukozowo-fruktozowego i oligofruktozowego 0,6. Zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych wyniosło 0,25 do występowania bakterii probiotycznych i zawartości wapnia 0,75. Zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych wyniosło 0,7 do braku substancji zagęszczających 0,3.

Brak występowania mleka w proszku wyniósł 0,5 do braku występowania białka mleka, skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających 0,5. Brak występowania mleka w proszku wyniósł 0,4 do braku zawartości śmietanki oraz syropu glukozowo-fruktozowego i oligofruktozowego 0,6. Brak występowania mleka w proszku wyniósł 0,1 do występowania bakterii probiotycznych 0,9. Brak występowania mleka w proszku wyniósł 0,2 do zawartości wapnia 0,8.

Brak występowania białka mleka wyniósł 0,4 do braku zawartości śmietanki oraz syropu glukozowo-fruktozowego i oligofruktozowego 0,6. Brak występowania białka mleka wyniósł 0,1 do występowania bakterii probiotycznych 0,9. Brak występowania białka mleka wyniósł 0,5 do braku występowania skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających 0,5. Brak występowania białka mleka wyniósł 0,2 do zawartości wapnia 0,8.

Brak zawartości śmietanki wyniósł 0,2 do występowania bakterii probiotycznych i zawartości wapnia 0,8. Brak zawartości śmietanki wyniósł 0,5 do braku występowania skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających 0,5. Brak zawartości śmietanki wyniósł 0,4 do braku syropu glukozowo-fruktozowego i oligofruktozowego 0,6.

Występowanie bakterii probiotycznych wyniosło 0,75 do braku występowania skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających 0,25. Występowanie bakterii probiotycznych wyniosło

0,7 do braku syropu glukozy-fruktozowego i oligofruktozowego 0,3. Występowanie bakterii probiotycznych wynosiło 0,25 do zawartości wapnia 0,75.

Brak występowania skrobi modyfikowanej wyniosło 0,4 do braku syropu glukozy-fruktozowego 0,6. Brak występowania skrobi modyfikowanej wyniosło 0,5 do braku substancji zagęszczających 0,5. Brak występowania skrobi modyfikowanej wyniosło 0,25 do zawartości wapnia 0,75.

Brak syropu glukozy-fruktozowego i oligofruktozowego wyniosł 0,6 do braku substancji zagęszczających 0,4. Brak syropu glukozy-fruktozowego i oligofruktozowego wyniosł 0,4 do zawartości wapnia 0,6.

Brak substancji zagęszczających wyniosł 0,25 do zawartości wapnia 0,75.

3. Wyniki

W Tab. 1. zebrano informacje z etykiet 15 jogurtów naturalnych dostępnych w supermarketach oraz w spożywczych sklepach internetowych w Polsce, które oznaczono literami A-O. Przebadane jogurty naturalne zawierały m.in. dodatki pochodzenia mlecznego np. mleko w proszku, mleko zagęszczone.

Tab. 1. Porównanie elementów składu chemicznego wybranych jogurtów naturalnych w 100g.

| Produkt | Energia (kcal) | Tłuszcz (g) | Kwasy nasycone (g) | Węglowodany (g) | Cukry (g) | Białko (g) | Sól (g) | Wapń (mg) |
|-----------|----------------|-------------|--------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| A | 76 | 3,8 | 2,5 | 5,5 | 5,5 | 5 | 0,13 | 156 |
| B | 67 | 3 | 2 | 4,2 | 4,2 | 4,9 | 0,15 | 120 |
| C | 60 | 1,8 | 1,2 | 6 | 6 | 4,9 | 0,15 | 173 |
| D | 54 | 1,5 | 1 | 6 | 5 | 4,1 | 0,1 | bd |
| E | 114 | 9 | 5,4 | 4,6 | 3,6 | 3,6 | 0,1 | bd |
| F | 69 | 3 | 2,2 | 5,8 | 5,8 | 4,6 | 0,2 | 165 |
| G | 118 | 9 | 6,4 | 5 | 5 | 4,2 | 0,15 | bd |
| H | 58 | 2 | 1,3 | 6 | 5,6 | 4,1 | 0,1 | bd |
| I | 63 | 2,5 | 1,6 | 6 | 5 | 4,1 | 0,1 | bd |
| J | 56 | 2 | 1,4 | 5,5 | 5,5 | 4 | 0,1 | bd |
| K | 50 | 1,5 | 1,1 | 5,3 | 4,6 | 3,8 | 0,1 | bd |
| L | 123 | 10 | 6 | 4,9 | 4,2 | 3,3 | 0,1 | bd |
| M | 57 | 2,5 | 1,6 | 5,1 | 2,5 | 3,5 | 0,13 | bd |
| N | 75 | 3,8 | 2,4 | 4,7 | 4,7 | 5 | 0,15 | bd |
| O | 70 | 3 | 1,2 | 5,9 | 5,9 | 4,9 | 0,15 | 120 |
| \bar{x} | 74,0 | 3,89 | 2,49 | 5,37 | 4,87 | 4,27 | 0,13 | 146,8 |

\bar{x} – średnia arytmetyczna
bd-brak danych

Średnia wartość energetyczna z porównywanych jogurtów naturalnych wyniosła $74 \pm 24,19$ kcal, średnia ilość tłuszczu w jogurtach wyniosła $3,89 \pm 2,91$ g, średnia ilość kwasów nasyconych $2,49 \pm 1,85$ g, średnia ilość węglowodanów $5,37 \pm 0,59$ g, średnia ilość cukru $4,87 \pm 0,96$ g, średnia ilość białka $4,27 \pm 0,58$ g, średnia ilość soli $0,13 \pm 0,03$ g oraz średnia ilość wapnia wyniosła $146,8 \pm 25,19$ mg z czego na niektórych produktach (10 jogurtach) nie ujęto na opakowaniu zawartości wapnia w produkcie.

Najniższa wartość energii pomiędzy porównywanymi jogurtami naturalnymi wyniosła 50 kcal (Produkt K), a największa 123 kcal (Produkt L), najmniejsza zawartość tłuszczu wyniosła 1,5g

(Produkty D i K), a największa 10g (Produkt L), najniższa zawartość kwasów nasyconych wynosiła 1g (Produkt D), a największa 6,4g (Produkt G), najniższa zawartość węglowodanów wynosiła 4,2g (Produkt B), a największa 6g (Produkty C, D, H, I), najniższa zawartość cukru wynosiła 2,5g (Produkt M), a największa 6g (Produkt C), najniższa zawartość białka wynosiła 3,3g (Produkt L), a największa 5g (Produkty A, N), najniższa zawartość soli wynosiła 0,1g (Produkty D, E, H, I, J, K, L), a największa 0,2g (Produkt F), najniższa zawartość wapnia z podanych ilości na opakowaniach wynosiła 120mg (Produkt B,O), a największa 173mg (Produkt C).

Tab 2. Skład badanych jogurtów naturalnych.

| | Skład badanych jogurtów naturalnych |
|----------|--|
| A | mleko krowie*, żywe kultury bakterii <i>L.acidophilus</i> and <i>B.Bifidum</i> |
| B | mleko, mleko w proszku odtłuszczone, białka mleka, żywe kultury bakterii |
| C | odtłuszczone mleko krowie*, żywe kultury bakterii <i>L.acidophilus</i> and <i>B.Bifidum</i> |
| D | mleko pasteryzowane, białka mleka, mleko w proszku odtłuszczone, kultury bakterii jogurtowych |
| E | mleko pasteryzowane, śmietanka pasteryzowana (z mleka), białka mleka, mleko w proszku odtłuszczone, kultury bakterii jogurtowych |
| F | mleko, mleko w proszku odtłuszczone, żywe kultury bakterii jogurtowych |
| G | mleko pełne pasteryzowane, śmietanka pasteryzowana, mleko w proszku odtłuszczone, białka mleka, żywe kultury bakterii jogurtowych: <i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgaricus</i> |
| H | mleko, mleko w proszku, białka mleka, żywe kultury bakterii jogurtowych |
| I | mleko pasteryzowane, białka mleka, mleko w proszku odtłuszczone, serwatka w proszku (z mleka), kultury bakterii jogurtowych, |
| J | mleko pasteryzowane, mleko w proszku, białka mleka, żywe kultury bakterii jogurtowych. |
| K | mleko pasteryzowane, białka mleka, mleko w proszku, substancje zagęszczające, skrobia modyfikowana, żywe kultury bakterii jogurtowych |
| L | śmietanka pasteryzowana, odtłuszczone mleko w proszku, białka mleka, kultury bakterii jogurtowych. |
| M | mleko pasteryzowane, mleko w proszku odtłuszczone, żywe kultury bakterii jogurtowych. |
| N | mleko pełne, mleko w proszku odtłuszczone, kultury bakterii fermentacji mlekowej (<i>Streptococcus thermophilus</i> , <i>Lactobacillus bulgaricus</i>). |
| O | mleko, mleko w proszku odtłuszczone, białka mleka, kultury bakterii jogurtowych. |

*Składniki pochodzące z kontrolowanych upraw ekologicznych

W (Tab.2). przedstawiony został skład wszystkich badanych produktów. 14 jogurtów w swoim składzie miało mleko (pełne, pasteryzowane lub odtłuszczone). 3 jogurty naturalne miały w swoim składzie śmietankę pasteryzowaną. Mleko w proszku było składową: 13 jogurtów, białko mleka było w 10 jogurtach. We wszystkich jogurtach były żywe kultury bakterii, a w 4 były bakterie probiotyczne. W jednym jogurcie znajdowały się równocześnie substancje zagęszczające i skrobia modyfikowana. Jeden jogurt zawierał serwatkę w proszku z mleka.

W (Tab.3) porównano ceny 15 wybranych jogurtów naturalnych w przeliczeniu na 1 kilogram. Najtańszym jogurtem naturalnym był produkt K i kosztował 2,32 zł/kg. Najdroższym jogurtem naturalnym okazał się produkt A i kosztował 16,60 zł/kg. Średnia cena za opakowanie wynosiła 1,69±1,47 zł. Średnia cena za kilogram wynosi 6,73±3,86 zł.

Tab. 3. Porównanie cen wybranych jogurtów naturalnych w przeliczeniu własny za 1 kilogram

| Jogurty naturalne | Cena za opakowanie (zł) | Cena za kg (zł) | Rozmiar opakowania (g) |
|-------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| P-A | 2,49 | 16,6 | 150 |
| P-B | 0,99 | 5,5 | 180 |
| P-C | 6,39 | 12,78 | 500 |
| P-D | 0,59 | 4,72 | 125 |
| P-E | 1,59 | 7,23 | 220 |
| P-F | 1,39 | 8,42 | 165 |
| P-G | 2,99 | 8,79 | 340 |
| P-H | 0,78 | 5,2 | 150 |
| P-I | 1,59 | 3,98 | 400 |
| P-J | 0,94 | 5,22 | 180 |
| P-K | 0,54 | 2,32 | 125 |
| P-L | 1,89 | 4,72 | 400 |
| P-M | 1,15 | 2,88 | 400 |
| P-N | 1,29 | 8,6 | 150 |
| P-O | 0,79 | 3,95 | 200 |
| ŚREDNIA | 1,69 | 6,73 | |

4. Wyniki optymalizacji jogurtów

Dla kryterium K7, K8, K9, K11, K12, K13 wyznaczono skalę oceny 0/1. Gdzie ocena 0 oznaczała występowanie tych składników, a ocena 1 oznaczała braku tych składników w składzie jogurtów. Dla kryterium K10 – 0 oznaczało brak bakterii probiotycznych w składzie, natomiast 1 oznaczało występowanie bakterii probiodycznych w jogurtach. Pozostałe kryteria tj. K1, K2, K3, K4, K5, K6, K14 oceniano w skali od 1 do 5, gdzie 5 oznaczało w przypadku K1, K14 największą zawartość tych składników, w przypadku K2, K3, K4, K5, K6 najmniejsze wartości. Natomiast 1 w przypadku K1 i K14, gdy jogurty zawierały najmniejsze ilości tych składników, w przypadku pozostałych największe wartości. W przypadku wystąpienia braku danych w zawartości wapnia została przypisana ocena 1.

W Tab. 3. przedstawiono ocenę ważności kryteriów, których suma następnie jest mnożona razy ocenę daną produktowi za te kryterium. Suma punktacji zawartości białka wyniosła 9,2, zawartości tłuszczu 8, cukru 7,65, suma oceny ważności ceny za kg wyniosła 8,05, zawartość soli 7,05, kwasów tłuszczowych nasyconych 5,15, braku występowania mleka w proszku i białka mleka wyniosły 4,05, a śmietanki 5,15. Suma oceny występowania bakterii probiotycznych wyniosła 8,6, suma oceny braku występowania skrobi modyfikowanej i substancji zagęszczających wyniosła 4,5, suma oceny braku syropu glukozowo-fruktozowego lub oligofruktozowego wyniosła 6,3, natomiast suma oceny zawartości wapnia wyniosła 8,75.

Najwyżej ocenianymi kryteriami były: K1- zawartość białka w jogurtach, K14- zawartość wapnia, K10- występowanie bakterii probiotycznych w jogurtach, K4- cena jogurtu za kg oraz K2- zawartość tłuszczu w jogurtach.

Produkt idealny posiadał 306,4 punktów co odpowiadało 100%. Najbliższy wyznaczonemu produktowi idealnemu był produkt C z ilością 206,6 punktów i 67,43 %. Najbardziej odległy od wyznaczonego jogurtu idealnego był produkt G z ilością 133 punktów i 43,41%. Średnia punktów badanych produktów wyniosła 180,21±21,12. Średnia procentowa wartość wyniosła 58,81±0,07%.

10 na 15 jogurtów uzyskało powyżej 60% możliwych do uzyskania punktów. Były to produkty: A, B, C, D, H, I, J, K, M i O. 2 na 15 jogurtów uzyskało mniej niż 50% możliwych do uzyskania punktów, były to produkty: G i L.

5. Dyskusja

W badaniach przeprowadzonych przez Centrum Badania Opinii Społecznych konsumentów rzadziej sprawdzają skład produktów niż datę ważności. 29% badanych przyznało, że nigdy nie

sprawdza składów produktów, 31% robi to czasami, a 40% zazwyczaj je sprawdza. Pomimo tego w ostatnich latach wzrosła liczba osób, które zwracają uwagę na to co zawierają produkty przez nich kupowane. (Feliksiak 2014) Spośród mlecznych napojów fermentowanych najbardziej znane były jogurty (97%). Największy wpływ na wybór produktu miał smak (24% wskazań), marka (23%) oraz cena (18%). Mniejsze znaczenie miała jakość (9%), obniżona zawartość tłuszczu (6%), termin przydatności do spożycia (5%) oraz wartość odżywcza (5%) (Nowak i in. 2007). Badania wykazały, że aż 83,8% respondentów z Polski południowo-wschodniej interesowało się informacjami zamieszczonymi na opakowaniach mlecznych produktów. W szczególności dotyczyło to terminu przydatności do spożycia, zawartości składników odżywczych oraz zawartości tłuszczu (Świda i Kuliński 2002).

Z badań na temat spożycia jogurtów przez Polaków w 2006 i 2012 roku wynikało, że codzienne spożycie wzrosło z 0,3 do 10,7%, spożycia 2-3 razy w tygodniu, również wzrosło z 11,5 do 27,7%, raz w tygodniu zmalało z 36,4 do 24,6%, 2-3 razy w miesiącu zmalało z 12,4 do 11,6%, liczba ankietowanych, którzy rzadziej spożywają jogurty także spadła z 14,9 do 5,3%, jak również liczba osób, które wcale nie jedzą jogurtów z 24,5 do 20,1% (Zuba-Ciszewska i Zuba 2014).

72% dziewcząt i 64% chłopców w wieku 11-14lat spożywało jogurty. Wysokim spożyciem charakteryzowały się wśród ankietowanych jogurty smakowe, bo aż 84% dziewczynek i 96% chłopców spożywało je (Zaręba i in. 2009). W badaniach wśród gimnazjalistów, że produktami najbardziej preferowanymi były owocowe mleczne napoje fermentowane (średnia 4,12) (Jeżewska-Zychowicz 2004). Analogiczne wyniki uzyskały Mojka i Biel, gdzie studenci z jogurtów najczęściej wybierali owocowy (średnia $3,6 \pm 0,87$), następnie pitny (średnia $3,3 \pm 0,92$) i na końcu, naturalny (średnia $3,0 \pm 1,10$) (Mojka i Biel 2012). W kolejnych badaniach ankietowych przeprowadzonych wśród studentów I i III roku studiów na kierunku Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka wykazała, że tylko 6,5% wśród ankietowanych nie znało jogurtu probiotycznego oraz 35,6% informowało o częstszym spożyciu jogurtów probiotycznych (Jeżewska-Zychowicz, 2008). Natomiast w innych badaniach wykazano, że aż 70% dzieci w wieku 11-14 lat nie znało terminu „probiotyk” (Zaręba i in. 2009).

Według tabel wartości odżywczych wartość energetyczna jogurtu naturalnego wynosi 60 kcal co nie koreluje z badaniami własnymi, które wykazały, że średnia wartość energetyczna w jogurtach naturalnych wyniosła $74 \pm 24,19$ kcal. Analogicznie wyglądała średnia zawartość białka, która w badaniach własnych wyniosła $4,27 \pm 0,58$ g, a w tabelach wartości odżywczej liczy ona 4,3g. Zawartość tłuszczu była wyższa aniżeli w tabelach, gdzie wynosiła 2g, a w przeprowadzonych badaniach $3,89 \pm 2,91$ g. To samo dotyczyło średniej ilości kwasów nasyconych, które w analizowanych jogurtach naturalnych osiągnęły średnią wartość $2,49 \pm 1,85$ g, w tabeli wartości odżywczej ich wartość wynosi 1,19g. Odwrotnie było w przypadku zawartości węglowodanów, które w tabeli wartości odżywczej były wyższe (6,2g), niż w badaniach własnych ($5,37 \pm 0,59$ g). Jednakże średnia ilość cukru w przeprowadzonych badaniach była znacznie wyższa, gdyż wynosiła $4,87 \pm 0,96$ g, a w tabelach wartości odżywczej. wynosiła zaledwie 1g. Zawartość soli w badanych produktach ($0,13 \pm 0,03$ g) koreluje z jej ilością w tabelach wartości odżywczej (0,06g). W przeanalizowanych etykietach jogurtów naturalnych średnia zawartość wapnia ($146,8 \pm 25,19$ mg) była znacznie niższa, niż w tabelach wartości odżywczej (170mg) (Kunachowicz i in. 2012).

6. Wnioski

- a) Większość producentów wszystkich przeanalizowanych jogurtów nie zamieszcza na etykietach produktów spożywczych informacji o zawartości wapnia.
- b) Pośród przebadanych jogurtów, jogurt naturalny najlepiej oceniony był ponad 3 krotnie droższy niż średnia cena wszystkich badanych jogurtów.
- c) Idealny jogurt w swoim składzie powinien zawierać: mleko oraz żywe kultury bakterii.

7. Literatura

Ameljańczyk A (1984) Optymalizacja wielokryterialna w problemach sterowania i zarządzania. Zakład Narodowy im. Ossolińskich.

- Chwojnowska Z, Charzewska J, Wajszczyk B (2013) Rola jogurtów w zachowaniu zdrowia. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm* 40(3): 147-165.
- Ciborowska H, Rudnicka A (2015) *Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka*. PZWL.
- Feliksiak M (2014) *Zachowania Żywieniowe Polaków*. CBOS; 115.
- Jarosz M (2017) *Normy żywienia dla populacji Polski*. IŻŻ.
- Jeżewska-Zychowicz M (2008) Zainteresowanie żywnością funkcjonalną w grupie młodych konsumentów i jego uwarunkowania na przykładzie wybranych produktów żywnościowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 41(3): 238-242.
- Jeżewska-Zychowicz M (2004) Wpływ preferencji na konsumpcję mleka i przetworów mlecznych wśród młodzieży w wieku 13-15 lat. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* 3(2):171-182.
- Kudełka W (2005) Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych w Unii Europejskiej oraz w Polsce. *Zeszyty Naukowe* 678:149-160.
- Kunachowicz H, Nadolna I, Iwanow K i in. (2012) Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. PZWL.
- Lisko DJ, Johnston GP, Johnston CG (2017) Effects of Dietary Yogurt on the Healthy Human Gastrointestinal Microbiome. *Microorganisms* 5(1):6.
- Mojka K, Biel W (2012) Czynniki wpływające na wybór mlecznych napojów fermentowanych przez młodzież akademicką- doniesienie wstępne. *Hygeia Public Health* 47(3): 371-377.
- Nowak M, Trziszka T, Szołtysik M (2007) Preferencje Konsumentów Mlecznych Napojów Fermentowanych. *Żywność Nauka-Technologia-Jakość* 1(50):77-83.
- Procner A (1981) *Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem cz.1*. WSiP; Rozdz. XI p 2.
- Świda J, Kuliński A (2002) Opakowania produktów mleczarskich w opinii konsumentów. *Żywność Nauka-Technologia-Jakość* 3(32):112-122.
- Zaręba D, Ziarno M, Hauzer A. (2009) Postawa młodych konsumentów wobec produktów mlecznych i probiotyków. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna* 42(3):954-958.
- Zuba-Ciszewska M, Zuba J (2012) Częstotliwość spożycia i miejsce zakupu wybranych produktów mleczarskich przez polskich konsumentów w lata 2006 i 2012. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu* 16(1):263-269.

4. Jogurty – charakterystyka produktu spożywczego

Yoghurts - characteristics of food product

Agnieszka Białek-Dratwa⁽¹⁾, Joanna Nieć⁽¹⁾, Anna Gut⁽²⁾, Gabriela Wanat⁽⁴⁾, Wiktoria Staśkiewicz⁽³⁾, Sylwia Jaruga-Sękowska⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Zakład Żywienia Człowieka, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽³⁾ Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁴⁾ Zakład Promocji Zdrowia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Agnieszka Białek-Dratwa: abialek@sum.edu.pl

Słowa kluczowe: dieta, zasady zdrowego żywienia, żywienie, fermentowane produkty mleczne

Streszczenie

Mleczne napoje fermentowane powinny być stałym elementem codziennej diety, według zasad prawidłowego żywienia, w najnowszej piramidzie żywieniowej znajdują się na 4 miejscu zaraz po produktach zbożowych. Każdego dnia dorosły Polak powinien wypijać 2 szklanki mleka, które między innymi można wymienić na fermentowane produkty mleczne takie jak jogurt, kefir lub maślanka.

Celem pracy był przegląd aktualnego piśmiennictwa polskiego i anglojęzycznego dotyczącego charakterystyki jogurtów jako produktu spożywczego oraz ich wykorzystanie w codziennym żywieniu.

W diecie typowej dla ludzi mieszkających na zachodzie, produkty mleczne (takie jak mleko, ser i jogurt) dostarczają w większości wapń, który jest wysoce biodostępny. Ogólnie jogurty można sklasyfikować na naturalne i owocowe jak również płynne i gęste. Płynne jogurty otrzymuje się z mleka niezagęszczonego, a gęste zagęszczane są przed zaszczepieniem bakteriami. Naturalne jogurty są przygotowywane z mleka oraz posiadają lekko kwaśny smak. Do owocowych jogurtów często jest dodawany cukier i barwniki oraz czasami mogą wystąpić tam owoce.

Według tabel wartości odżywczych Kunachowicz H. wartość energetyczna jogurtu naturalnego wynosi 60 kcal na 100 g produktu. Zawartość białka wynosi 4,3g na 100g produktu, zawartość tłuszczu wynosi 2g na 100 g produktu, zawartość węglowodanów wynosi 6,2 g na 100 g produktu, zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych 1,19 g.

1. Wstęp

Mleczne napoje fermentowane są asortymentem artykułów mleczarskich, których produkcja i konsumpcja na polskim rynku w ostatnich latach wzrastała bardzo dynamicznie. Jednakże, jak wskazują dane statystyczne, w ostatnich latach można mówić poniekąd o spadku niż wzroście spożycia. Dane statystyczne zebrane przez Główny Urząd Statystyczny wskazują na spadek przeciętnego miesięcznego spożycia jogurtów w Polsce tj. w 2011 r. przeciętne miesięczne spożycie jogurtów wyniosło 0,54kg/1 osobę, w 2012r. 0,52kg/1 osobę, w 2013r. 0,51kg/1 osobę, a w 2014r. 0,50kg/1 osobę. Liczba producentów tych przetworów stale wzrasta, a oferowany asortyment jest ciągle uatrakcyjniany, aczkolwiek nie jest on tak szeroki jak w innych krajach na terenie Unii Europejskiej (Kudełka 2005; GUS 2011-20014).

Mleczne napoje fermentowane są produkowane z normalizowanego lub odtłuszczonego pasteryzowanego mleka, które zostało poddane fermentacji przez swoiste drobnoustroje. Różnią się one od świeżego mleka pod względem m.in. składu chemicznego, właściwości fizykochemicznych, smaku i zapachu. Charakteryzują się też wyższą przyswajalnością białka i tłuszczu oraz większą ilością witamin w składzie (Kudełka 2005; Procter 1981).

Znajdujące się w nich bakterie odpowiedzialne za fermentację wykazują właściwości lecznicze. Osiedlają się w przewodzie pokarmowym przez co hamują rozwój bakterii gnilnych oraz chorobotwórczych, dzięki czemu obniżają ryzyko występowania nowotworów jelita jak i pojawieniu się reakcji alergicznych na mleko. U ludzi w podeszłym wieku regulują pracę układu trawiennego oraz obniżają poziom cholesterolu we krwi. Fermentowane produkty mleczne wzmacniają ale również pobudzają system odpornościowy, stanowią też ważny element w leczeniu jak i w zapobieganiu osteoporozy. Leczniczo oddziałują również na układ sercowo-naczyniowy oraz przewód pokarmowy dzięki znacznej ilości tzw. peptydów czynnościowych. Zatem mleczne napoje fermentowane powinny być stałym elementem codziennej diety, według zasad prawidłowego żywienia, w najnowszej piramidzie żywieniowej znajdują się na 4 miejscu zaraz po produktach zbożowych. Każdego dnia dorosły Polak powinien wypijać 2 szklanki mleka, które między innymi można wymienić na fermentowane produkty mleczne takie jak jogurt, kefir lub maślanka (Kudęłka 2005; Jarosz 2017).

Jednym z takich produktów jest właśnie jogurt, jego nazwa pochodzi z języka tureckiego „ya-urt” co oznacza w dosłownym tłumaczeniu „kwaśne mleko”. Jogurt tradycyjny za pomocą fermentacji mlekowej produkowany jest z pasteryzowanego mleka. Dodawane są podczas tego procesu bakterie *Lactobacillus bulgaricus* oraz *Streptococcus thermophilus*, w temperaturze 40-50°C, trwa przez 4-5 godzin. Ich dawka powinna być nie mniejsza od 10^8 jtk. W wypadku jogurtów nowej generacji dołączane są szczepy *Lactobacillus acidophilus*, a także *Bifidobacterium* (Mojka 2013; Steinka 2011).

Bakterie umieszczone w jogurtach rozkładają laktozę na lepiej wchłanianą formę kwasu mlekowego dla osób nietolerujących laktozę. Możliwe jest również wytwarzanie jogurtu z mleka pełnego, częściowo odtuszczonego mleka, odtuszczonego mleka, pełnego mleka w proszku jak i odtuszczonego mleka w proszku oraz z dodatkiem proszku serwatkowego zagęszczonego mleka, białek serwatkowych i spożywczej kazeiny, kazeinianów, białek mleka, śmietanki poza tym masła, maślanego oleju czy maślanki. Można otrzymać wiele rodzajów jogurtów stosując różną technologię oraz dodatki (Mojka 2013).

Ogólnie jogurty można sklasyfikować na naturalne i owocowe jak również płynne i gęste. Naturalne jogurty są przygotowywane z mleka oraz posiadają lekko kwaśny smak. Do owocowych jogurtów często jest dodawany cukier i barwniki oraz czasami mogą wystąpić tam owoce. Wzbogacane mogą być również dodatkiem orzechów, zbóż lub rodzynek. Jogurty smakowe produkuje się z mleka normalizowanego. Istotą jest wprowadzenie do jogurtów dodatków smakowych, którymi najczęściej są owoce i jagody, w postaci przerobionej lub czystej, oraz substancje aromatyzujące. Jogurt może być także barwiony i słodzony. Dodatki smakowe wprowadza się po ukwaszeniu i schłodzeniu jogurtu do temperatury 5 - 8°C. Jako dodatki do jogurtu można stosować: etylowanilinę, karmel, ekstrakt kawowy, kakao naturalne, przyprawy owocowe (Mojka 2013).

Tymczasem płynne jogurty otrzymuje się z mleka niezagęszczonego, a gęste zagęszczane są przed zaszczepieniem bakteriami. Gęste jogurty są wartościowsze od płynnych, ponieważ mniej jest w nich wody, a więcej odżywczych składników. Mogą posiadać „śmietankową” teksturę przez zwiększenie zawartości suchej masy poprzez odparowanie, dodatek mleka w proszku albo ultrafiltrację (Kudęłka 2005; Mojka 2013).

Skład chemiczny jogurtu i postać składników wpływa na jego dużą wartość odżywczą, która umożliwia jak najlepsze trawienie, wchłanianie oraz przyswajanie. W jogurcie zawartość składników pokarmowych powiązana jest ze składem odżywczym mleka, z którego jest wytwarzany. Mleczne produkty uważa się za doskonałe źródło białka wysokiej jakości, wapnia, fosforu, potasu, magnezu, cynku oraz witamin z grupy B takich jak: ryboflawina, niacyna, a także witaminy B₆ i B₁₂ (Mojka 2013). Według Zasad Zdrowego Żywienia związanych z Piramidą Zdrowego Żywienia i Aktywności Fizycznej powinno się spożywać codziennie minimum 2 szklanki mleka, które można zastąpić jogurtem, kefirem lub częściowo serem (Jarosz 2017).

2. Opis zagadnienia

Celem pracy był przegląd aktualnego piśmiennictwa polskiego i angielskiego dotyczącego charakterystyki jogurtów jako produktu spożywczego oraz ich wykorzystanie w codziennym żywieniu.

3. Przegląd literatury

3.1 Zawartość białka w jogurtach

W jogurcie zawartość białka jest na ogół wyższa aniżeli w przypadku mleka, ze względu na dodanie mleka beztłuszczowego w trakcie przetwarzania oraz zagęszczania, które zwiększa w produkcie końcowym zawartość białka. Chwojnowska i wsp. stwierdzili, że białko z jogurtu jest trawione łatwiej niż białko z mleka, z uwagi na wstępne bakteryjne trawienie białka mleka. Stwierdzenie to jest poparte dowodami o wyższym poziomie wolnych aminokwasów, w szczególności proliny oraz glicyny w jogurcie aniżeli w mleku. Poziom aminokwasów w jogurcie określa się jako 4-5-krotnie wyższy niż w mleku. Ponadto białko znajdujące się w jogurcie jest 2-3-krotnie szybciej rozkładane przez organizm człowieka niż przykładowo białko w kefirze. Dostrzega się więc zwiększenie strawności białka w następstwie nadtrawienia białek mleka i wzrost ilości wolnych aminokwasów (Chwojnowska i in. 2013).

Zawartość białka w jogurtach naturalnych 2% wynosi 4,3g na 100g produktu, w jogurtach owocowych 3,7-4,2g. (Kunachowicz i in. 2012).

3.2 Zawartość tłuszczów w jogurtach

Komitet FAO średnią zawartość tłuszczu w jogurcie ustalił na poziomie 3,0% i 0,5 %, natomiast Polska Norma nie normalizuje zawartości tłuszczu w jogurcie. W jogurtach na skład poszczególnych składników odżywczych, należy też podkreślić zawartość w nich tłuszczu. Najmniejszą wartością energetyczną charakteryzują się jogurty o najmniejszej zawartości tłuszczu. Największą ilość tłuszczu zawierają jogurty śmietankowe lub z różnymi dodatkami (np. z czekoladą) tj. 8% tłuszczu., odznacza je również zwiększona ilość cholesterolu (Mojka 2013; FAO/WHO 1997; Jurczak 1990; Ziajka 1999).

Zawartość tłuszczu w jogurtach naturalnych 2% wynosi 2,0g na 100g produktu, w jogurtach owocowych 1,5g/100g produktu. Natomiast zawartość kwasów tłuszczowych nasyconych w jogurtach naturalnych wynosi 1,19 g, w owocowych 0,88-0,92g/100 g produktu. Zawartość cholesterolu wynosi w jogurtach naturalnych 8 mg/100 g produktu w owocowych 6-7 mg /100 g produktu (Kunachowicz i in. 2012).

3.3 Zawartość węglowodanów w jogurtach

Laktoza jest cukrem mlecznym złożonym z cząsteczek D-glukozy i D-galaktozy. Występuje w mleku wszystkich ssaków, np. mleko krowie zawiera jej około 7%, a mleko krowie około 4%. Jest mniej słodka od sacharozy, rozpuszczalna w wodzie, ma właściwości redukujące. Metabolizowana jest przez bakterie *Lactobacillus casei* do kwasu mlekowego, który powoduje kwaśnienie mleka. Może pojawić się w moczu w czasie ciąży. Niedobór enzymu laktazy wywołuje zaburzenia wchłaniania laktozy objawiające się wzdęciami i biegunką (Ciborowska i Rudnicka 2015).

Niezdolność lub ograniczona zdolność do syntezy w jelicie cienkim enzymu laktazy odpowiedzialnego za trawienie laktozy jest przyczyną zaburzeń jelitowych zwanych jako nietolerancja laktozy. Wyróżnia się głównie cztery typy nietolerancji laktozy: pierwotny, wtórny, wrodzony i rozwojowy. Pierwotny (hipolaktazja typu dorosłych) jest najczęściej występującym rodzajem nietolerancji laktozy. Charakteryzuje się postępującym wraz z wiekiem zmniejszeniem aktywności laktazy i jest dziedziczona autosomalnie recesywnie. Wtórna nietolerancja jest spowodowana częściową, rzadziej całkowitą utratą aktywności laktazy na skutek chorób prowadzących do uszkodzenia błony śluzowej jelita cienkiego albo zmniejszenia jego powierzchni, m.in.: choroba Leśniowskiego-Crohna, zespołu krótkiego jelita, celiakii oraz infekcji bakteryjnych i pasożytniczych. Wrodzona nietolerancja występuje bardzo rzadko, a jego symptomy można zaobserwować bezpośrednio po urodzeniu dziecka. Natomiast rozwojowa nietolerancja laktozy

wynika z niedojrzałości błony śluzowej jelita cienkiego i występuje u wcześniaków urodzonych przed 34 tygodniem ciąży (Chwojnowska i in. 2013; Fidler i Walkowiak 2009; Grzegorzczak 2010).

Osoby z nietolerancją laktozy lepiej tolerują mleczne produkty fermentowane niż produkty niefermentowane. Przed fermentacją stężenie laktozy w jogurcie wynosi około 6%. Jedną ze znaczących zmian, która zachodzi podczas fermentacji, jest redukcja zawartości laktozy o 20-30%. Zostaje ona rozłożona przez laktazę, produkowaną przez mikroflorę bakteryjną. Ta funkcja przyczynia się do lepszej tolerancji laktozy w jogurcie niż laktozy w mleku przez osoby o upośledzonym jej trawieniu. Ostatecznie zmiana zawartości laktozy może nie być aż tak znacząca, kiedy jako dodatek do jogurtu zastosowane zostanie mleko w proszku. Jednakże ta sama ilość laktozy znajdująca się w jogurcie jest lepiej tolerowana niż w mleku. Bakterie wchodzące w skład mikroflory jogurtu, np. *Lactobacillus bulgaricus* lub *Streptococcus thermophilus*, produkując własną laktazę zwiększają pulę jej aktywności w jelicie, dzięki czemu wspomagają proces trawienia laktozy. Dlatego też polecane są produkty zawierające żywe kultury bakterii. Ogrzewanie jogurtu zmniejsza istotnie aktywność laktazy, tym samym wskazuje to że jogurty poddane obróbce termicznej są mniej korzystne dla osób z nietolerancją laktozy (Chwojnowska i in. 2013; Fidler i Walkowiak 2009).

Zawartość węglowodanów w jogurtach naturalnych wynosi 6,2 na 100g produktu, w jogurtach owocowych 8,2-10,4g na 100g produktu (Kunachowicz i in. 2012).

3.4 Składniki mineralne

Jogurt jest źródłem białka, a także jest fenomenalnym źródłem wapnia oraz fosforu. Zawartość składników mineralnych – zawartość wapnia wahała się w granicach od 88 do 184 mg w 100 g, fosforu 64-145 mg, potasu 109-236 mg, magnezu 9-19 mg, cynku 0,24-0,55 mg.

Największą wartością odżywczą charakteryzuje się jogurt naturalny 4,5% tłuszczu, a najmniejszą jogurt śmietankowy truskawkowy 8% tłuszczu. Poziom witamin jest zróżnicowany pod względem ilości tłuszczu, recepturowego składu oraz zawartości owoców bądź zbóż (Mojka 2013; Martinez 2007).

Wapń jest dla układu kostnego podstawowym składnikiem. U dorosłych osób występuje w ilościach 1000-1200g, tj. około 1,5% masy ciała, z czego 99% zlokalizowane jest w strukturalnych elementach kości, zębów, paznokci – głównie pod postacią fosforanów oraz węglanów wapnia (Ciborowska i Rudnicka 2015). Poza układem szkieletowym, wapń udział bierze w przewodnictwie bodźców nerwowych, aktywacji niektórych enzymów, kurczliwości mięśni oraz uczestniczy w krzepnięciu krwi. Jest również niezbędny do prawidłowej pracy serca oraz układu naczyniowego. Ogranicza również przepuszczalność błon komórkowych, a także jest znaczący w obniżaniu ciśnienia krwi (Jarosz 2017). Podczas dostatecznej podaży tego pierwiastka oraz witaminy D, która ułatwia przyswajanie wapnia z diety, bilans dodatni utrzymuje się do około 25. 30. roku życia, gdy kości uzyskują swoją szczytową masę i gęstość. Niedostateczna podaż wapnia w żywieniu małych dzieci lub jego niedostateczne przyswojenie spowodowane niedoborem witaminy D prowadzi do krzywicy. U osób starszych te niedobory, a w szczególności połączone z nadmiernym wydalaniem wapnia z moczem, prowadzi na początku do osteopenii, czyli do znacznie obniżonej gęstości kości. Późniejszy spadek gęstości kości skutkuje ich porowatością, zwaną inaczej zrzesotnieniem lub osteoporozą, która jest przyczyną trudno leczących się złamań. Dlatego też codzienna dieta powinna dostarczać potrzebną ilość wapnia (Jarosz, 2017; Chwojnowska i in. 2013; Bowen i in. 2004).

W diecie typowej dla ludzi mieszkających na zachodzie, produkty mleczne (takie jak mleko, ser i jogurt) dostarczają w większości wapń, który jest wysoce biodostępny. Wapń wchłaniany jest w jelicie cienkim, na skutek zawartości takich składników, jak białko, witamina D oraz laktoza. Tworzenie i mineralizacja kości jest jedną z najistotniejszych funkcji wapnia. Zapotrzebowanie na wapń wzrasta podczas wzrostu, ciąży oraz laktacji. Niestety przeciętne spożycie pośród kobiet w wieku rozrodczym ciągle jest mniejsze niż zalecenia, u osób dorosłych waha się ono pomiędzy 600 a 700 mg/dzień. Podobnie jest również ze spożyciem pośród dzieci oraz młodzieży, u chłopców wynosi 850 mg/dzień, a u dziewcząt 690 mg/dzień. Zatem stanowi to 60% zalecanego dziennego spożycia (Chwojnowska i in. 2013; Szeleszczuk i Kuras 2014).

Niskie pH jogurtu powoduje, że wapń występuje w postaci zjonizowanej, a tym samym ułatwia pobieranie wapnia z jelit. Niższe pH również może redukować hamujące działanie kwasu

fitynowego na absorpcję wapnia z diety, czyli jego biodostępność. Wysoka biodostępność wapnia w mlecznych napojów fermentowanych wynika z optymalnego stosunku wagowego wapnia do fosforu (1,3:1), obecności innych składników zwiększających przyswajalność wapnia (m.in. witamina D w produktach zawierających tłuszcz, laktoza w produktach płynnych) oraz nieobecności składników, które utrudniają przyswajalność. Przez to przyswajalność tego pierwiastka z mlecznych napojów fermentowanych, mleka i serów wynosi około 30%, natomiast dla wielu produktów roślinnych, wliczając zbożowe, nie przekracza ona 10% (Chwojnowska i in. 2013; Adolffsson i in. 2004).

3.5 Probiotyki w jogurtach

Termin probiotyki pochodzi z greckiego: „pro bios”, co oznacza „dla życia”. Probiotyki są żywymi drobnoustrojami, które (podawane w odpowiednich ilościach) wywierają korzystny wpływ na zdrowie człowieka. To mikroorganizmy, głównie bakterie kwasu mlekowego, które mogą zasiedlić różne środowiska, w tym także człowieka. Probiotyk w swoim składzie może mieć pojedyncze szczepy bakterii kwasu mlekowego, szczepy drożdży, kultury pleśni lub bakterie kwasu mlekowego łącznie z wyselekcjonowanymi szczepami drożdżowymi. Pozytywnie wpływają na czas pasażu jelitowego oraz zapewniają właściwy rozwój mikroflory, która zasiedla organizm (Mojka 2014; Jach i in. 2013; Łoś-Rycharksa 2014; Kaźmierska 2014).

Działanie probiotyczne wykazują głównie bakterie z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* z grupy bakterii kwasu mlekowego, których wspólną cechą jest mianowicie zdolność do beztlenowego rozkładu węglowodanów na drodze fermentacji mlekowej. Ale stosuje się również drożdże *Saccharomyces cerevisiae* ssp. *boulardii*, a także niektóre gatunki *Escherichia* oraz *Bacillus*. Szczepy probiotyczne muszą pochodzić z mikrobiomu człowieka, mieć ściśle określoną przynależność rodzajową oraz gatunkową, nie mogą wykazywać działania patogenego, inwazyjnego, jak i karcinogenego, muszą posiadać oporność na działanie soku żołądkowego oraz kwasów żółciowych po podaniu doustnym. Pożądane jest aby probiotyk wykazywał antagonistyczną aktywność wobec typowych patogenów przewodu pokarmowego lub układu moczowego, posiadał zdolność przytwierdzenia się do powierzchni oraz kolonizacji jelita grubego, miał stabilność genetyczną oraz wytwarzał substancje antybakteryjne. Probiotyki mają pozytywny wpływ na perystaltykę, sekrecję mucyny, utrzymanie ciągłości błony śluzowej w przewodzie pokarmowym. Mucyna jest głównym składnikiem śluzów, dzięki swojej śluzowatej i lepkiej konsystencji chroni błonę śluzową przed urazami mechanicznymi oraz uszkodzeniami, które mogą wywołać enzymy trawienne. Blokują również dostęp bakterii oraz wytwarzanych przez nie trucizn do błon śluzowych. Probiotyki sprzyjają regeneracji nabłonka jelitowego m.in. przez syntezę krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych oraz poliamin, jak też wpływ na dojrzewanie komórek. Biorą udział w wytwarzaniu witamin z grupy B, K oraz witaminy PP. Pobudzają fagocytozę i syntezę przeciwciał, zwiększają wytwarzanie cytokin przeciwzapalnych oraz hamują produkcję prozapalnych (Mojka 2014; Jach i in. 2013; Łoś-Rycharksa 2014).

Zapobiegają niedoborom hormonów, w pokarmie neutralizują część toksyn, produkują metabolity, które są zdolne do hamowania działania bakteryjnych toksyn oraz inhibitory łagodzące i zmniejszające nasilenia biegunek, działają profilaktycznie w zapaleniach układu moczowo-płciowego, przeciwdziałają zaparciom i osteoporozie, obniżają zawartość złych frakcji cholesterolu we krwi. Obniżają pH treści grubego jelita, przez produkcję metabolitów, takich jak kwasy: mlekowy, octowy, mrówkowy czy propionowy. Probiotyki mogą korzystnie oddziaływać w schorzeniach, takich jak: cukrzyca, nowotwory, choroby serca, miażdżyca, nadciśnienie tętnicze, a nawet zakażenia wirusem HIV. Jednakże by zaobserwować ich pozytywne działanie nie wystarczy ich jednorazowe spożycie. Ich konsumpcję zaleca się przez dłuższy czas, by liczba korzystnej mikroflory utrzymywała się ciągle na wysokim poziomie (Mojka 2014; Baczyńska i in. 2013).

Bakterie probiotyczne dodawane są do różnych artykułów spożywczych. Znaleźć je można głównie w sfermentowanych produktach mlecznych, kiszonych warzywach i owocach, ciastach na zakwasie, fermentowanych kiełbasach, kapuście kiszonej, winie, piwie oraz w kiszonych spożywczych. Dzięki nim produkty zyskują specyficzny zapach i smak, jak również chronią je przed

rozwojem mikroorganizmów, które są szkodliwe dla człowieka. Można je także znaleźć w preparatach farmaceutycznych (Mojka 2014).

Jogurt aby nazwać jogurtem probiotycznym należy oprócz bakterii potrzebnych do jego produkcji tj. m.in. *Lactobacillus bulgaricus* czy *Streptococcus thermophilus* dodać konkretne szczepy bakterii, które mają udowodnione działanie prozdrowotne tj. np. *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Lactobacillus casei* LC-1, *Bifidobacterium lactis* BB-12, *Bifidobacterium lactis* DN-173010 (nazwa marketingowa to *Actiregularis*) (Steinka 2011). Minimalna liczba szczepów probiotycznych dodawanych do żywności wynosi 10^5 - 10^6 komórek bakteryjnych na 1 ml lub 1 g produktu do końca terminu przydatności do spożycia. Jednakże dla uzyskania widocznych następstw zdrowotnych potrzebne jest codzienne spożycie ok. 10^8 - 10^9 komórek probiotyków (Kaźmierska 2014).

4. Podsumowanie i wnioski

- a) Wybierając jogurty zarówno naturalne jak i te owocowe należy kierować się składem produktu. Jogurt naturalny powinien składać się z mleka oraz z żywych kultur bakterii, natomiast jogurt owocowy powinien być wzbogacony wsad owocowy.
- b) Jogurty naturalne mogą być spożywane przez prawie każdą grupę wiekową: dzieci od 1 r.ż., dzieci przedszkolne, dzieci szkolne, młodzież, dorosłych, a także przez seniorów. Jogurty owocowo również mogą być spożywane przez te grupy wiekowe pod warunkiem, iż w swoim składzie nie zawierają syropu glukozowo-fruktozowego, cukru, syropu kukurydzianego, słodu.
- c) W dietetyce klinicznej zastosowanie jogurtów jest szerokie, mogą być stosowane w dietach o charakterze diety łatwo strawnej, w dietach papkowatych, o zmienionej konsystencji, jak również w dietach ubogoenergetycznych, bogatobiałkowych, w żywieniu w osteoporozie, cukrzycy, w zaparciach zwłaszcza jeśli jogurty są wzbogacone probiotycznymi szczepami bakterii.

5. Literatura

- Adolfsson O, Meydanin SN, Russell RM (2004) Yogurt and gut function. *Am J Clin Nutr* 80: 245-256.
- Baczyńska R, Śliżewska K, Libudzisz Z i in. (2013) Rola mikrobioty jelit w utrzymaniu prawidłowej masy ciała. *Standardy Medyczne Pediatria* 10(1): 55-62.
- Bowen J, Noakes M, Clifton PM (2004) A High Dairy Protein, High-Calcium Diet Minimizes Bone Turnover in Overweight Adults during Weight Loss. *J Nutr* 134: 568-573.
- Chwojnowska Z, Charzewska J, Wajszczyk B (2013) Rola jogurtów w zachowaniu zdrowia. *Żywnie Człowieka i Metabolizm* 40(3): 147-165.
- Ciborowska H (2015) *Dietetyka Żywnie Zdrowego i Chorego Człowieka*. PZWL.
- Drewniak E, Drewniak T (1997) *Mikrobiologia Żywności*. WSiP.
- FAO/WHO (1997) *Codex Alimentarius Commission Annex Proposed Standard for Fermented Milks: (A11) CL – MMP*.
- Fidler E, Walkowiak J (2009) Nietolerancja laktozy- podstawowe zalecenia żywieniowe. *Pediatria Polska* 84(6): 567-573.
- Gawęcki J (2012) *Żywnie Człowieka Podstawy Nauki o Żywieniu*. PWN.
- Grzegorzczak A (2010) Z cyklu napoje fermentowane – jogurt. *Aptekarz Polski*, 44(22).
- GUS (2012-2015) *Budżety Gospodarstw Domowych w 2011r.-2014 r.* Zakład Wydawnictw Statystycznych.
- Heyman MB (2006) Committee on Nutrition. Lactose intolerance in infants, children and adolescents. *Pediatrics* 118: 1279-1286.
- Jach M, Łoś R, Maj M i in (2013). Probiotyki – aspekty funkcjonalne i technologiczne. *Postępy Mikrobiologii* 52(2): 161-170.
- Jarosz M (2017) *Normy Żywnie dla Populacji Polskiej- nowelizacja*. IŻŻ.
- Jurczak M (1999) *Mleko – produkcja, badanie, przerób*. SGGW.
- Kaźmierska A (2014) Probiotyki – recepta na zdrowie? *Kosmos* 63, 3(304): 455-472.

- Kudelka W. (2005) Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych w Unii Europejskiej oraz w Polsce. Zeszyty Naukowe 678:149-160.
- Kunachowicz H, Nadolna I, Iwanow K i in. (2012) Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw. PZWL.
- Łoś-Rycharska E (2014) Probiotyki – wybrane doniesienia. Praktyka Lekarska 112: 36,38.
- Martinez J (2007) Amino acid uptake from a probiotic milk in lactose intolerant subjects. Br J Nutr 98(1): 101-104.
- Mojka K (2013) Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych. Problemy Higieny i Epidemiologii 94(4) :722-729 .
- Mojka K (2014) Probiotyki, prebiotyki i synbiotyki – charakterystyka i funkcje. Problemy Higieny i Epidemiologii 95(3): 541-549.
- Niedźwiedzka P, Deptuła W Produkty mleczne a odporność. Żywnienie Człowieka i Metabolizm 33(4): 309-317
- Procner A (1981) Technologia gastronomiczna z towaroznawstwem cz.1. WSiP; XI p 2.
- Steinka I (2011) Wybrane aspekty stosowania probiotyków. Ann Acad Med Gedan 41: 97–108.
- Szeleszczuk Ł, Kuras M (2014) Znaczenie wapnia w metabolizmie człowieka i czynniki wpływające na jego biodostępność w diecie. Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego WUM 3: 16-22.
- Ziajka S (2008) Mleczarstwo tom 1. WUWM.

5. Świadomość zagrożeń wynikających ze spożywania środków energetyzujących wśród studentów

Awareness of threats resulting from consuming energy drinks among students

Gacal Magdalena ⁽¹⁾, Pająk Monika ⁽²⁾

⁽¹⁾ Katedra Dietetyki, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Katedra Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Opiekun naukowy: dr hab. n. med. Oskar Kowalski

Gacal Magdalena: magdalena_gacal@vp.pl

Słowa kluczowe: świadomość, napoje energetyzujące, ryzyko zdrowotne

Key words: awareness, energy drinks, health risks

Streszczenie

Liczne badania wskazują, że produkty energetyzujące mogą być niebezpieczne dla zdrowia konsumentów. Stwarzają ryzyko nagłego podwyższenia ciśnienia tętniczego, napadów agresji, a nawet zawału serca lub udaru mózgu. Celem pracy było zbadanie świadomości zagrożeń dla zdrowia związanych ze stosowaniem środków energetyzujących wśród studentów. Badanie przeprowadzono wśród studentów Wydziału Zdrowia Publicznego Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach z wykorzystaniem autorskiego kwestionariusza ankiety. Kwestionariusz został wypełniony przez 100 studentów. 75% badanych stwierdziło, że spożywa bądź spożywało środki energetyzujące. Głównym źródłem czerpania wiedzy na temat środków energetyzujących wśród studentów jest Internet - 38%. Innymi źródłami, które wskazało 8% respondentów są zajęcia na uczelni oraz literatura, natomiast 13% ankietowanych nie jest zainteresowanych wiedzą na temat środków energetyzujących. Zdecydowana większość respondentów uważa, że środki energetyzujące mogą prowadzić do uzależnienia psychicznego. Otrzymane wyniki dowodzą świadomości studentów negatywnych skutków zdrowotnych wynikających ze spożywania środków energetyzujących, natomiast studenci posiadają niepełną wiedzę na temat definicji środka energetyzującego.

Abstract

Many studies indicate that energy products can be dangerous for the health of consumers. The energy drinks pose a risk of a sudden increase in blood pressure, aggression attacks or even a heart attack or stroke. The aim of the work was to examine the awareness of health risks associated with the use of energy drinks among students. The study was conducted among students of the Public Health Department of the Medical University of Silesia in Katowice using the author's questionnaire. The questionnaire was completed by 100 students. 75% of respondents stated that they are consuming or have been consumed energy drinks. The Internet is the main source of knowledge about energizing products among students - 38%. Other sources, which were indicated by 8% of respondents are classes of the university and literature, while 13% of respondents are not interested in knowledge about energizing products. The vast majority of respondents believe that energy products can lead to mental addiction. The results prove that students are aware of the negative health effects resulting from consuming energizing drinks, while the students have incomplete knowledge about the definition of an energizing product.

1. Wstęp

Środki energetyzujące po raz pierwszy zaistniały w Polsce w latach 90-tych XX wieku (Hoffmann i Świdorski 2008). Dotyczy to w szczególności napojów energetyzujących, które w szybkim tempie osiągnęły popularność wśród konsumentów (Garus-Pakowska 2015). Poza

napojami energetyzującymi można zaobserwować środki energetyzujące w innych formach produktu, na przykład: batony energetyczne, gumy do żucia z guaraną, energy drinki. Napoje energetyzujące powszechność zyskały dzięki swoim właściwościom pobudzającym oraz charakterystycznym walorom smakowym, a także działaniom marketingowym. Działania marketingowe nakierowane są głównie do osób młodych, nastoletnich, które sięgają po nie ze względu na towarzystwo oraz aktywny styl życia. Również często są polecane dla osób wykonujących pracę o wzmożonym wysiłku, zarówno fizycznym jak i umysłowym, na przykład: kierowcom, osobom o stanowiskach kierowniczych, pracownikom pracujących w nocy, także uczniom i studentom przygotowujących się do egzaminów oraz osobom uprawiających sport (Hoffmann i Świdorski 2008). Coraz częściej spotykanym zjawiskiem jest sięganie po drinki z dodatkiem napoju energetyzującego, dotyczy to szczególnie młodych osób. Ze względu na zawartość w składzie łatwo przyswajalnych węglowodanów i związków aktywnych biologicznie, na przykład kofeiny środek energetyzujący staje się niebezpieczny dla zdrowia człowieka. Szczególnie, gdy jest regularnie spożywany to może doprowadzić do uzależnienia i chorób metabolicznych (Cichocki 2012). Zadaniem napojów energetyzujących jest pobudzenie organizmu i zwiększenia jego efektywności w czasie wysiłku fizycznego i umysłowego. Charakterystycznymi składnikami środków energetyzujących są takie substancje jak: kofeina, guarana, tauryna, karnityna, inozytol, glukuronolakton (Hoffmann i Świdorski 2008). Niektóre produkty energetyzujące zawierają ekstrakty roślinne, na przykład: wyciąg z żeńszenia lub miłorzębu japońskiego (Garus-Pakowska 2015). Napoje energetyzujące mogą w swoim składzie zawierać witaminy z grupy B (Cichocki 2012). Zawarte w składzie kofeina i tauryna powodują poprawę funkcjonalności umysłu, koncentracji, wzmożenie refleksu (Hoffmann i Świdorski 2008). Dlatego też spożycie co najmniej dwóch napojów energetyzujących, na przykład przez pracownika pracującego na nocnej zmianie obniży jego senność, lecz regularne ich spożywanie może wpłynąć negatywnie na dzienny odpoczynek ze względu na skrócenie czasu snu oraz obniżenie jego efektywności. W przypadku sportowców napoje energetyzujące usprawniają wytrzymałość fizyczną, ponieważ spowalniają kurczliwość mięśnia sercowego podczas wysiłku. Interakcja alkoholu z napojem energetyzującym powoduje objawy, takie jak: odwodnienie, niweluje uczucie upojenia alkoholowego oraz zatrucia alkoholem, między innymi: senność, poza tym zmniejsza uczucie bólu głowy oraz osłabienia (Kopacz i in. 2012). Natomiast zaburzenia koordynacji ruchowej, a także spowolnienie reakcji wzrokowej pozostają niezmiennie (Hoffmann i Świdorski 2008); (Garus-Pakowska 2015). Nadużywanie spożywania środków energetyzujących powoduje ryzyko wystąpienia nudności, wymiotów, drgawek, nadciśnienia tętniczego, a także cukrzycy typu 2 (Joachimiak i Szoltysek 2013). Według badań Państwowego Zakładu Higieny na temat uwarunkowań spożywania napojów energetyzujących przez studentów wynika, że studenci sięgają po napoje energetyzujące w celu zmniejszenia senności (40% respondentów SGGW, 48,6% AWF) oraz zwiększenie wydajności umysłowej (40% respondentów SGGH). W badaniach przeprowadzonych przez Ballistreri i Corradi-Webster wykazano, że najczęstszą przyczyną spożywania środków energetyzujących wśród studentów było poprawienie smaku napojów alkoholowych (54%), całonocna impreza (27,7%) oraz poprawienie swojej wydajności fizycznej (13,9%). Innymi przyczynami były: stymulacja organizmu (9,5%), przyjemność ze spożycia (8,8%), wydłużenie czasu nauki (4,4%). W badaniach przeprowadzonych przez Państwowy Zakład Higieny wykazano, że 80,7% respondentów mieszała napoje energetyzujące z alkoholem. Badania O'Brien'a i wsp., którzy przebadali studentów z dziesięciu uniwersytetów w Stanach Zjednoczonych, 24% z nich spożywała napoje energetyzujące z alkoholem w ciągu 30 dni poprzedzających badanie (Kopacz i in. 2012). Gimnazjaliści z badania przeprowadzonego przez Cichockiego uważają, że środki energetyzujące mogą uzależnić (15%), a zaledwie 10% ankietowanych nie uważa, żeby tego typu napoje mogły uzależnić. W badaniu Cichockiego wykazano, iż młodzież najczęściej sięga po produkty marki Tiger (30%) oraz Red Bull (25%). Pomimo, że napoje energetyzujące nie są zalecane przez producentów do spożycia do 16-go roku życia to w wielu krajach są dostępne dla młodszych osób bez ograniczeń (Cichocki 2012). Według badań przeprowadzonych przez Interaktywny Instytut Badań Rynkowych w Polsce co trzeci Polak skorzystał z tego typu produktów (On Board Public Relations 2012). Sprzedaż napojów energetyzujących zwiększyła się 2,5-krotnie w latach 2006-2008 w porównaniu

z ubiegłymi latami. Korzyści ze sprzedaży wyniosły 657,1 milionów złotych (Joachimiak i Szoltysek 2013).

Celem badań było poznanie poziomu świadomości zagrożeń dla zdrowia wynikających ze spożywania środków energetyzujących wśród studentów Wydziału Zdrowia Publicznego Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach na temat zagrożeń wynikających ze spożywania środków energetyzujących. Przedstawiono informacje dotyczące korzystania z produktów energetyzujących i ich częstotliwości spożywania przez studentów.

2. Materiał i metody

Badanie przeprowadzono wśród studentów Wydziału Zdrowia Publicznego Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach. Większość stanowiły kobiety (78%), udział mężczyzn wyniósł 22%. Przedział wiekowy respondentów wyniósł od 19-27 lat. Badanie było skierowane zarówno dla osób spożywających środki energetyzujące, jak i dla osób niekorzystających z tego typu produktów oraz dla osób, które co najmniej raz w życiu spożyły tego typu środek. Przeprowadzono ankietę, która była anonimowa i przeprowadzona w formie elektronicznej za pomocą utworzonego linku, a następnie została udostępniona na forach dla studentów Wydziału Zdrowia Publicznego Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach oraz była przeprowadzona w formie papierowej na terenie uczelni. Ankieta została wypełniona przez 100 studentów. Ankieta zawierała pytania zamknięte i otwarte. Pytania otwarte dotyczyły zagadnień na temat rodzajów kupna oraz powodów korzystania ze środków energetyzujących, możliwych objawów po spożyciu środka energetyzującego. Natomiast pytań zamkniętych było więcej i dotyczyły również objawów po spożyciu środka energetyzującego, a także między innymi: częstotliwości spożywania tego typu środków, spożywania drinków na bazie alkoholu oraz napoju energetyzującego, poza tym źródeł pozyskiwania informacji na ten temat, zainteresowania tego typu produktami. Badanie wiedzy opierało się na wybraniu odpowiednich odpowiedzi na dane pytania, w niektórych przypadkach była możliwość dopisania swojej własnej odpowiedzi. Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Statistica 10.0. Przyjęte podejście badawcze pozwoliło na poznanie zachowań konsumenckich studentów oraz ich świadomości na temat zagrożeń spożywania środków energetyzujących.

3. Wyniki

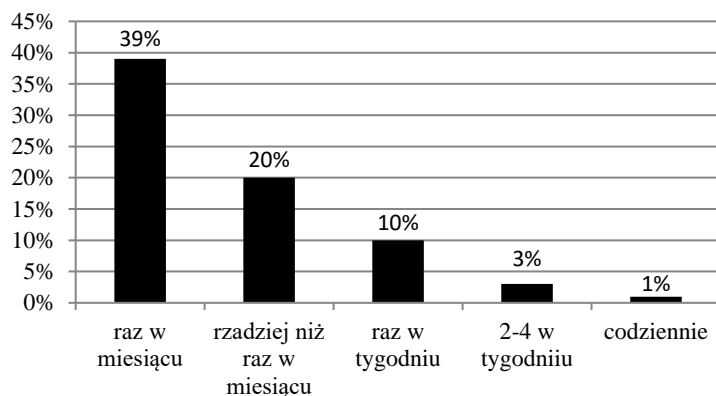
Wśród badanych było 45% osób w wieku 19-22 lat, 48% w wieku 23-26 lat oraz 7% w wieku 27 lat i więcej. 33 ankietowanych mieszka w mieście do 50 tysięcy mieszkańców, 29 osób w mieście powyżej 100 tysięcy mieszkańców, 23 respondentów w mieście powyżej 50 tysięcy mieszkańców, a 15 zadeklarowało, iż ich miejscem zamieszkania jest wieś. Spośród badanych 61 osób odpowiedziało, iż zna tylko napoje energetyzujące, natomiast 24 ankietowanych zadeklarowało, iż zna napoje energetyzujące oraz gumy do żucia z guaraną, 13 respondentów zna napoje energetyzujące oraz batoniki, a 2 osoby tylko batoniki energetyzujące.

Pytając o spożycie środków energetyzujących 75% badanych stwierdziło, że spożywa bądź spożywało środki energetyzujące, 25% ankietowanych nie spożywa tego typu środków. Marką najczęściej kupowaną przez respondentów jest Tiger, produkty tej marki spożywa 22% badanych, 18% ankietowanych kupuje produkty firmy Red Bull, a 12% osób spożywa Monster, produkty firmy Burn i Black spożywa kolejno 8% oraz 6% osób. 7% badanych spożywa napoje innych marek np. Tabu lub Powerade, a 27% badanych nie kupuje środków energetyzujących.

Większa część respondentów (39%) spożywa środki energetyzujące raz w miesiącu, rzadziej niż raz w miesiącu spożywa 20% badanych, 10% ankietowanych sięga po nie raz w tygodniu, 2-4 w tygodniu spożywa środki energetyzujące 3% badanych, codzienne spożycie tych środków deklaruje 1% badanych, 27% badanych obecnie w ogóle nie spożywa środków energetyzujących (Rys.1.).

Najczęściej występującym objawem po spożyciu środka energetyzującego u badanych była bezsenność (22%), 13% ankietowanych skarżyła się na ból brzucha, 13% osób odczuwała bóle głowy. 3% cierpi na nudności, a 2% odczuwa niepokój. Inne objawy zauważyło u siebie 8% badanych i były to najczęściej kołatanie serca lub drżenie rąk.

Z grona 100 ankietowanych 37% osób deklaruje, iż spożywa bądź spożywało drinka energetyzującego na bazie alkoholu, natomiast 63% osób nigdy nie spożywało tego typu napojów. Wśród dolegliwości występujących po spożyciu środków energetyzujących na bazie alkoholu 13% badanych odczuwało ból i zawroty głowy, 10% nudności, 5% ból i zawroty głowy oraz problemy z oddychaniem. Kilku respondentów cierpiało na uczucie duszności (1%), zaburzenia rytmu serca (1%) oraz problemy ze snem (2%).

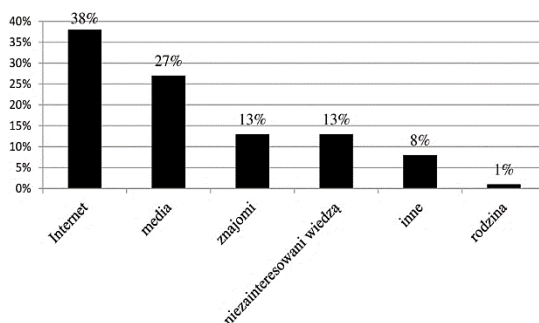


Rys.1. Częstotliwość spożywania środków energetyzujących.

Głównym powodem spożywania środków energetyzujących wśród respondentów było zniesienie uczucia zmęczenia (34%), polepszenie koncentracji (20%), polepszenie nastroju (12%), a 7% studentów spożywa środki energetyzujące ze względu na walory smakowe.

Spośród badanych 83% stwierdziło, iż spotkało się z informacją na temat ryzyka, jakie niesie ze sobą spożywanie środków energetyzujących, natomiast 17% badanych nigdy nie otrzymało takiej informacji.

Głównym źródłem czerpania wiedzy na temat środków energetyzujących wśród studentów jest Internet (38%), 27% czerpie informacje z mediów, 13% osób czerpie wiedzę od znajomych, a 1% od rodziny. Innymi źródłami, które wskazało 8% respondentów są zajęcia na uczelni oraz literatura, natomiast 13% ankietowanych nie jest zainteresowanych wiedzą na temat środków energetyzujących (Rys.2.).



Rys.2. Najczęściej wykorzystywane źródła informacji na temat środków energetyzujących.

Spośród badanej grupy studentów 86% uważa, że istnieje możliwość uzależnienia psychicznego od środków energetyzujących, 14% ankietowanych nie dostrzega takiej zależności.

4. Dyskusja

Spośród respondentów 75% zadeklarowało, iż spożywa lub spożywało środki energetyzujące, 25% badanych twierdzi, iż nie spożywa tego typu środków. W badaniu Michael J. Mann i wsp. stwierdzono, że wśród 1152 uczniów szkół średnich w Stanach Zjednoczonych około 20% kiedykolwiek spożywało Energy drinka (Mann et al. 2016). Z badań Cichockiego, w którym przeprowadzono ankietę wśród 166 uczniów, w tym ze szkół gimnazjalnych i średnich, wynika, iż zarówno w grupie uczniów gimnazjum, jak i szkół średnich przeważa młodzież spożywająca napoje energetyzujące. Wyniki uzyskane przez powyższego autora przedstawiają się następująco: 64% uczniów gimnazjum oraz 76% uczniów liceum spożywa tego typu napoje (Cichocki 2012). W badaniu Jessici L. Reid i wsp. dzieląc badanych według grup wiekowych zaobserwowano, że 57% osób w wieku 12-14 lat; 69,4% w przedziale wiekowym 15-17 lat; 77,9% respondentów w wieku 18-19 lat oraz 83,4% w wieku 20-24 lat przynajmniej raz w życiu spożywało środek energetyzujący (Reid et al. 2016). Na podstawie wyżej wymienionych badań można stwierdzić, że wzrasta tendencja spożywania napojów energetyzujących wśród osób uczących się, zarówno w szkołach średnich, jak i wyższych. W badaniu własnym 39% respondentów spożywa napoje energetyzujące raz w miesiącu, a 20% respondentów spożywa je rzadziej niż raz w miesiącu, natomiast znikomy odsetek osób 2-4 w tygodniu lub codziennie. Natomiast według badań Jennifer L. Pomeranz 31% osób w wieku 12-17 lat oraz 26% niemieckich nastolatków regularnie spożywa napoje energetyzujące (Motyka i in. 2015). W przypadku badania przeprowadzonego przez Banda i wsp. 46% studentów spożywa napoje tego typu, lecz większy odsetek osób rzadziej niż raz w tygodniu (Wierzejska i Jarosz 2011). Według badania Cichockiego największy odsetek licealistów spożywa kilka razy w miesiącu (Cichocki 2012). W badaniu Alama wyniki wykazały, że 80,8% młodych osób spożywa energetyki w ilości od 3-5 puszek w ciągu tygodnia (Alam 2017). W badaniu Arria i zespołu 10% spożywa napoje energetyzujące często, natomiast 46-51% rzadko. Można zaryzykować stwierdzenie, iż największym odsetkiem osób sięgających po środki energetyzujące są osoby w młodym wieku, głównie studenci.

Główne powody sięgania po tego typu środki to przede wszystkim zmniejszenie uczucia zmęczenia, ponieważ jak wynika z badań własnych najczęstszym powodem sięgania po środki energetyzujące było polepszenie koncentracji. W badaniach przeprowadzonych w Stanach Zjednoczonych najczęstszą przyczyną spożywania tego typu środków były pobudzenie (54%) oraz obniżenie senności (20%) (Wierzejska i Jarosz 2011). Według badania O'Brien i wsp. 55% studentów spożyło napoju energetyzującego w połączeniu z alkoholem z powodu zniwelowania smaku alkoholu (O'Brien et al. 2008). Inne badania przeprowadzone wśród amerykańskich studentów wykazały, że najczęstszymi przyczynami sięgania po napoje energetyzujące na bazie alkoholu były: walory smakowe (66,5%), sytuacje okazjonalne (35,3%) (Verster et al. 2016). Przyczyny sięgania po środki energetyzujące mogą być zatem związane ze stylem życia uczniów oraz studentów, między innymi ze względu na naukę, przygotowywanie się do egzaminów, a także ze względu na rozrywkę oraz towarzystwo.

W badaniu Hajsadeghi i wsp. przeprowadzonym wśród 44 zdrowych osób w przedziale wiekowym 15-30 lat zaobserwowano, że po spożyciu napoju energetyzującego występował nieznaczny spadek tętna i zaburzenia rytmu serca (Hajsadeghi et al. 2016). W badaniu własnym najczęstszymi objawami po spożyciu środka energetyzującego były: bezsenność (22%), ból brzucha i głowy (13%), 8% kołatanie serca i drżenie rąk. Podobne obserwacje, zauważył Toblini i wsp. badając 988 członków US Army i Marine przebywających w Afganistanie. Zaobserwowali, że osoby które spożywały trzy lub więcej napojów energetyzujących dziennie częściej zgłaszały zakłócenia snu z powodu odczuwania stresu (Richards i Smith 2016). W badaniu własnym wśród osób, które spożywały napój energetyzujący z alkoholem odczuwały ból i zawroty głowy (13%), nudności (10%) oraz problemy z oddychaniem. Na podstawie wyżej wymienionych badań można stwierdzić, że spożywanie środków energetyzujących działa dysfunkcyjnie na organizm młodych osób, szczególnie na układ nerwowy oraz krążenia. W badaniu Marianne Picard-Masson i wsp. 8,7% kanadyjskich studentów zadeklarowało, że spożywała napoje energetyzujące trzy lub więcej razy na dzień w ciągu ostatniego miesiąca oraz 25,6% studentów spożywała okazjonalnie napoje energetyzujące na bazie alkoholu trzy lub więcej razy w ciągu ostatniego miesiąca (Picard-Masson et al. 2016).

W przeprowadzonym badaniu własnym 37% ankietowanych osób deklaruje, że spożywa bądź spożywało drinka energetyzującego. Na podstawie różnych danych literaturowych spożywanie napojów energetyzujących z alkoholem jest coraz bardziej popularne, ponieważ statystycznie 24-85% studentów sięga po tego typu środki (Wierzejska i Jarosz 2011). W badaniu Vitiello i wsp. przeprowadzonym wśród 618 kobiet i 389 mężczyzn na uniwersytecie włoskim wykazano, że 41,3% kobiet oraz 58,8% mężczyzn spożywało energetyki. Natomiast wykazano różnicę w spożyciu napojów energetyzujących z alkoholem, ponieważ 37,2% kobiet przyznało, że spożywało tego typu napoje, natomiast wśród mężczyzn odsetek wynosił 62,8%. 72,1% włoskich studentów spożywających energetyki łączy tego typu napój z alkoholem (Vitiello et al. 2016). Według badań Unii Europejskiej 71% młodych dorosłych osób spożywa napoje energetyzujące z alkoholem (Al-Shaar et al. 2017). Porównując dane statystyczne na temat energy drinków można stwierdzić, że eksperymentowanie z napojami pobudzającymi z napojami alkoholowymi wzrasta wśród studentów.

W badaniu własnym najczęściej kupowaną marką środka energetyzującego był Tiger, natomiast została też wymieniona marka Powerade, mimo, że jest to napój izotoniczny. W badaniu Cichockiego, uczniowie również wymienili napoje izotoniczne, jako spożywany produkt energetyzujący - 7% gimnazjalistów oraz 2% licealistów (Cichocki 2012). W badaniu Kalkan i wsp. zaobserwowano, że prawie 90,2% tureckich studentów myliło pojęcia napojów izotonicznych z napojami energetyzującymi (Kalkan et al. 2018). Z badań Ahmad A. Alrasheedi i wsp. wykazano, że wśród studentów, którzy zgłosili spożywanie napojów energetyzujących, tylko niewielka część posiadała wiedzę na temat napojów energetyzujących pod względem ich składników oraz skutków zdrowotnych. Jedna trzecia respondentów posiadała wiedzę na temat wieku w którym napoje nie powinny być spożywane (Alrasheedi et al. 2016). Na podstawie danych badań można wywnioskować, iż wiedza młodych osób na temat napojów energetyzujących była niepełna. Młode osoby nie rozumieli definicji środków energetyzujących i środków izotonicznych oraz różnic między nimi występujących. W konsekwencji mogło to być przyczyną nieprawidłowego odpowiadania na pytania w ankiecie na temat spożywania środków energetyzujących oraz ich częstości spożycia.

5. Podsumowanie

Na podstawie wyników można stwierdzić, że studenci spożywają środki energetyzujące w czasie odczuwania zmęczenia, bądź w czasie kiedy wykonują zadania wymagające dużej koncentracji. Z przeprowadzonych badań wynika, iż większość respondentów uważa, że napoje energetyzujące mogą uzależniać. Środki energetyzujące najczęściej spożywane przez badanych studentów to znane na rynku marki, natomiast wymieniono również inne produkty, które w rzeczywistości nie są napojami energetyzującymi, lecz izotonicznymi. Świadczyć to może o niepełnej wiedzy studentów na temat definicji środka energetyzującego. Wśród podanych skutków ubocznych stosowania środków energetyzujących studenci najczęściej wskazywali problemy związane z układem krążenia. Większość studentów uważa, że napoje energetyzujące mogą uzależniać. Otrzymane wyniki dowodzą świadomości studentów negatywnych skutków zdrowotnych wynikających ze spożywania środków energetyzujących.

6. Literatura

- Al-Shaar L, Vercammen K, Lu C et al. (2017) Health effects and Public Health Concerns of energy Drink Consumption in the United States: A Mini-Review. *Front Public Health* 5(225): 1-6.
- Alam Z. M (2017) The buying pattern of energy drink and its use among the young generation of Saudi Arabia. *BJMS* 5(3): 32-50.
- Alrasheedi A. A, Bu Mozah A. A, Alharbi H. O et al. (2016) Use of energy drinks by male students of Qassim University, Saudi Arabia. *Int J Community Med Public Health* 3(5): 1229-1234.
- Cichocki M (2012) Napoje energetyzujące-współczesne zagrożenie zdrowotne dzieci i młodzieży. *Przegl Lek* 69(10): 854-860.
- Garus-Pakowska A, Jakubowska A, Gaszyńska E i in. (2015) Charakterystyka spożycia napojów energetyzujących wśród studentów wybranych uczelni medycznych. *Probl Hig Epidemiol* 96(4): 776-781.

- Hajsadeghi S, Mohammadpour F, Manteghi J. M et al. (2016) Effects of energy drinks on blood pressure, heart rate, and electrocardiographic parameters: An experimental study on healthy young adults. *Anatol J Cardiol* 16: 94-99.
- Hoffmann M, Świderski F (2008) Napoje energetyzujące i ich składniki funkcjonalne. *Przemysł Spożywczy* 9: 8-29.
- Joachimiak I, Szołtysek K (2013) Świadomość, stan wiedzy oraz częstotliwość spożycia napojów energetyzujących i izotonicznych przez osoby młode, czynnie uprawiające sport. *Nauki inżynierskie i technologie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu* 1(8): 26-38.
- Kalkan I, Pehlivan M, Öztürk A. S et al. (2018) Awareness and usage of sports and energy drinks among university students: A pilot study in Turkey. *BLDE Univ J Health Sci* 3(1): 18-23.
- Kopacz A, Wawrzyniak A, Hamułka J i in. (2012) Badania uwarunkowań spożycia napojów energetyzujących przez studentów. *Rocz Panstw Zakł Hig* 63(4): 491-497.
- Mann J. M, Smith L. M, Kristjansson L. A (2016) Energy drink consumption and substance use risk in middle school students. *Prev Med Rep* 3: 279-282.
- Motyka M, Marcinkowski T. J (2015) Nowe metody odurzania się. Cz. VIII. Napoje energetyzujące łączone z alkoholem. *Probl Hig Epidemiol* 96(4): 830-838.
- O'Brien C. M, McCoy P. T, Rhodes D. S et al. (2008) Caffeinated cocktails: energy drink consumption, high-risk drinking, and alcohol-related consequences among college students. *Acad Emerg Med* 15(5): 453-460.
- On Board Public Relations (2012) Żywność funkcjonalna 2012 – czyli co Polak ma na talerzu? raport: 10.
- Picard-Masson M, Loslier J, Paquin P et al. (2016) Consumption of energy drinks among Québec college students. *Can J Public Health* 107(6): e514–e519.
- Reid L. J, McCrory C, White M. C et al. (2016) Consumption of Caffeinated Energy Drinks Among Youth and Young Adults in Canada. *Prev Med Rep* 5: 65-70.
- Richards G, Smith P. A (2016) A Review of Energy Drinks and Mental Health, with a Focus on Stress, Anxiety, and Depression. *J Caffeine Res* 6(2): 49-63.
- Wierzejska R., Jarosz M (2011) Napoje energetyzujące a zdrowie - postęp wiedzy. *Med Wieku Rozw* 4: 507.
- Verster C. J, Benson S, Johnson J. S et al. (2016) Alcohol mixed with energy drink (AMED): A critical review and meta-analysis. *Hum. Psychopharmacol Clin Exp* 33(2): 2-10.
- Vitiello V, Diolordi L, Pirrone M et al. (2016) Energy drink consumption in Italian university students: food habits and lifestyle. *Clin Ter* 167(6): 175-181.

6. Rodzaje herbat i ich właściwości lecznicze

Types of teas and their medicinal properties

Glinkowska Anna⁽¹⁾, Rogóż Wojciech⁽²⁾, Kuć Justyna⁽¹⁾

⁽¹⁾ Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Fizycznej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu

⁽²⁾ Katedra i Zakład Farmacji Fizycznej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu

Opiekun naukowy: dr hab. n. farm. Małgorzata Maciążek-Jurczyk, prof. SUM⁽²⁾

Anna Glinkowska: a.glinkowska@op.pl

Słowa kluczowe: napar, *Camelia sinensis*, antyoksydacja, polifenole.

Streszczenie

Herbata, to jeden z najpopularniejszych napojów spożywanych w Polsce, ale również na świecie. Zaparza się ją w domach nawet kilka razy w ciągu dnia, nie zastanawiając się, jaki ma wpływ na nasz organizm. Sposób, w jaki przyrządza się herbaty decyduje o ich smaku, zapachu oraz właściwościach leczniczych. Obecnie istnieje wiele odmian herbat – wyróżnia się głównie herbatę czarną, czerwoną, zieloną, białą, turkusową (oolong) i żółtą. Nazwą herbaty określa się także ziołowe i owocowe napary, na przykład yerba mate i rooibos, które nie są botanicznie spokrewnione z herbatą – potocznie jednak zaliczane są do nich ze względu na podobne właściwości i smak. W zależności od rodzaju naparu, można dostrzec różne właściwości lecznicze na przykład antyoksydacyjne, przeciwzakrzepowe, przeciwnowotworowe, odchudzające czy poprawiające trawienie. Dodatkowo, przez zawartość teiny, mogą być substytutem dla kawy ze względu na swój pobudzający charakter i jednocześnie łagodniejszy smak.

1. Wstęp

Herbata jest jednym z najpopularniejszych napojów spożywanych na świecie. Jest spożywana przy każdej możliwej okazji. Szczególnie istotna staje się w okresie jesienno-zimowym, znanym z przeziębień. Przeciętny człowiek spożywa około 120 ml naparu herbacianego każdego dnia, w Wielkiej Brytanii nawet 540 ml. W Polsce zaś wypija się 2-3 porcje naparu dziennie (Wierzejska 2014). Pijąc herbatę, rzadko zastanawiamy się, skąd ona pochodzi, czy jest pozyskiwana z liści, pączków liściowych czy też delikatnych łądek rośliny z rodzaju botanicznego *Camellia* (Ackermann-Szulgit 2018). W dzisiejszych czasach istnieje ogromna liczba różnych herbat, w tym także ziołowych – od liściastych, po pakowane w torebkach. Pochodzą one z różnych źródeł, również ekologicznych.

2. Opis zagadnienia

Co to jest herbata? Według Słownika Języka Polskiego Wydawnictwa Naukowego PWN to „roślina o lśniących skórzastych liściach, pochodząca z południowo-wschodniej Azji”, „aromatyczny napój z suszonych liści tej rośliny”, „napar z różnych ziół”. Mimo, iż istnieją różne definicje herbaty, można powiedzieć, że jest to napar, który pozyskuje się z liści, a także pąków z grupy roślin, nazywanych herbatami. Należą one do rodzaju kamelia (*Camellia sinensis*). Rośliny z tej grupy wykazują do siebie pewne podobieństwo i są klasyfikowane jako odmiany jednego gatunku – herbaty chińskiej.

Sposób, w jaki przyrządza się herbaty, ma wpływ na ich smak, zapach oraz właściwości lecznicze. Suszenie herbat zielonych ma zapobiec utlenianiu polifenoli z zielonych liści. Istnieje także herbata, która jest półproduktem między zieloną a czarną herbatą – herbata Oolong. Jej sposób wytworzenia opiera się na częściowym wypaleniu, a następnie gotowaniu na parze. W Chinach pozwala się herbatce wchłonąć zapach różnych kwiatów, a tym szczególnie ulubionym jest jaśmin.

3. Przegląd literatury

Herbata, tak jak wszystko, miała kiedyś swój początek. Przez długi okres powstało mnóstwo sposobów przyrządzania tego napoju, a także wiele możliwości na obrobienie liści, które wpłynęły na powstanie różnych odmian naparów. Kultura herbaciana nie obejmowała tylko picia danego napoju czy sposobu zaparzania herbaty. Jest to szeroko pojęta kultura, opierająca się także na etykietce jej spożywania, religii, filozofii. Herbata znalazła także swoje miejsce w poezji czy muzyce. Od samego początku, ale także po wielu latach była inspiracją dla poetów, którzy pisali: „Przy herbacie zachwycam się życiem” (Madej 2007). Powstało wiele popularnych cytatów, które wskazują na to, że herbacie przypisywało się ważne znaczenie w codziennym życiu. Przykładem mogą być słowa T'ien Yihenga, który powiedział: „Herbatę się pija, by zapomnieć o hałasie świata”. Herbata parzona z suszonych liści tej rośliny była spożywana w Chinach prawdopodobnie od 28 wieku p.n.e., a już na pewno od X wieku p.n.e., z którego pochodzą pisemne zapiski o jej stosowaniu (Crosby 2008). Legendy głoszą, że początki herbaty sięgają 2737 roku p.n.e., w którym mityczny cesarz Shennong przypadkowo zaparzył pierwszy napar z liści herbaty. Napój ten otaczany był zawsze specjalnymi zwyczajami i wyjątkowymi ceremoniami nawiązującymi do jego spożywania. W Japonii narodziła się ceremonia parzenia herbaty nazywana cha-no-yu („wrzątek na herbatę”), do dzisiaj kultywowana w tym kraju. Warto także wspomnieć, że herbata w Chinach stanowi nawet istotny element tradycyjnych chińskich zaślubin. Pierwszymi krajami, które rozpoznały tradycję związaną z piciem naparu z liści herbaty, są Chiny, Korea oraz Japonia. To właśnie te państwa jako pierwsze doceniły zalety spożywania herbaty. Dlatego też Krzew herbaciany wywodzi się z regionu obejmującego Północne Indie, Południowe Chiny i Birmę, czyli z Azji Południowej. Herbata trafiła na tereny arabskie poprzez kupców hinduskich. Nazywana jest tam „szaj”. Pierwsze w zachodniej Europie informacje o herbacie pochodzą z końca XVI wieku, a wspomina nam o tym Marco Polo. O herbacie pisali również: jezuita J.P. Maffei (1589) w dziele „Historia Indii”, Mikołaj Trigault (1615), Alvaro Samedo (1643). Więcej informacji przekazał polski misjonarz, podróżnik i przyrodnik Michał Boym. Zauważył on dwa rodzaje herbaty i to, że suszy się liście także na ogniu. W rękopisie *Rerum Sinensium Compendiosa Descriptio* (1656) opisuje herbatę jako: „Krzew, z którego liści przygotowany jest słynny w całych Chinach napój, nazywany jest Cia. Liście herbaty zbierane są na wzgórzach, tam są suszone na małym ogniu, żelaznych siatkach i zalewane wrzącą wodą, uzyskując zielony lub żółty kolor. Japończycy piją zmieszany proszek z liści z wodą. Jednostka wagi najlepszej herbaty kosztuje często bardzo drogo. Orzeźwia przy upałach, zapobiega tworzeniu się kamieni i senności (Wierzejska 2014). W pierwszej połowie XVI wieku z herbatą zetknęli się Rosjanie podczas podboju Syberii. Na tereny europejskie dotarła ona we wczesnym wieku XVII, a przywieźli ją Holendrzy. Herbata szczególną sławę zyskała w Anglii. Do Ameryki Północnej została wprowadzona przez osadników. Natomiast historia herbaty w Polsce sięga pierwszej połowy siedemnastego wieku. Pierwsze wzmianki o herbacie można znaleźć w liście króla Jana II Kazimierza do żony Ludwiki Marii.

Obecnie głównymi producentami herbaty są Chiny, Indie, Indonezja, Sri Lanka i Japonia, czyli w południowej i południowo-wschodniej Azji (Crosby 2008). Herbata uprawiana jest między zwrotnikiem Raka i Koziorożca. Najlepsze warunki stwarza jej ciepły klimat, a nawet gorący i wilgotny. Krzewy herbaciane nie lubią stojącej wody. Herbata lubi łagodne, regularne opady, a uprawie sprzyja klimat monsunowy. Istotną informacją jest to, że optimum temperatury zależne jest od odmiany danego gatunku herbaty, a mieści się ona w granicach 10-30°C.

Obecnie istnieje wiele odmian herbat. Wyróżnia się głównie herbatę czarną, czerwoną, zieloną, białą, turkusową i żółtą. Nazwą herbaty określa się także ziołowe i owocowe napary, na przykład yerba mate i rooibos, ale nie są one botanicznie spokrewnione z herbatą. Jest to tylko nazwa potoczna.

Ta najbardziej wszystkim znana, to właśnie herbata czarna. Temperatura wody parzenia powinna wynosić około 95 stopni, a sam proces parzenia powinien trwać od 3 do 4-5 minut (w zależności od gatunku herbaty, rozdrobnienia suszu, twardości wody). Ma działanie ściągające, bakteriobójcze i pobudzające. Pomaga zapobiegać próchnicy, ponieważ zawiera fluor. Oprócz tego, posiada wiele cennych składników, takich jak: witamina C, witamina K, witamina PP, witaminy

z grupy B, sód, wapń, potas, fosfor. Z przeglądu badań epidemiologicznych wnioskuje się, że spożywanie minimum 3 filiżanek czarnej herbaty każdego dnia obniża ryzyko zachorowania na choroby sercowo-naczyniowe, a wynika to z obecności polifenoli, a przede wszystkim z obecności tanin. Natomiast picie minimum 4 filiżanek tego naparu dziennie może obniżyć ryzyko zachorowania na cukrzycę typu 2 aż o 20 % (Liebman i Murphy 2007). Podczas prowadzenia badań dotyczących biodostępności szczawianu z tego gatunku herbaty wyciągnięto wnioski, że niższa niż oczekiwana absorpcja C2-kwasu szczawowego wskazuje na obecność w czarnej herbacie składników, które będą miały zdolność do hamowania wchłaniania szczawianu.

Kolejną, bardzo popularną w dzisiejszych czasach herbatą, jest zielona herbata. Wyróżnia się różne jej odmiany – cejlońska, kahwa itd. Temperatura zaparzania powinna wahać się pomiędzy 80°C a 90°C, a czas zaparzania od 2 do 3 minut. Jest bardziej wydajna – liście można zaparzać 2-3-krotnie. Niektórzy twierdzą nawet, że należy spożywać dopiero kolejny napar zielonej herbaty. Herbata zielona ma działanie przeciwzapalne, przeciwbakteryjne i poprawia też proces trawienia. Poleca się picie minimum 2 filiżanek dziennie, co zmniejsza stężenie cholesterolu całkowitego i LDL. Niektóre doniesienia naukowe przypisują zielonej herbacie właściwości przeciwnowotworowe, co zostało opisane przez Reginę Wierzejską. W swoim artykule napisała, iż niektóre z badań, które zostały przeprowadzone na zwierzętach, mogą sugerować o zmniejszeniu ryzyka zachorowalności na choroby nowotworowe. Należy jednak pamiętać, że dawka herbaty przeliczona na masę ciała zwierząt jest dużo większa, niż ilość spożywana przez człowieka, co może wskazywać na brak jednoznacznej odpowiedzi (Wierzejska 2014). Podczas prowadzenia badań wśród populacji chińskiej wykazano, że spożywanie zielonej herbaty może przyczynić się do ochrony przed chorobą Parkinsona. Przypuszcza się, że mechanizm jest wynikiem działania polifenoli i kofeiny, które zwiększają w mózgu cyrkulację krwi. Popularne jest też stwierdzenie, że zielona herbata wspomaga odchudzanie. Warto jednak przytoczyć badania EFSA (European Food Safety Authority) o korzystnym wpływie kofeiny na masę ciała, co nie zostało potwierdzone naukowo. Prace EFSA dotyczące oceny informacji zdrowotnych na temat polifenoli oraz herbat są aktualnie w toku.

Mniej znanym, lecz równie prozdrowotnym rodzajem herbaty jest herbata czerwona. Jedną z najbardziej znanych jest odmiana Pu-erh. Można ją parzyć kilkakrotnie, a optymalny czas parzenia wynosi około 3 minuty, temperatura 90-100°C. Słodzenie tej herbaty powoduje neutralizowanie wielu walorów leczniczych, takich jak: obniżanie stężenia cholesterolu we krwi, a więc zmniejszenie ryzyka wystąpienia miażdżycy, wspomaganie metabolizmu, pracy wątroby, poprawa nastroju, jakość myślenia, lepsza koncentracja. Herbata czerwona posiada niższą aktywność antyoksydacyjną niż herbata czarna. Przeprowadzono badania dotyczące zapobieganiu deficytom motorycznym i uszkodzeniom oksydacyjnym prądkowia szczurów, które poddano udarowi krwotocznemu (ICH). Samce szczurów szczepu Wistar zostały napojone zieloną oraz czerwoną herbatą. Po zranieniu szczury poddano testom motorycznym (otwarte pole do poruszania się, rotarod dla równowagi i skala deficytu neurologicznego (NDS)) 1, 3 i 7 dni po indukcji ICH, utrzymując suplementację herbaty. Następnie szczury uśmiercano do wycięcia tkanek prądkowia celem poddania analizom biochemicznych. Zaobserwowano, iż ICH powodował deficyty ruchowe i równowagi, a także zwiększał deficyt neurologiczny (NDS). Tylko czerwona herbata zapobiegała deficytom narządu ruchu po urazie. Zielona i czerwona herbata zapobiegały deficytom równowagi siódmego dnia po ICH (Sosa i in. 2018). W kolejnym doświadczeniu, gdzie przedmiotem badań były herbata czarna, zielona i biała, zaobserwowano, że wszystkie trzy rodzaje naparów herbacianych, a w szczególności te z zielonej herbaty, znacznie poprawiają równowagę mineralną organizmu, dostarczając cennych elementów (Czernicka i in. 2017).

Najbardziej cenioną wśród koneserów jest herbata biała. Dlatego też jest ona jedną z tych droższych. Pierwsza biała herbata została wyprodukowana w XIII wieku w południowo-wschodnich Chinach w prowincji Fujian. Pozyskiwana jest z pąków i najmłodszych listków. Im młodsze listki składają się na susz, tym więcej pozytywnych substancji przenika do naszego naparu podczas zaparzania. Jej produkcja odbywa się według starej, chińskiej metody. Zbiory białej herbaty trwają około 4 dni podczas wczesnej wiosny, najlepiej tuż po zimie. Robi się tak po to, aby zebrać jeszcze nie zabarwione na zielono pąki liści. Dodatkowo są one wtedy pokryte białym puszkciem. Napar z białej herbaty jest przejrzysty, klarowny, ma jasną, słomkową barwę. Wyróżnia go orzeźwiający,

pobudzający i delikatny smak, bez poczucia smaku goryczki. Niektórzy nawet twierdzą, że jest ona „zbyt słaba”. Zawiera ona najwięcej ilości kofeiny (teiny) – średnio jest to 67-68 mg w 250 ml naparu. Z jednego suszu można zaparzyć herbatę trzykrotnie. Nazywana jest eliksirem miłości, ponieważ charakteryzuje się najwyższą ilością polifenoli i dodatkowo ma wysokie właściwości antyoksydacyjne oraz antymutagenne. Stwierdzono jej istotną rolę w chorobach sercowo-naczyniowych, kontroli masy ciała, wzroście masy kostnej, ochronie przed chorobami neurodegeneracyjnymi i poprawie cukrzycy typu 2. W artykule dotyczącym badania nad skutecznością przeciwplytkową płynu do płukania ust z białą herbatą stwierdzono, że płukanka do ust z białej herbaty hamuje tworzenie się płytki nazębnej (Mitra i in. 2016). Kolejne badanie dotyczyło wpływu białej herbaty pochodzącej ze wschodniego Fujianu na żywotność komórek rakowych. Stwierdzono w nich, że WTAE (ekstrakt wodny białej herbaty) hamuje proliferację komórek nowotworowych poprzez indukcję apoptozy (Liu i in. 2018).

Dość mało popularną w Polsce jest herbata turkusowa – Oolong. Nazwa ta pochodzi od chińskiej nazwy, która oznacza „herbatę czarnego smoka”, bo podobno w imbryku przyjmuje postać smoka. Pochodzi głównie z Chin, Tajwanu i Indii. Wytwarzana jest podczas obróbki liści herbacianych poprzez wysuszenie na słońcu. Kolejnym etapem jest ich fermentacja. Proces utlenienia zatrzymywany jest po około dwóch godzinach. Charakterystyczne jest to, że ma one całe liście, ponieważ nie jest poddawana procesowi zwijania. Na liściach można zauważyć zarówno fragmenty sfermentowane (na obrzeżach), jak i niesfermentowane (w środku). Herbata Oolong jest mniej podatna na procesy utleniania. W smaku jest łagodna i aromatyczna, a znana jest przez unikalny drewniany aromat, często z nutami kwiatowymi lub owocowymi, a czasem z mleczną nutą. Powinno się ją parzyć w temperaturze od 80-90°C, przez 2-4 minuty. Zalecane jest także płukanie liści przed parzeniem. Liście dobrej jakości można parzyć nawet do kilkunastu razy i nadal cieszyć się ich smakiem. Uważa się, że herbata Oolong wytwarzana z liści i łądyg ma bardziej aromatyczny zapach niż herbata wyłącznie z liści. Prowadzono badania na roślinie *Camellia sinensis*, które wykazały, że podczas procesów enzymatycznych, lotne monoterpeny i teanina obficie gromadzą się w łądydze niż w liściu, podczas gdy jaśmin laktone, indol i trans-nerolidol gromadziły się niżej w łądydze. Specyficzna dla tkanek ekspresja genów powiązana z ich aromatem oraz dostępność prekursorów związków aromatycznych powodowały różny rozkład aromatów w liściach i łądydze (Zeng i in. 2017). Herbata turkusowa jest bardzo ceniona ze względu na swoje wartości prozdrowotne, mówi się, że jest najzdrowszą z herbat. Pod względem zdrowotnym, Oolong pomaga w spadku masy ciała, więc zapobiega otyłości i pozwala kontrolować cukrzycę, co wyjaśniają współczesne badania farmakologiczne. Prowadzono badania na szczurach Sprague-Dawley indukowanych wysokotłuszczową dietą, aby wykazać specyficzne właściwości polisacharydu herbacianego Oolong (TPS) i polifenoli herbacianych (TPP) przeciw otyłości. TPS i TPP skutecznie obniżały poziom leptyny w surowicy i znacznie poprawiały poziom lipidów i przeciwutleniaczy we krwi. Co więcej, analiza mikromacierzy profili ekspresji genów wątrobowych i tłuszczowych wykazała, że TPP i TPS hamowały otyłość poprzez wpływ na szlaki biosyntezy kwasów tłuszczowych, hormonów steroidowych i nienasyconych kwasów tłuszczowych, wydłużanie kwasów tłuszczowych, metabolizmu glicerolipidów i metabolizmu glicerofosfolipidów (Wu i in. 2018).

Najmniej spotykanym naparem jest herbata żółta. Trzy podstawowe typy żółtej herbaty to huang ya cha, huang xiao cha, huang da cha. Tak jak większość herbat pochodzi z Chin, a dokładniej z prowincji takich jak Hunan, Anhui, Sichuan, Guangdong i Zhejiang. Nazywana jest herbatą cesarską, ponieważ w przeszłości produkowana była tylko dla dworu cesarskiego. Uważano, że tylko cesarz jest jej godny, a każdy inny, kto napił się naparu z tej herbaty skazany był na karę śmierci. Początkowo produkcja tej herbaty wyglądała identycznie jak produkcja zielonej herbaty - zbiory liści a następnie suszenie na słońcu w celu termicznego zniszczenia enzymów. To powoduje uzyskanie odpowiedniego koloru. Później pojawiły się różnice, ponieważ zamiast fermentacji enzymatycznej, herbata żółta przechodzi też przez fermentację nieenzymatyczną, ale niż herbaty Pu-erh. Jeszcze gorące liście poddane są procesowi podobnemu do kiszenia, nazywanego żółknięciem, gdzie dochodzi do fermentacji we własnych sokach. W smaku ma często nuty lekko owocowe, czasem z małym posmakiem czekolady, kawy czy kwiatów. Zapach jest intensywny i lekko orzeźwiający. Nie wyczuwalna jest trawiaistość charakterystyczna dla zielonej herbaty (ponieważ była poddana

procesowi „menhuang”, czyli żółknięcia pod przykryciem). Parzy się ją przez około 3 minuty w temperaturze 80-85°C, a suszu można używać kilkakrotnie. Należy podkreślić, że ma niewielką zawartość kofeiny (teiny), więc można ją spożywać wieczorami, także przez osoby z nadciśnieniem. Charakteryzuje się dużą ilością przeciwutleniaczy (flawonoidów), które biorą udział w procesach antyoksydacyjnych, przeciwzapalnych i przeciwrakowych. Zostało to poparte badaniami, których celem było sprawdzenie wpływu wodnego wyciągu z żółtej herbaty na indukowaną przez N-nitrosodietyloaminę (NDEA) rakotwórczość wątroby u szczurów. Wyszło wnioski, że aktywność przeciwutleniająca przyczyniła się do częściowej ochrony wątroby podczas leczenia wyciągiem z żółtej herbaty (Kujawska i in. 2016). Herbata żółta działa tonizująco i odświeżająco, poprawia trawienie. Ze względu na właściwości oczyszczające, ma zdolność do wychwytywania zbędnych substancji z organizmu i toksyn. Napar z herbaty cesarskiej przyczynia się do obniżenia całkowitego poziomu cholesterolu i trójglicerydów w lipoproteinach o niskiej gęstości oraz zmniejsza poziom glukozy we krwi. Ponadto zapobiega tworzeniu się stłuszczonej wątroby, a wykazano to podczas doświadczenia przeprowadzonego na myszach (Teng i in. 2018).

4. Podsumowanie

Rodzaje naparów herbat, które zagościły na dobre w naszych kuchniach są dość podobne pod względem zdrowotnym. Jednoznacznie widać, że na pytanie „pić czy nie pić?” odpowiedź jest jedna. Zawierają one wiele polifenoli, chronią układ sercowo-naczyniowy, przyczyniają się do ochrony przed „złym cholesterolem”. Dodatkowo, przez zawartość teiny, mogą być substytutem dla kawy ze względu na swój pobudzający charakter. Herbaty mogą też posłużyć prozdrowotnie dla zachowania odpowiedniej masy ciała czy dobrego stanu cery. Bardzo istotne jest to, iż napary herbaciane mogą też chronić przed zmianami nowotworowymi.

5. Literatura

- Ackermann-Szulgit D (2018) Lekarz o piątej, czyli o prozdrowotnych właściwościach herbaty. Published online <http://www.bbclab.pl/publikacje/lekarz-o-piatej-czyli-o-prozdrowotnych-wlasciwosciach-herbaty/> [data cytowania 30.12.2019 r.]
- Crosby MR (2018) Tea. Microsoft® Encarta® Online Encyclopedia https://web.archive.org/web/20091028121022/http://encarta.msn.com/encyclopedia_761563182/Tea.html [data cytowania 30.12.2019 r.]
- Czernicka M, Zaguła G, Bajcar M et al. (2017) Study of nutritional value of dried tea leaves and infusions of black, green and white teas from Chinese plantations. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 68(3):237-245.
- Kujawska M, Ewertowska M, Adamska T et al. (2016) Protective effect of yellow tea extract on N-nitrosodiethylamine-induced liver carcinogenesis. *Pharm Biol.* 54(9): 1891-900.
- Liebman M, Murphy S (2007) Low oxalate bioavailability from black tea. *Nutrition research* 27(5): 273-278.
- Liu L, Liu B, Li J et al. (2018) Responses of Different Cancer Cells to White Tea Aqueous Extract. *J Food Sci.* 83(10): 2593-2601.
- Madej P (2007) Herbata Way w: Guayabero. Księga herbaty. wyd. Miniatura, Kraków.
- Mitra DK, Shah PM, Shah HH et al. (2016) The antiplaque efficacy of white tea extract mouthrinse. *J Indian Soc Periodontol.* 20(5): 514-517.
- Sosa PM, de Souza MA, Mello-Carpes PB (2018) Green Tea and Red Tea from *Camellia sinensis* Partially Prevented the Motor Deficits and Striatal Oxidative Damage Induced by Hemorrhagic Stroke in Rats. *Neural Plast.* 5158724.
- Teng Y, Li D, Guruvaiah P (2018) Dietary Supplement of Large Yellow Tea Ameliorates Metabolic Syndrome and Attenuates Hepatic Steatosis in db/db Mice. *Nutrients* 10(1): 75.

- Wierzejska R (2014) Wpływ picia herbaty na zdrowie – aktualny stan wiedzy. Przegląd epidemiologiczny 68: 595–599.
- Wu T, Xu J, Chen Y et al. (2018) Oolong tea polysaccharide and polyphenols prevent obesity development in Sprague-Dawley rats. Food & Nutrition Research 62: 1599.
- Zeng L, Zhou Y, Fu X et al. (2017) Does oolong tea (*Camellia sinensis*) made from a combination of leaf and stem smell more aromatic than leaf-only tea? Contribution of the stem to oolong tea aroma. Food Chem. 237: 488-498.

7. Wiedza żywieniowa zawodowych piłkarzy nożnych oraz piłkarzy ręcznych na temat antyoksydantów i suplementów diety

Nutritional knowledge of professional soccer players and handball players about antioxidants and dietary supplements

Jaruga-Sękowska Sylwia⁽¹⁾, Staśkiewicz Wiktoria⁽²⁾, Piątek Małgorzata⁽³⁾, Białek-Dratwa Agnieszka⁽³⁾, Grajek Mateusz⁽⁴⁾, Anna-Maria Stelmach⁽³⁾

⁽¹⁾ Zakład Promocji Zdrowia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽³⁾ Zakład Żywienia Człowieka, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁴⁾ Zakład Zdrowia Publicznego, Katedra Polityki Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Jaruga-Sękowska Sylwia: sjaruga@sum.edu.pl

Streszczenie

Sportowcy to grupa o szczególnych potrzebach żywieniowych. Wysoki poziom aktywności fizycznej wpływa na zaburzenie równowagi oksydacyjno-redukcyjnej. Nasilony pobór tlenu podczas wysiłku fizycznego powoduje zwiększoną produkcję reaktywnych form tlenu. W celu utrzymania równowagi w organizmie należy zwrócić uwagę na dostarczenie odpowiedniej ilości antyoksydantów wraz z dietą lub odpowiedni dobór suplementacji. Celem pracy była ocena wiedzy sportowców uprawiających wybrane dyscypliny sportowe, dotycząca antyoksydantów i wybranych suplementów diety.

Badanie przeprowadzono wśród 60 sportowców uprawiających piłkę nożną i piłkę ręczną. Badanie przeprowadzono za pomocą autorskiego kwestionariusza. Uzyskane dane opracowano przy użyciu programu Microsoft Excel 2010 oraz programu STATISTICA v.10 firmy StatSoft.

Średnia ilość punktów uzyskanych przez wszystkich mężczyzn wynosiła 4,00, oznacza to, że wiedza żywieniowa badanej grupy jest na poziomie niedostatecznym. Piłkarze nożni uzyskali średnio 3,57 punkty co odpowiada niedostatecznemu poziomowi wiedzy, natomiast piłkarze ręczni 4,43 punkty i ich wiedzę oceniono jako dostateczną.

Ankietowani cechowali się niedostatecznym poziomem wiedzy na temat antyoksydantów i wybranych suplementów diety. Dyscyplina sportowa oraz wiek ankietowanych wiąże się z wyższym poziomem wiedzy żywieniowej. Wykształcenie pozostaje bez znamiennego wpływu na poziom wiedzy żywieniowej. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność edukacji żywieniowej sportowców z tematyki antyoksydantów i suplementów diety o właściwościach antyoksydacyjnych

1. Wstęp

Antyoksydanty to substancje, które stanowią ochronę przed wolnymi rodnikami, wstrzymując lub opóźniając proces utleniania. Hamują oksydację i przekształcają rodniki w ich nieaktywne pochodne. ADS (antioxidant defence system) to antyoksydacyjny układ ochronny, obejmujący czynniki ochronne i mechanizmy naprawcze organizmu. Główna funkcja systemu naprawczego ADS polega na zablokowaniu początkowej fazy reakcji utleniania, a także na naprawie uszkodzeń, które powstały wcześniej. Przeciwutleniacze mogą być zarówno egzogenne, jak i endogenne. Antyoksydanty to nie tylko naturalne substancje roślinne, ale także jony metali przejściowych takich jak: cynku, selenu i manganu (Wawrzyniak i in. 2011).

Sportowcy stanowią grupę o specyficznych potrzebach żywieniowych. Regularny wysiłek fizyczny i obciążenia, jakim poddawane są osoby uprawiające sport powoduje konieczność szczególnego zwrócenia uwagi na kwestie równowagi oksydacyjno-redukcyjnej organizmu.

Zwiększony pobór tlenu podczas wysiłku fizycznego skutkuje nasilonym wytwarzaniem reaktywnych form tlenu, co może powodować powstanie stresu oksydacyjnego. Nadmiar wolnych rodników może również powodować zmniejszone tempo adaptacji do wysiłku i regeneracji potreningowej. W celu zniwelowania tego zjawiska warto zwrócić uwagę na odpowiednią podaż antyoksydantów z diety. Dodatkowym wsparciem dla wyrównania nadmiaru wolnych rodników są suplementy diety o właściwościach antyutleniających (Kulik-Kupka i in. 2016; Czajka 2006).

Tworzenie reaktywnych form tlenu podczas wysiłku fizycznego jest prawidłową odpowiedzią, lub nawet niezbędnym zjawiskiem do adaptacji organizmu do większych obciążeń fizycznych. Konsekwencją działalności reaktywnych form tlenu, przez pierwsze 24 godziny od zakończenia aktywności fizycznej w tkance mięśni szkieletowych powstaje kilkaset odmiennych transkryptów, również genów, które kodują białka przeciwutleniające, białka biorące udział w transporcie tlenu, odpowiedzi zapalnej oraz immunologicznej i hipertrofii mięśniowej (Łuszczewski i in. 2007; Ługowski i in. 2011).

Hamowanie produkcji RFT poprzez nadmierne stosowanie przeciwutleniaczy obniża proces adaptacji zawodnika do stresu oksydacyjnego i wysiłku fizycznego. Antyoksydanty, takie jak witamina C oraz witamina E, są wykorzystywane w wyjątkowych okolicznościach. Do takich sytuacji zaliczamy przemęczenie oraz przetrenowanie, podczas którego zaobserwować można wysoki poziom wskaźników pomiaru stresu oksydacyjnego. Zastosowanie mają również przeciwutleniacze działające selektywnie, np. kwas α -liponowy, kwercetyna, arginina, czy cytrulina. Ważna jest konieczność monitorowania zmian, ponieważ działanie RFT zależy od ich stężenia (Zembroń-Łacny i in. 2011; Gacek 2015; Frączek et al. 2016).

Celem pracy była ocena wiedzy sportowców uprawiających zawodowo piłkę nożną i piłkę ręczną dotycząca antyoksydantów oraz wybranych suplementów diety o właściwościach przeciwutleniających. Oceniono również różnice w zasobach wiedzy żywieniowej z uwzględnieniem uprawianej dyscypliny sportowej i wykształcenia.

2. Materiał i Metody

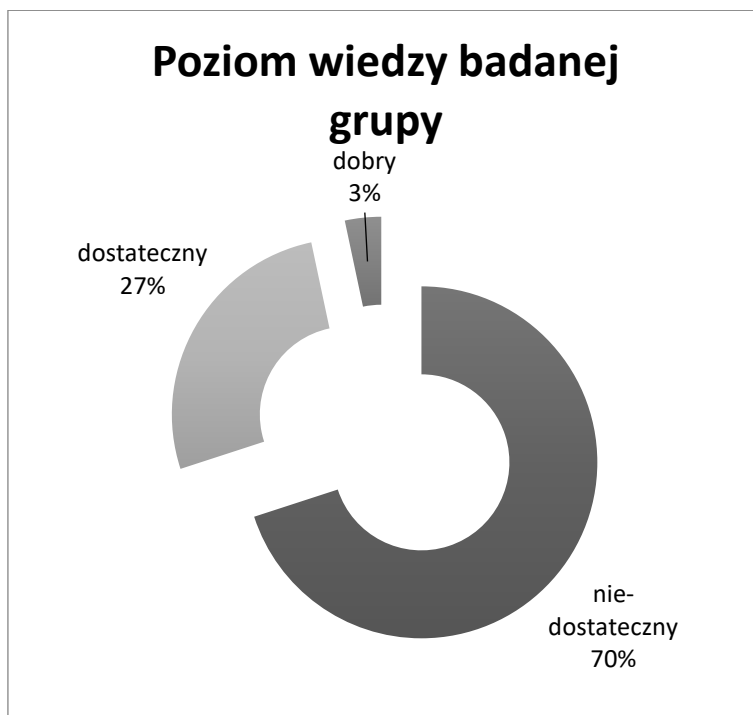
Badanie zostało przeprowadzone wśród 60 zawodowych sportowców: 30 zawodników piłki nożnej, 30 zawodników piłki ręcznej. Ankietowani byli w wieku od 18 do 34 lat. Na potrzeby badania opracowano autorski kwestionariusz składający się z metryczki i części właściwej. Metryczka składała się z 6 pytań dotyczących wieku, wzrostu, masy ciała, wykształcenia, rodzaju uprawianej dyscypliny sportowej i stażu jej uprawiania. Pytania w części właściwej dotyczyły wiedzy żywieniowej badanych osób na temat antyoksydantów oraz wybranych suplementów diety. Ankieta zawierała pytania jednokrotnego wyboru. W celu przeprowadzenia badań zwrócono się z prośbą do władz klubów o zgodę na przeprowadzenie badania wśród zawodników. Udział w badaniu był dobrowolny, a ankietowanym zapewniono anonimowość podczas badania.

Wiedza żywieniowa badanej grupy została oceniona na podstawie autorskiej skali. Ankietowani mogli uzyskać maksymalnie 1 punkt za poprawną odpowiedź. Aby stan wiedzy określono jako bardzo dobry należało uzyskać minimum 9-10 pkt, dobry 7-8 pkt, dostateczny 5-6 pkt, natomiast jako niedostateczny 4 i mniej pkt.

Uzyskane wyniki poddano zabiegom matematycznym w programach komputerowych Microsoft Exel 2010 oraz Statistica v.10 firmy Statsoft. Przed wykonaniem testów statystycznych zweryfikowano zgodność analizowanych zmiennych z rozkładem normalnym za pomocą testu Shapiro-Wilka. Ocenę zależności wykonano za pomocą testów nieparametrycznych ANOVA rang Kruskala-Wallisa. Przyjęto poziom istotności $p < 0,05$.

3. Wyniki

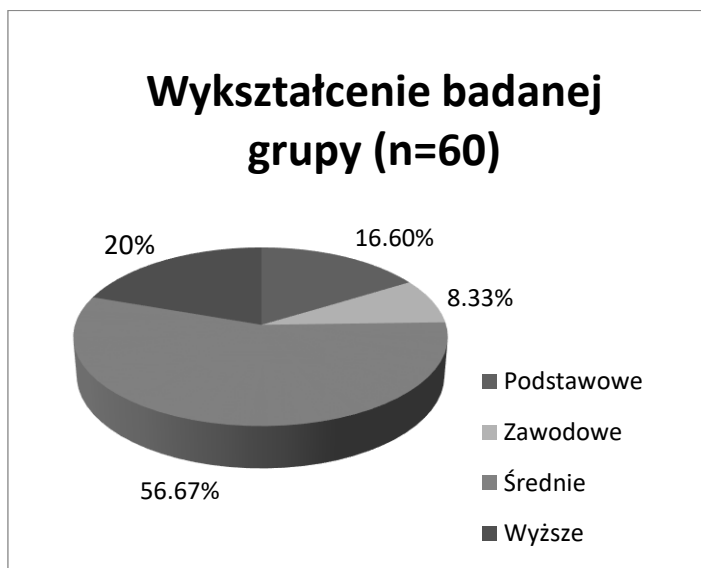
Średnia ilość punktów uzyskanych przez wszystkich mężczyzn wynosiła 4,00, oznacza to, że wiedza żywieniowa badanej grupy jest na poziomie niedostatecznym. Piłkarze nożni uzyskali średnio 3,57 punkty co odpowiada niedostatecznemu poziomowi wiedzy, natomiast piłkarze ręczni 4,43 punkty i ich wiedze oceniono jako dostateczną. Poziom wiedzy żywieniowej przedstawia Rys.1.



Rys. 1 Poziom wiedzy żywieniowej badanej grupy (n=60).

Zaobserwowano istotne statycznie różnice pomiędzy wiedzą żywieniową ($p < 0,001$), a uprawianą dyscypliną sportową. Piłkarze ręczni cechowali się lepszym poziomem wiedzy żywieniowej, niż zawodnicy uprawiający piłkę nożną.

Poziom wiedzy żywieniowej wśród piłkarzy nożnych rozkładał się następująco: 80% (n=24) posiadało wiedzę na poziomie niedostatecznym, 16,6% (n=5) na poziomie dostatecznym i 3,3% (n=1) na poziomie dobrym. Natomiast 60% (n=18) piłkarzy ręcznych posiadało wiedzę żywieniową na poziomie niedostatecznym, 36,7% (n=11) na poziomie dostatecznym i 3,3% (n=1) dobrym.



Rys. 2 Wykształcenie grupy objętej badaniem (n=60).

Ankietowani z wykształceniem podstawowym, zawodowym i średnim mają wiedzę żywieniową na poziomie niedostatecznym, natomiast wiedza ankietowanych z wykształceniem wyższym jest na poziomie dostatecznym.

Stwierdzono istotną statystycznie zależność pomiędzy wiedzą żywieniową a wykształceniem. Zawodnicy z wyższym wykształceniem mieli większą wiedzę żywieniową ($p=0,02$).

Tab. 1 Rozkład poziomu wiedzy żywieniowej w zależności od wykształcenia ($n=60$).

| Wykształcenie | Poziom wiedzy | | | | Średnia ilość punktów |
|---------------|-----------------|------------------|----------------|--------------|-----------------------|
| | Niedostateczny | Dostateczny | Dobry | Bardzo dobry | |
| Podstawowe | N=7 (11,67%) | N=2 (3,33%) | N=1 (1,66%) | 0 | 4,00 |
| Zawodowe | N=3 (5%) | N=1 (1,66%) | 0 | 0 | 3,5 |
| Średnie | N=24 (40%) | N=10 (16,67%) | 0 | 0 | 3,76 |
| Wyższe | N=6 (10%) | N=5 (8,33%) | N=1 (1,66%) | 0 | 4,83 |

4. Dyskusja i wnioski

Sportowcy mają szczególne wymagania żywieniowe, ponieważ w organizmie podczas intensywnego wysiłku fizycznego wiele procesów jest zintensyfikowanych. Wiąże się to ze zwiększonym zapotrzebowaniem na kaloryczność, składniki odżywcze, jak również witaminy i składniki mineralne. Zwiększa się również zapotrzebowanie na związki o właściwościach antyoksydacyjnych, które są kluczowym elementem utrzymania homeostazy organizmu. W związku z rosnącym zainteresowaniem tematyką stresu oksydacyjnego, grupa szczególnie narażona na to zjawisko, czyli sportowcy, powinna pogłębiać swoją wiedzę w tej dziedzinie (Frączek i in. 2012).

Warzywa i owoce stanowią bogate źródło związków przeciwutleniających. Badanie przeprowadzone przez Frączek i in. obejmowało 275 sportowców (98 kobiet i 177 mężczyzn) uprawiających wyczynowo gry zespołowe. Celem badania była ocena zachowań żywieniowych zawodników trenujących gry zespołowe w świetle rekomendacji piramidy żywieniowej dla sportowców. 51,3% badanych spożywało warzywa w formie surowej przynajmniej raz dziennie (Frączek i in. 2013).

Skop-Lewandowska i in. oceniła częstość spożycia wybranych produktów spożywczych i określiła rodzaj i popularność stosowania suplementów diety i odżywek przez młode osoby uczęszczające do krakowskich fitness klubów. Badaniem objęto 105 osób (53% kobiet i 47% mężczyzn) w wieku 20-35 lat. Ankietowani spożywali oleje roślinne średnio 2-3 razy w tygodniu. Mężczyźni najczęściej spożywali soki owocowe lub owocowo-warzywne 1 raz w tygodniu, podobnie plasowało się spożycie orzechów i nasion, ankietowani deklarowali spożycie produktów z tej grupy średnio 1 raz w tygodniu (Skop-Lewandowska i in. 2013)

Szczepańska i in. analizowała zachowania żywieniowe sportowców wyczynowo uprawiających siatkówkę i koszykówkę, badaniem objęto 209 sportowców w wieku od 17 do 33 lat. Według badań autorów 63,63% badanych spożywa codziennie co najmniej 1 porcję surowych warzyw i 80,86% deklaruje spożywanie co najmniej 1 porcji surowych owoców dziennie (Szczepańska i Spałkowska 2012).

Badanie przeprowadzone przez Kopeć i in. miało na celu ocenę zwyczajów żywieniowych sportowców trenujących wyczynowo piłkę nożną, wzięło w nim udział 40 piłkarzy w wieku od 16 do

34 lat. Tylko 10% ankietowanych spożywało warzywa i owoce w formie surowej co najmniej raz dziennie (Kopeń i in. 2013).

Tematem badanym przez Frączek i in. było żywieniowe wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wyczynowych. W badaniu wzięło udział 156 osób (78 kobiet i 78 mężczyzn). L-karnityna była suplementowana przez 45,9% ankietowanych. Kofeina nie była suplementowana, kreatynę stosowało 17,85% (Frączek i in. 2012).

Cristian Petri i in. oceniali nawyki żywieniowe włoskich, elitarnych piłkarzy nożnych grających w sezonie 2014-2015 w okresie przygotowawczym, podczas sezonu meczowego oraz po sezonie. Autorzy wykazali, iż nawyki żywieniowe graczy są niezgodne z międzynarodowymi wytycznymi. Spożycie warzyw i owoców znacząco odbiegało od przyjętych norm, natomiast spożycie olejów roślinnych określono jako wystarczające (Petri i in. 2016).

Mankowski i in. stwierdzili, że najlepszą rekomendacją dotyczącą spożycia przeciwutleniaczy przez sportowców jest zrównoważona dieta bogata w naturalne przeciwutleniacze i substancje fitochemiczne. Regularne spożywanie świeżych owoców i warzyw, ziaren, roślin strączkowych oraz nasion jest zarówno skutecznym jak i bezpiecznym sposobem na utrzymanie równowagi oksydacyjnej u osób aktywnych fizycznie. Wzrost produkcji wolnych rodników spowodowany intensywnym wysiłkiem fizycznym może przekraczać zdolności systemów obronnych organizmu i indukować warunki sprzyjające utlenianiu. Obecnie jednak rozważa się zarówno pozytywne jak i negatywne aspekty generacji wolnych rodników tlenowych u sportowców. W doniesieniach naukowych publikowane są kontrowersyjne dane, niektórzy autorzy twierdzą, że suplementacja antyoksydantami zapobiega prozdrowotnym skutkom ćwiczeń fizycznych i może być szkodliwa poprzez opóźnianie regeneracji mięśniowej, dodatkowo może zmniejszać pozytywny wpływ aktywności fizycznej na zwiększenie wrażliwości na insulinę (Mankowski et al. 2015).

Z przeprowadzonych badań wynika, że wiedza żywieniowa sportowców uprawiających zawodowo piłkę nożną i piłkę ręczną jest niedostateczna. Rodzaj uprawianej dyscypliny oraz wiek ankietowanych wiąże się z wyższym poziomem wiedzy żywieniowej. Wykształcenie pozostaje bez znamiennej wpływu na poziom wiedzy żywieniowej. Uzyskane wyniki wskazują na konieczność edukacji żywieniowej sportowców z tematyki antyoksydantów i suplementów diety o właściwościach antyoksydacyjnych. Prawidłowa równowaga oksydacyjno-redukcyjna ma wpływ na zdolność wysiłkową sportowca, tempo regeneracji, jak również determinuje rozwój schorzeń związanych z destrukcyjną działalnością wolnych rodników. Wszystkie wymienione czynniki są składowymi, które warunkują wysokie wyniki sportowe. Podjęta problematyka wydaje się być aktualna, tym bardziej istotne jest rozpowszechnianie wiedzy na ten temat i prowadzenie badań w tym zakresie (Kopeń i in. 2013).

5. Literatura

- Czajka A (2006) Wolne rodniki tlenowe a mechanizmy obronne organizmu. *Nowiny Lekarskie* 6: 582-586.
- Gacek M (2015) Association between self-efficacy and dietary behaviours of american football players in the polish clubs in the light of dietary recommendations for athletes. *Rocz Panstw Zakl Hig* 66(4): 361-366.
- Frączek B, Brzozowska E, Morawska M (2013) Ocena zachowań żywieniowych zawodników trenujących gry zespołowe w świetle rekomendacji piramidy żywieniowej dla sportowców. *Probl Hig Epidemiol* 94(2): 280-285.
- Frączek B, Gacek M, Grzelak A (2012) Żywieniowe wspomaganie zdolności wysiłkowych w grupie sportowców wyczynowych. *Probl Hig Epidemiol* 93(4): 817-823.
- Kopeń A, Nowacka E, Klaja A i in. (2013) Częstotliwość spożycia wybranych grup produktów spożywczych przez sportowców trenujących piłkę nożną. *Probl Hig Epidemiol* 94(1): 151-157.
- Kulik-Kupka K, Nowak J, Koszowska A i in. (2016) Witaminy w walce z nowotworami. *Med Rodz* 1(19): 26-31.
- Ługowski M, Sączko J, Kulbacka J i in. (2011) Reaktywne formy tlenu i azotu. *Pol Merk Lek* 31(185): 313-317.

- Łuszczewski A, Matyska-Piekarska E, Trefler J i in. (2007) Reaktywne formy tlenu – znaczenie w fizjologii i stanach patologii organizmu. *Reumatologia* 5: 284-289.
- Mankowski RT, Anton SD, Buford TW et al. (2015). Dietary Antioxidants as Modifiers of Physiologic Adaptations to Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 47(9): 1857-68.
- Petri C, Mascherini G, Pengue L i in. (2016) Dietary habits in elite soccer players. *Sport Sci Health* 12(1): 113– 9.
- Skop-Lewandowska A, Małek A, Gmur M i in. (2013) Sposób żywienia oraz popularność stosowania suplementów diety i odżywek wśród młodych osób uczęszczających do klubów fitness. *Probl Hig Epidemiol* 94(4): 786-793.
- Szczepańska E, Spałkowska A (2012) Zachowania żywieniowe sportowców wyczynowo uprawiających siatkówkę i koszykówkę. *Rocz Panstw Zakł Hig* 64(4): 483-489.
- Wawrzyniak A, Krotki M, Stoparczyk B (2011) Właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw. *Medycyna Rodzinna* 1: 20-23.
- Zembroń-Łacny A, Kasperska A, Ostapiuk-Karolczuk J (2011) Aktualny stan wiedzy na temat RONS i wysiłku fizycznego. *Medycyna sportowa* 4(4): 261-271.

8. Podział i charakterystyka substancji słodzących dodawanych do żywności

Division and characteristics of sweeteners added to food

Jaruga-Sękowska Sylwia⁽¹⁾, Staśkiewicz Wiktoria⁽²⁾, Piątek Małgorzata⁽³⁾, Białek-Dratwa Agnieszka⁽³⁾, Grajek Mateusz⁽⁴⁾, Anna-Maria Stelmach⁽³⁾

⁽¹⁾ Zakład Promocji Zdrowia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽³⁾ Zakład Żywienia Człowieka, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽⁴⁾ Zakład Zdrowia Publicznego, Katedra Polityki Zdrowia Publicznego, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Jaruga-Sękowska Sylwia: sjaruga@sum.edu.pl

Streszczenie

Otyłość stanowi globalny problem, jedną z przyczyn jej powstawania jest konsumpcja dużych ilości cukrów prostych. W celu zmniejszenia zjawiska otyłości stosuje się różnego rodzaju słodziki. Substancje słodzące możemy podzielić na naturalne, półsyntetyczne i syntetyczne. Podstawową substancją słodzącą, która jest od dawna używana, to cukier buraczany. Głównym węglowodanem który występuje w buraku cukrowym jest sacharoza. Każda substancja słodząca odznacza się inną intensywnością smaku słodkiego, a wzorcem, do którego należy się odnieść jest właśnie sacharoza.

1. Wstęp

Problemem XXI wieku w Polsce jak i na całym świecie jest nadwaga i otyłość, oraz cukrzyca. W związku ze zwiększoną zachorowalnością na te choroby, wzrosła konsumpcja substancji intensywnie słodzących, których używa się jako zamienniki sacharozy. Otyłość, która wymusza zastosowanie zamienników sacharozy, objawia się nadmiernym nagromadzeniem tkanki tłuszczowej w organizmie, w tym nagromadzeniem lipidów w narządach, np. wątrobie. Jest to czynnik ryzyka, który predysponuje do rozwoju innych chorób, takich jak np. cukrzyca, a w najgorszym wypadku może doprowadzić do zgonu. Istnieje kilka czynników, które wpływają na rozwój nadwagi i otyłości (Kłósiewicz – Latoszek i Cybulska 2011). Są to czynniki genetyczne, socjoekonomiczne, psychologiczne czy środowiskowe, przy czym czynniki genetyczne wpływają na powstanie otyłości jedynie w 25 – 45 %. Wydaje się, że największy wpływ na występowanie otyłości mają takie elementy jak nieprawidłowe nawyki żywieniowe, a dodatkowo brak aktywności fizycznej (Myszkowska – Ryciak i in. 2010). Według WHO otyłość przybrała postać epidemii. W 2005 roku problem nadwagi dotyczył 1, 6 mld osób dorosłych. Liczba ta stale rośnie. Następnym czynnikiem powodującym, że ludzie sięgają po substancje intensywnie słodzące to cukrzyca. Według WHO „cukrzyca jest grupą chorób metabolicznych charakteryzujących się hiperglikemią, wynikającą z defektu produkcji lub działania insuliny wydzielanej przez komórki beta trzustki. Przewlekła hiperglikemia wiąże się z uszkodzeniem, zaburzeniami czynności i niewydolnością różnych narządów, szczególnie oczu, nerek, nerwów, serca i naczyń krwionośnych.”. Podobnie jak w przypadku otyłości, liczba osób chorych na cukrzycę jest bardzo duża, i również z roku na rok liczba ta rośnie. Według WHO w 2011 roku na cukrzycę chorowało 220 milionów ludzi (Zdrojewicz i in. 2015).

Głównym celem stosowania substancji słodzących jest nadanie produktom słodkiego smaku z równoległą małą podażą energii do organizmu. Substancje słodzące w dużej mierze wykorzystywane są w produktach typu „light”, po które często sięgają osoby odchudzające się, bądź takie, które chcą prowadzić zdrowy tryb życia. Osoby z cukrzycą również używają substancji silnie słodzących w dużych dawkach, nie zwracając uwagi na to, jak na prawdę dana substancja słodząca

oddziałuje na organizm. Substancje silnie słodzące nie tylko różnią się właściwościami, ale także intensywnością smaku słodkiego. Większość z nich jest słodsza od zwykłego cukru białego, więc mogą być używane w znacznie mniejszych ilościach niż sacharoza. W niektórych substancjach silnie słodzących nie wyczuwa się wyłącznie smaku słodkiego, ale może być również wyczuwalny np. smak gorzki, czy inne niepożądane rodzaje smaków (Kudelka i Tekiel 2005).

2. Opis zagadnienia

Postrzeżenie smaku odgrywa kluczową rolę w określaniu indywidualnych preferencji żywnościowych, a odżywianie jest jednym z zasadniczych elementów w życiu. Dzięki nim organizm zaspokaja swoje potrzeby energetyczne i odżywcze, natomiast ważne są również wrażenia sensoryczne. Smak odbierany jest za pomocą receptorów smaku po kontakcie z nimi rozpuszczonych substancji chemicznych. Pobieranie pokarmu regulowane jest przez mechanizm fizjologiczny związany z odczuwaniem głodu i sytości, ale także z funkcjonowaniem bodźców zmysłowych. Istnieje wiele czynników, które wpływają na wybór pokarmów przez daną jednostkę. Są to czynniki religijne, kulturowe, ekonomiczne, preferencje pokarmowe, oraz generowane bodźce podczas kontaktu z danym pokarmem czy smakiem (Gawęcki i Galiński 2007).

3. Przegląd literatury

Podstawową substancją słodzącą, która jest od dawna używana, to cukier buraczany. Głównym węglowodanem który występuje w buraku cukrowym jest sacharoza, która występuje w zielonych częściach rośliny, natomiast magazynowana jest w korzeniach, łodygach, nasionach czy owocach (Ciok i in. 2004). Sacharoza występuje również w trzcinie cukrowej, a nawet syropie klonowym. Jest to organiczny związek chemiczny z grupy disacharydów. Zbudowana jest z reszt D-fruktozy i D-glukozy połączonych wiązaniem O- glikozydowym. Jeżeli chodzi o właściwości fizyczne sacharozy, to w temperaturze pokojowej jest bezbarwna i krystaliczna, stała. Bardzo dobrze rozpuszcza się w wodzie, a temperatura jej topnienia wynosi 184°C (Ciok i in. 2004).

Sacharoza ma szerokie zastosowanie. Jest używana do produkcji ciast, ciasteczek, słodzenia napojów gazowanych czy produkcji batonów i czekolady. Oprócz właściwości słodzących, ma ona również wysoką kaloryczność, dlatego często zastępowana jest przez inne środki słodzące (Gawęcki i Galiński 2007). Poza sacharozą naturalnie występującymi cukrami w przyrodzie są: glukoza, fruktoza i laktoza. Glukoza wytwarzana jest w procesie fotosyntezy i zwana jest cukrem gronowym. Największa ilość glukozy występuje w owocach, miodzie i nektarze kwiatów, ale można również uzyskać D-glukozę ze skrobi ziemniaczanej czy mąki kukurydzianej (Gawęcki i Galiński 2007). Fruktoza jest węglowodanem występującym w owocach i miodzie. Owoce o największej ilości fruktozy to m.in. jabłka, gruszki i śliwki. Fruktoza jest o 40% słodsza od sacharozy i często mylnie uważana jest za niskokaloryczną, dlatego warto podkreślić, że w owocach oprócz ważnych witamin występuje również dużo cukru, który dostarcza do organizmu dużą ilość kcal. Produkcję D-fruktozy na skalę przemysłową wykonuje się poprzez enzymatyczną konwersję D glukozy (Rochalska i Michalska 2011). Fruktozę wykorzystuje się w produkcji żywności dla osób chorych na cukrzycę, ale również napojów alkoholowych czy dżemach i galaretkach (Rochalska i Michalska 2011). Laktoza jest naturalnym cukrem mlekowym, którego największą ilość wykazano w mleku ssaków, ale można również znaleźć ją w środowisku roślinnym. Ulega ona hydrolizie w kwaśnym środowisku. Może również przekształcić się do D-glukozy i D-fruktozy w wyniku działania enzymów: emulsyny i β-galaktozydazy (Gawęcki i Galiński 2007).

W przemyśle bardzo często używany jest także syrop glukozowo – fruktozowy. Wykorzystywany jest, jako zamiennik zwykłego cukru buraczanego, ponieważ jest bardzo taną substancją. Syrop glukozowo – fruktozowy jest wysokokaloryczny i używany jest do słodzenia takich produktów spożywczych jak: napoje owocowe, dżemy, owoce w puszkach czy słodycze (Rochalska i Michalska 2011).

Substancje słodzące to takie substancje, które wykorzystuje się w celu nadania produktom słodkiego smaku, ale także w celu zmniejszenia dostarczonej liczby kalorii o około 30%. Substancje słodzące zakwalifikowane są jako dodatki do żywności, i poza wyżej opisanym zastosowaniem mają

one również za zadanie poprawić cechy organoleptyczne produktu. Wzorzec, do którego odnosi się smak słodki to 10% wodny roztwór sacharozy, a jednostka słodkości takiego roztworu wynosi 1 (Zdrojewicz i in. 2015).

3.1 Naturalne substancje słodzące

Stewia jest rośliną występującą w Ameryce Południowej, głównie w Paragwaju i Brazylii. Nazwa tej rośliny to *Stevia rebaudiana*. Warunki potrzebne do prawidłowego wzrostu stewii to piaszczysta gleba, która charakteryzuje się dużą wilgocią i dobrą przepuszczalnością. Stewia jest byliną z rodziny Asteraceae, która może osiągać 65 – 80 cm wysokości. Długość liści wynosi 3 – 4 cm, a ich kształt może być owalny lancetowaty lub łopatkowy (Bugaj i in. 2013). Już od dawna stewia wykorzystywana była w medycynie ludowej. Substancję słodzącą stewii uzyskuje się z obróbki liści. Jest ona około 300 razy słodsza od sacharozy, a za słodki smak stewii odpowiedzialne są glikozydy stewiolowe. Wodny roztwór stewii wykazuje smak mentolowy, odświeżający i chłodzący, z niepożądanym gorzkim posmakiem. Początkowo stewia uważana była za substancję szkodliwą, kancerogenną. Dopiero w latach 2000 – 2009 po ponownym przebadaniu tej substancji została ona uznana za bezpieczną i dopuszczoną do użytku. Stewia nie wpływa na indeks glikemiczny, ma działanie przeciwbakteryjne, oraz może dostarczać do organizmu mikroelementy w które jest bogata. Wykorzystywana jest ona do produkcji gum do żucia, sosów sojowych czy lodów. Stewia jest białym, krystalicznym proszkiem, bez zapachu. Największymi konsumentami słodzików stewiowych są Japończycy, gdzie spożycie tego środka słodzącego szacowane jest na kilka tysięcy ton rocznie. Skład chemiczny stewii praktycznie nie ma znaczenia, ponieważ stewia spożywana jest w bardzo małych ilościach. Głównym składnikiem stewii są glikozydy stewiolowe odpowiedzialne za słodki smak (Kolanowski 2013).

Miód jest substancją słodzącą produkowaną przez pszczoły. Materiał do wytworzenia miodu pobierany jest najczęściej z nektaru kwiatów. Pszczoły łączą nektar z substancjami, które same wydzielają, a następnie taką mieszaninę składają w plastrach gdzie miód dojrzewa. Końcowa jakość miodu uzależniona jest od kilku czynników. Wyróżnia się dwie grupy czynników. Pierwsza z nich to czynniki zależne od środowiska naturalnego, zaś druga grupa to warunki panujące w pasiece. Naturalny miód pszczeli zawiera w swoim składzie: glukozę, fruktozę, wodę, enzymy, kwasy organiczne, sacharozę, sole mineralne, biopierwiastki, oraz białka i aminokwasy (Abdullah et al. 2017).

Trzcina cukrowa jest rośliną pochodzącą z Nowej Gwinei, gdzie była uprawiana już 8000 lat temu. Następnie przewędrowała do Indii i Chin, a około 700 roku p.n.e. po raz pierwszy otrzymano z trzciny czysty cukier krystaliczny (Szajner 2015). Roślina ta dobrze rośnie w warunkach tropikalnych, na żyznej glebie o pH 5-8, w nasłonecznionym miejscu. W temperaturze poniżej 20 °C jej wzrost ulega zahamowaniu. Jest to roślina, która może sięgać 6 m wysokości, a w łodydze trzciny, która może mieć kolor jasnozielony, czerwony, purpurowy, ciemnozielony, ciemnożółty lub fioletowy, znajduje się sok bogaty w sacharozę. Liście trzciny cukrowej są równowąskie, a ich długość wynosi 0,5 – 2 m, przy szerokości 4 – 10 cm. Owocem trzciny jest ziarniak, natomiast płodne nasiona występują bardzo rzadko (Szajner 2015).

Poza sacharozą w roślinie tej występują także inne substancje, a ich zawartość obrazuje tabela 1 (Tab.1).

Wbrew nazwie, trzcina cukrowa nie należy do rodziny trzcina. Jest to roślina wieloletnia, która należy do rodziny wiechlinowatych. Trzcina cukrowa uprawiana jest głównie na cukier, oraz alkohol (przede wszystkim do produkcji bioetanolu). W przeciągu roku trzcina zbierana jest dwukrotnie, a ilość zbiorów pomiędzy sadzeniami wynosi od 6-10 razy. Trzcina cukrowa zawiera w sobie kwas cyjanowodorowy, co może powodować, że zjadana w większych ilościach surowa trzcina, oraz powstająca w procesie tworzenia cukru melasa, mogą być szkodliwe dla zwierząt (Szajner 2015).

Trzcina używana jest głównie do produkcji cukru, ale również wykorzystywana jest do produkcji spirytusu. W krajach takich jak Kuba, Dominikana, Puerto Rico, Madagaskar czy Madera z trzciny cukrowej produkowany jest rum. Kawałki żdźbła trzciny cukrowej, czasami kandyzowane, spożywane są jako słodczyce. Poza zastosowaniem spożywczym, z trzciny cukrowej produkuje się

również kosmetyki, świece, preparaty do impregnacji drewna, biodegradowalny plastik, oraz bioetanol (Szajner 2015). Roślina ta używana jest również do leczenia niektórych schorzeń, takich jak biegunka, gorączka czy infekcje bakteryjne. Używa się jej także w przypadku chorób nerek czy żołądka (Majewska i in. 2010).

Tab. 1. Składniki występujące w trzcinie cukrowej (Szajner 2015).

| Składniki | Zawartość na 100 g |
|-------------------------|---------------------------|
| Białko | 0,6 % |
| Tłuszcz | 0,1 % |
| Wapń | 8 mg |
| Fosfor | 6 mg |
| Żelazo | 1,4 mg |
| Kwas askorbinowy | 3 mg |

Taumatyna jest substancją białkową, która wyizolowana jest z drzewa *Taumatococcus danieli*. Roślina ta pochodzi z Afryki. Taumatyna przez długi czas była jedyną substancją intensywnie słodzącą dopuszczoną do użycia. Jest to substancja białkowa trudna do uprawy. Obecnie uzyskuje się ją głównie ze zmodyfikowanych drobnoustrojów. Symbol taumatyny, który może być użyty w składzie produktu to E957. Taumatyna to substancja, która jest około 2000-3000 razy słodsza od wzorcowej sacharozy. Może ona stracić swoje substancje słodzące jeżeli zostanie podgrzana do wysokich temperatur, bądź, jeżeli oddziałuje na nią środowisko kwaśne. Jeden gram taumatyny dostarcza 4 kcal, natomiast substancja ta jest używana w bardzo małych ilościach, więc ogólnie kaloryczność taumatyny nie ma dużego znaczenia. Często słodycz taumatyny odczuwana jest z opóźnieniem, natomiast bardzo długo utrzymuje się ona ustach. Owoc taumatyny jest niewielki o pomarańczowej barwie, kształtem przypominający dynię (Świąder i in. 2011).

3.2 Półsyntetyczne substancje słodzące

Sorbitol jest to substancja słodząca pochodząca z redukcji glukozy. Naturalnie występuje w wielu owocach, m.in. w jabłkach, gruszkach i wiśniach. Jako dodatek do żywności oznakowany jest symbolem E420, natomiast może być również użyty do produkcji detergentów, żywic syntetycznych a nawet do środków farmaceutycznych czy kosmetycznych. Sorbitol dobrze rozpuszcza się w wodzie, jest substancją białą, krystaliczną, słodką. Substancja ta w dużych dawkach może wywołać biegunkę, a jego zdolność do fermentowania w jelitach może sprzyjać powstaniu zespołu jelita drażliwego (Myszkowska-Rygiak i in. 2010).

Ksylitol (inaczej nazywany cukrem brzozowym) występuje w warzywach i owocach takich jak śliwki czy kalafior. Należy on do polioli, czyli do grupy pięciowęglowych wielowodorotlenowych alkoholi cukrowych. Oprócz właściwości słodzących jest on również używany jako stabilizator, emulgator, środek zagęszczający, oraz pochłaniający wilgoć. Ksylitol najczęściej spotykany jest w gumach do żucia, ale także w preparatach farmaceutycznych czy pastach do zębów. Zamiast nazwy danej substancji, na opakowaniu produktu można znaleźć jej symbol (Myszkowska-Rygiak i in. 2010).

Cukier brzozowy wyglądem przypomina zwykły cukier. Jest to substancja bezpieczna i dla dzieci i dla dorosłych. Ksylitol jest krystaliczny, o białej barwie bez zapachu. Jego smak jest bardzo zbliżony do smaku cukru buraczanego i nie zawiera żadnych niepożądanych posmaków. W porównaniu do sacharozy dostarcza 40% mniej kalorii. W odróżnieniu od cukru natomiast nie ulega karmelizacji i jest stabilny w podwyższonej temperaturze. Indeks glikemiczny ksylitolu wynosi 13, a jego dawka tolerowana to 100 g na dzień. Metabolizowany on jest bez udziału insuliny, dlatego bardzo dobrze sprawdza się jako substancja słodząca dla diabetyków. Ksylitol ma działanie probiotyczne, czyli wzmacnia odbudowę flory bakteryjnej jelit. Ma również wpływ na zatrzymanie

rozwoju próchnicy, ponieważ nie ulega fermentacji w jamie ustnej. Dlatego zaleca się używanie po posiłkach gum do żucia, w skład których wchodzi ksylitol. Oprócz działania przeciwp próchniczego ksylitol niweluje również przykry zapach z ust, oraz działa odświeżająco. Poza wyżej wymienionymi walorami, ksylitol może zapobiegać grzybicom, stanom zapalnym i infekcjom, ponieważ ma działanie przeciwwgrzybiczne. Jednakże należy pamiętać, aby nie przekroczyć zalecanej dziennej dawki tej substancji, ponieważ przedawkowanie ksylitolu może skutkować biegunką, wzdęciami czy niestrawnością (Grembecka 2015).

Tab. 2. Symbole substancji słodzących (Myszkowska–Ryciak i in. 2010).

| Substancja słodząca | Symbol substancji słodzącej |
|----------------------------|------------------------------------|
| Laktitol | E 966 |
| Izomalt | E 953 |
| Sorbitol | E 420 |
| Mannitol | E 421 |
| Ksylitol | E 967 |
| Maltitol | E 965 |
| Erytrytol | E 968 |
| Glikozydy stewiolowe | E 960 |
| Taumatyna | E 957 |
| Sukraloza | E 955 |
| Sacharyna | E 954 |
| Cyklaminian | E 952 |
| Aspartam | E 951 |
| Acesulfam K | E 950 |

Izomalt to substancja z grupy polioli, której kaloryczność jest niższa niż kaloryczność zwykłego cukru buraczanego. Izomalt jest wykorzystywany do słodzenia batonów, cukierków i czekolady (Myszkowska–Ryciak i in. 2010).

Mannitol jest substancją słodzącą otrzymywaną syntetycznie z D – mannozy i D – fruktozy, natomiast naturalnie występuje m. in. w grzybach, oliwkach i cebuli. Spożywany w dużych ilościach, bądź u osób które go nie tolerują, może powodować wystąpienie biegunek lub wzdęć. Mannitol głównie wykorzystywany jest jako wypełniacz i wykazuje w ustach efekt chłodzenia. Symbol mannitolu używany w składzie produktu to E421. Mannitol posiada kalorie, natomiast jego kaloryczność jest niższa niż kaloryczność cukru (Myszkowska–Ryciak i in. 2010).

Maltitol to substancja z grupy polioli. Ten organiczny związek chemiczny pozyskiwany jest z ziaren zbóż. Podobnie jak inne poliiole jest mniej słodki od sacharozy. Jego dodatek do gum do żucia może sprzyjać zniwelowaniu rozwinięcia się próchnicy.

Laktitol jest to substancja słodząca pozyskiwana z cukru mlekowego. Może być wykorzystywana w produkcji jako środek wiążący lub nośnik. Substancję tą wykorzystuje się do słodzenia sosów, marmolady, dżemów, musztard, gum do żucia a nawet pieczywa. Nadmierne jednorazowe spożycie laktitolu może prowadzić do wystąpienia wzdęć lub biegunki (Świąder i in. 2011).

3.3 Syntetyczne substancje słodzące

Substancje intensywnie słodzące, które są dopuszczone do stosowania w Polsce to między innymi aspartam i acesulfam K. Substancje te w stosunku do sacharozy mają niską wartość

energetyczną, bądź nie mają jej w ogóle. W celu nadania produktowi słodkiego smaku, syntetyczne substancje słodzące mogą być użyte w znacznie mniejszej ilości niż sacharoza. Dodatkowo, poprzez jednoczesne użycie różnych substancji intensywnie słodzących, można zwiększyć słodycz danego produktu (Sękalska 2007).

Aspartam to jeden z najpopularniejszych słodzików na świecie. Dopuszczony do stosowania został w 1981 roku, czyli 24 lata po jego odkryciu. Jest słodszy od wzorcowej sacharozy o 150 – 200 razy, a jego kaloryczność wynosi 4kcal/1g. Aspartam ma działanie wzmacniające smak owocowy, a jego smak charakteryzuje się najczystsza słodyczą (bez posmaków nieporządanych, bądź w małych ich ilościach). Po spożyciu aspartamu, słodki smak w ustach znika bardzo szybko, gdzie po sukralozie czy neomamie ukazują się w ustach dopiero po jakimś czasie i utrzymuje się na dłużej. Najlepsze właściwości słodzące aspartamu uzyskuje się w niskich temperaturach, ponieważ jest on nieodporny na wysokie temperatury. Jest słabo rozpuszczalny i niestabilny w kwaśnym środowisku. W celu szerszego zastosowania od pewnego czasu na rynek został wprowadzony aspartam mikrokapsułkowany. Forma ta jest odporna na ogrzewanie, a w roztworach wodnych o pH 3-6 jest stabilna. Bardzo ważne jest prawidłowe obchodzenie się z tą substancją, ponieważ przy długim jego przechowaniu bądź ogrzewaniu może dojść do powstania diketopiperazyny, czyli substancji, która szkodliwie oddziałuje na organizm. W aspartamie obecna jest fenyloalanina, co powoduje, że nie mogą go spożywać osoby chore na fenylketonurię [20,23]. W organizmie aspartam przekształca się w wyżej wspomnianą fenyloalaninę, ale dodatko w kwas asparaginowy i metanol. Metanol dalej utlenia się do kwasu mrówkowego i do toksycznego formaldehydu. ADI dla aspartamu, oraz innych substancji słodzących (Sękalska 2007).

Acesulfam K jest sztuczną substancją słodzącą, która daje natychmiastowe uczucie słodyczy. Słodycz ta utrzymuje się w ustach dłużej, niż słodycz powszechnie używanej sacharozy od której jest słodszy o ok. 200 razy. Substancję tę raczej używa się w połączeniu z inną substancją słodzącą, ponieważ acesulfam K w większych ilościach może dawać gorzki bądź metaliczny posmak. W środowisku wodnym wykazuje się stabilnością, a w roztworach wodnych o pH 3-5 jego zawartość nie zmienia się (Sękalska 2007).

Substancja ta nie jest metabolizowana przez organizm ludzki, dlatego jest wydalany z moczem w niezmienionej postaci (Świerczek i in. 2016).

Cyklaminiany podobnie jak sacharyna, aspartam czy acesulfam K, wykazują się brakiem kaloryczności. W porównaniu z innymi substancjami słodzącymi cyklaminiany charakteryzują się najmniejszą intensywnością słodyczy. Cyklaminian jest odporny na temperatury i dobrze rozpuszcza się w wodzie. W połączeniu z sacharyną niweluje jej gorzki posmak, natomiast wchłaniane przez organizm jego metabolity mogą działać rakotwórczo (Świerczek i in. 2016).

Sacharyna początkowo była uważana za szkodliwą dla zdrowia, ale po badaniach została dopuszczona do użytku w ponad 90 krajach. Jest substancją słodsza od sacharozy o 250 do nawet 500 razy, dzięki temu można jej używać w bardzo małych ilościach. Jest używana np. w produkcji leków w celu znielowania niepożądanych smaków. Sacharyna jest substancją, która słabo rozpuszcza się w wodzie, dlatego przeważnie używa się jej soli. Może wykazywać niepożądany metaliczny – gorzki smak, dlatego zazwyczaj jest mieszana z innymi substancjami słodzącymi (Myszkowska–Ryciak i in. 2010).

Sukraloza jest pochodną sacharozy słodsza od cukru około 600 razy. Substancja ta nie jest metabolizowana przez organizm, dlatego nie dostarcza kalorii. Słodycz ten jest dopuszczony do użytku w wielu krajach. Jest odporna na wysokie temperatury, dlatego często używa się jej do produkcji wypieków (Myszkowska–Ryciak i in. 2010).

Erytrytol należy do grupy polioli. Substancja ta szybko ulega krystalizacji. Erytrytol ma słodki smak bez posmaków niepożądanych, może sprawiać wrażenie chłodzenia w ustach. Wyglądem przypomina sacharozę, jego kryształki są koloru białego. Dobrze rozpuszcza się w wodzie (Rywińska i in. 2013).

4. Podsumowanie

Obniżenie kaloryczności oraz zachowanie słodkiego smaku, w niektórych przypadkach brak wpływu na poziom glukozy we krwi, nie stwarzanie warunków do rozwoju próchnicy zębów to

najistotniejsze zalety słodzików, które dzięki swoim cechom mogą być pomocne w zapobieganiu i leczeniu otyłości, mogą być stosowane zarówno przez cukrzyków jak i osoby które bez rezygnacji ze smaku słodkiego chciałyby ograniczyć spożycie kalorii. Korzyści związane ze zastosowaniem tych substancji w żywności skłaniają producentów do stosowania ich w coraz szerszej gamie produktów. Dostępność coraz większej liczby produktów zawierających w swym składzie słodziki może wpłynąć na zwiększenie ich spożycia. Co z kolei skłania do prowadzenia ciągłej kontroli ich bezpieczeństwa i poddawania ich kolejnym kontrolom wynikającym z nowych warunków ich stosowania oraz pojawiających się kolejnych badań naukowych na temat ich właściwości i bezpiecznego poziomu ich spożycia.

5. Literatura

- Alangari A, Morris K, Lwaleed A et al. (2017) Honey is potentially effective in the treatment of a topic dermatitis: Clinical and mechanistic studies. *Immunity, Inflammation and Disease* 5(2): 190-199.
- Bugaj B, Leszczyńska T, Pysz M i in. (2013) Charakterystyka i prozdrowotne właściwości Stevia Rebaudiana Bertoni. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3(88): 27-38.
- Ciok J, Tacikowski T, Wyrobek I (2004) Fruktaza jako czynnik ryzyka przewlekłych chorób metabolicznych. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm* 1: 88-95.
- Gawęcki J, Galiński G (2007) Sensoryczne mechanizmy regulacji spożywania pokarmu. *Kosmos-problemy nauk biologicznych* 59:(3) 281-290.
- Grembecka M (2015) Ksylitol – rola w diecie oraz profilaktyce i terapii chorób człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.*- XLVII 3: 340-343.
- Kolanowski W (2013) Glikozydy stewiolowe – właściwości i zastosowanie w żywności. *Bromat. Chem. Toksykol.*- XLVI 2: 140-150.
- Kłosiwicz-Latoszek L, Cybulska B (2011) Cukier, a ryzyko otyłości, cukrzycy i chorób sercowo-naczyniowych. *Probl Hig Epidemiol* 92(2): 181-186.
- Kudęłka W, Tekieła K (2005) Żywność dietetyczna, a zdrowie człowieka. *Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie* 678: 25-35.
- Majewska E, Kowalska J, Jeżewska A (2010) Charakterystyka jakości miodów wielokwiatowych z różnych regionów Polski. *Bromat. Chem. Toksykol.* – XLIII 3: 391-397.
- Myszkowska-Ryciak J, Harton A, Gajewska D. i in. (2010) Środki słodzące w profilaktyce i leczeniu otyłości. *Kosmos* 59: 365-374.
- Sękalska B (2007) Zawartość sztucznych substancji słodzących- aspartamu, acesulfamu K i sacharynianu sodu w napojach dietetycznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 3(52): 127-138.
- Szajner P (2015) Światowy rynek trzciny cukrowej. *Problemy rolnictwa światowego* 15(2): 140 - 149.
- Świąder K, Waszkiewicz-Robak B, Świdorski F (2011) Substancje intensywnie słodzące – korzyści i zagrożenia. *Probl Hig Epidemiol* 92(3): 392 – 396.
- Świerczek U, Borowiecka A, Feder-Kubis J (2016) Struktura, właściwości i przykłady zastosowań syntetycznych substancji słodzących. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(107): 15-25.
- Rochalska M, Michalska A (2011) Rośliny uprawne stanowiące dla człowieka źródło cukru. *Postępy Nauk Rolniczych* 4: 49-62.
- Rywińska A, Tomaszewska L, Cybulski K (2013) W. Biosynteza erytrytolu z glicerolu przez szczep *Yarrowia lipolytica* Wratislavia K1- UV21 w różnych systemach hodowlanych. *Biotechnologia* 12(1): 37-50.
- Zdrojewicz Z, Kocjan O, Idzior A (2015) Substancje intensywnie słodzące- alternatywa dla cukru w czasach otyłości i cukrzycy. *Medycyna Rodzinna* 2(18): 89-93.

9. Wybrane zioła jako potencjalne dodatki wzbogacające do żywności uzyskiwanej z zastosowaniem obróbki ciśnieniowo-termicznej

Selected herbs as potential enrichment additives for food obtained with application of pressure-thermal treatment

Katarzyna Lisiecka⁽¹⁾, Agnieszka Wójtowicz⁽¹⁾, Karol Kupryaniuk⁽¹⁾, Anna Rodzeń⁽²⁾

⁽¹⁾Katedra Techniki Ciepłej i Inżynierii Procesowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

⁽²⁾Katedra Energetyki i Środków Transportu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Opiekun naukowy: dr hab. Agnieszka Wójtowicz

Katarzyna Lisiecka: katarzyna.zelizko@gmail.com

Słowa kluczowe: pokrzywa pospolita, czarny bez, rumianek, ekstruzja

Streszczenie

Zioła cieszą się niezmienną popularnością od wieków. Wynika to głównie z ich leczniczych właściwości, które zawdzięczają związkom biologicznie aktywnym obecnym w ich składzie. Dodawanie ich do receptury artykułów spożywczych może czynić uzyskane produkty żywnością, która będzie charakteryzowała się właściwościami funkcjonalnymi. Poniższa praca zawiera przegląd wybranych ziół, które mogą stanowić potencjalny dodatek podczas wprowadzania zmian recepturowych w tradycyjnych lub ekstrudowanych produktach. W przeglądzie uwzględnione zostały: rumianek, bez czarny oraz pokrzywa pospolita.

1. Wstęp

Na rynku polskim obserwuje się ciągły wzrost zainteresowania surowcami zielarskimi. Wynika to z upodobań konsumentów, którzy poszukują naturalnych produktów o właściwościach leczniczych lub prozdrowotnych. Istotne jest, iż jakość oferowanych surowców w dużej mierze zależy od sposobu ich uprawy. Te najbardziej cenne pochodzą z rolnictwa oraz przetwórstwa ekologicznego (Kafel 2018). Wśród dostępnych na rynku ziół na szczególną uwagę zasługuje m.in. rumianek (*Matricaria chamomilla* L.), który nosi przydomek „gwiazdy” wśród gatunków roślin leczniczych. Jest to obecnie bardzo popularna i powszechnie stosowana roślina lecznicza (Kisić i in. 2019). Również czarny bez znalazł zastosowanie w medycynie domowej ze względu na swoje właściwości farmakologiczne. Do najcenniejszych części bzu czarnego, który jest uprawiany powszechnie na całym świecie, należą jego owoc oraz kwiaty (Sobieralski i Kurek 2019). Korzystny wpływ na zdrowie ludzkie ma także pokrzywa pospolita, która jest rośliną całoroczną, dziko rosnącą i jednocześnie chwastową (Knežević i in. 2019).

2. Opis zagadnienia

Produkty funkcjonalne dostępne obecnie na rynku wzbogacane są przede wszystkim w witaminy, nutraceutyki lub zioła. Obejmują one m.in. ekstrudowane płatki zbożowe, chleb czy napoje. Asortyment ten może wpływać na poprawę jakości życia, ponieważ spożywanie tego typu produktów może odgrywać ważną rolę w zapobieganiu chorobom przewlekłym (Blicharski i in. 2017). Jednakże należy pamiętać, iż korzyści funkcjonalne mogą stanowić wartość dodaną dla konsumentów, ale nie mogą przeważać właściwości sensorycznych żywności. Dlatego same badania naukowe nie sprawią, że produkt odniesie sukces na rynku, jeżeli zabraknie akceptacji przyszłego konsumenta. Kluczowa tutaj jest również edukacja społeczeństwa w aspekcie wyboru produktów spożywczych, które są na co dzień dostępne na sklepowych półkach (Puhakka i in. 2018). Rośliny lecznicze, które odgrywają podstawową rolę w utrzymaniu dobrostanu zdrowia ludzkiego, mogą być stosowane jako źródła związków terapeutycznych (Chaves i in. 2019). Zastosowanie części roślin i izolowanych fitoskładników do zapobiegania i leczenia różnych zaburzeń zdrowotnych jest

praktykowane od wielu dziesięcioleci (Parlinska-Wojtan i in. 2016). Dlatego też zioła mają duży potencjał jako jeden z surowców w całkowicie nowych produktach (Chaves i in. 2019).

Przykładem procesu, który umożliwia uzyskanie wysokiej jakości asortymentu spożywczego i paszowego oraz wykorzystuje szeroką gamę dodatków o właściwościach prozdrowotnych jest obróbka ciśnieniowo-termiczna zwana ekstruzją. Proces ten specyficznym sposobem wytwarzania żywności, który charakteryzuje wykorzystanie wysokiej temperatury oraz sił ścinających w krótkim czasie do wytworzenia produktu o określonych właściwościach fizycznych i chemicznych. Podczas procesu dochodzi do skleikowania skrobi, denaturacji białka oraz inaktywacji enzymów, drobnoustrojów i wielu czynników przeciwżywnościowych. (Akande i in. 2017). Do najpopularniejszych produktów uzyskiwanych na drodze ekstruzji zaliczyć można chrupki przeznaczone do bezpośredniego spożycia, galanerię śniadaniową i cukierniczą, tekstury białkowe, pieczywo chrupkie czy makarony instant (Moscicki 2011). Zasadniczo proces pomaga wytwarzać produkty o wysokiej wartości odżywczej i cechach funkcjonalnych (Akande i in. 2017). Dowodzą tego doniesienia, które wskazują, iż możliwe jest otrzymanie atrakcyjnych produktów o podwyższonej wartości żywieniowej lub wyrobów o właściwościach prozdrowotnych, wynikających z zastosowania dodatków ziołowych bądź warzywnych (Oniszczuk i in. 2017; Wójtowicz i in. 2018).

3. Przegląd literatury

Od dawna wiadomo, że naturalne produkty (ekstrakty roślinne lub aktywne fitozwiązki) zapewniają ważne wsparcie terapeutyczne podczas leczenia. Przyjmuje się, że rośliny i produkty naturalne odgrywały istotną rolę w medycynie i zdrowiu od początku ludzkości (Danciu i in. 2018). Rumianek (*Matricaria chamomilla L.*) jest stosowany od wieków jako lek ziołowy do leczenia różnych stanów zapalnych, takich jak wypryski, wrzody, dna moczanowa, nerwobóle i bóle reumatyczne. Kwiaty rumianku zawierają od 1% do 2% lotnych olejków, w tym α -bisabolol, tlenki α -bisabololu A i B oraz matricin (zwykle przekształcany w chamazulen), a także inne flawonoidy, które mają właściwości przeciwzapalne. Dlatego też w 26 krajach produkty farmaceutyczne na bazie tego kwiatu zostały ujęte w spisie leków (Ghamchini i in. 2019). α -bisabolol (BISA) to nienasycony monocykliczny związek seskwiterpenowy o charakterystycznym kwiatowym zapachu, występujący głównie w olejku eterycznym z rumianku. BISA jest szeroko stosowany w perfumach, mydłach, kosmetykach i innych higienicznych produktach osobistych. W ostatnich latach zainteresowanie naukowe BISA wzrosło, ponieważ wykazano kilka działań biologicznych dla tego związku, np. działanie przeciwbakteryjne czy antymutagenne. Niektóre badania wykazują również działanie ochronne BISA w modelach ostrego zapalenia i uszkodzenia płuc wywołanego sepsą (Cavalcante i in. 2019). Rumianek jest stosowany w leczeniu różnych stanów zapalnych lub jako płyn do płukania jamy ustnej w leczeniu dziąseł. Działanie terapeutyczne rumianku wynika z jego składu biologicznego zawiera m.in. fenole i flawonoidy, apigeninę, kwercetynę, patuletynę, luteolinę i ich glukozydy. Dodatkowo w roślinie możemy odnaleźć seskwiterpeny, terpenoidy, flawonoidy, kumaryny, takie jak herniaryna i umbelliferon, fenylopropanoidy, takie jak kwas chlorogenowy i kwas kawowy (Parlinska-Wojtan i in. 2016). Do głównych właściwości rumianku zaliczyć możemy działanie przeciwutleniające, antyseptyczne, przeciwzapalne, przeciwwirusowe, przeciwskurczowe czy uspokajające. Potencjał antyproliferacyjny wyciągu z rumianku opisano dla różnych linii komórkowych, w tym nabłonka ludzkiej prostaty, raka piersi, gruczolaka szyjki macicy, włóknakiomęsaka HT1080 i komórki raka okrężnicy RKO (Danciu i in. 2018). Jako produkt przemysłowy rumianek spożywany jest najczęściej pod postacią naparu bądź wywaru, który sporządza się zazwyczaj z rozdrobnionych kwiatów, w celu polepszenia trawienia, ułatwienia eliminacji gazów, pobudzenia apetytu, złagodzenia niepokoju, podczas leczenia kolki, ran lub chorób skóry, jako środek leczniczy o właściwościach przeciwzapalnych. Rumianek jest źródłem różnorodnych strukturalnie włókien pokarmowych. Dodatkowo, polisacharydy z rumianku mogą mieć potencjalną funkcję prebiotyczną. Ponadto, olej rumiankowy jest szeroko stosowany w przemyśle perfumeryjnym, kosmetycznym, aromaterapii oraz w przemyśle farmaceutycznym i spożywczym. Tak więc istnieje duże zapotrzebowanie na rumianek na rynku. Co więcej, jest to równocześnie piąta najlepiej sprzedająca się roślina zielarska na świecie (Chaves i in. 2019).

Bez czarny (*Sambucus nigra*) jest dobrym źródłem białka, wolnych i sprzężonych form aminokwasów, nienasyconych kwasów tłuszczowych, frakcji błonnika, witamin, przeciwutleniaczy i minerałów. Skład czarnego bzu zależy od wielu czynników, m.in. od odmiany, stopnia dojrzałości, a także warunków środowiskowych i klimatycznych. Roślina jest źródłem białka, którego zawartość w owocach wynosi 2,7–2,9%, w kwiatach 2,4%, a w liściach 3,3%. Białko czarnego bzu jest kompletne, spośród szesnastu aminokwasów znalezionych w owocach siedem należy do grupy egzogennych (organizm ludzki nie ich może syntetyzować, więc muszą być dostarczane w diecie) oraz relatywnie egzogennych (mogą być syntetyzowane w ciele z innych aminokwasów), w liściach oraz kwiatach odkryto natomiast dziewięć takich aminokwasów (Sidor i Gramza-Michałowska 2015). Bez czarny posiada szereg prozdrowotnych właściwości, wśród nich najbardziej rozpowszechnione jest działania przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne, zdolność do obniżenia stężenia poziomu cukru i lipidów we krwi, właściwości przeciwdepresyjne i przeciwnowotworowe. Dodatkowo, napary przygotowane z kwiatów bzu czarnego znacznie zmniejszają stres oksydacyjny. Bez czarny charakteryzuje się wysoką zawartością związków bioaktywnych, zwłaszcza polifenoli o wysokiej aktywności biologicznej, m.in. kwasu askorbinowego, flawonoidów, kwasu fenolowego i antocyjanów, które odpowiadają za czarno-fioletowy kolor jagód (Sobieralska i Kurek 2019). Flawonoidy odgrywają ważną rolę w ochronie roślin przed stresem fizjologicznym, zabezpieczają roślinę przed infekcją i ranami poprzez wzmocnienie ścian komórkowych. Chronią także przed szkodliwym działaniem światła UV, ponieważ mają skłonność do pochłaniania takiego promieniowania. Są wszechobecne w jadalnych roślinach i owocach, a zatem stanowią część diety człowieka. Dietetyczne flawonoidy, składające się głównie z antocyjanów, katechin i innych flawanoli i flawanonów wykazują korzyści odżywcze. Niektóre flawonoidy zostały wyróżnione za swoje właściwości farmakologiczne. Dieta bogata w antocyjany może pomóc chronić organizm przed infekcjami wirusowymi. W literaturze można odnaleźć doniesienia, iż niektóre antocyjany zmniejszają zakaźność wirusa grypy. Ponadto antocyjan-cyjanidyno-3-sambubiosyd, pochodzący z czarnego bzu, a także strukturalnie pokrewne antocyjany i katechiny mogą hamować funkcję neuraminidazy grypy. Antocyjaniny i ich formy antocyjanidynowe będące aglikonami stanowią grupę rozpuszczalnych w wodzie flawonoidów, które występują szczególnie często w jagodach. Obecne antocyjany i ich stężenia są charakterystyczne dla konkretnej odmiany owoców i warunków jej uprawy. Sześć antocyjanidyn jest szczególnie rozpowszechnionych i często przyczynia się do pigmentacji owoców. Spośród nich cyjanidyna występuje najczęściej. Pozostałe, w kolejności malejącej, to delfinidyna, peonidyna, pelargonidyna, petunidyna i malwidyna. Ich stężenie w owocach jest na ogół proporcjonalne do intensywności barwy owocu i może osiągnąć wartości do 2 g do 4 g na kg. Ilościowe zmiany zawartości antocyjanów w dojrzałych owocach występują w odpowiedzi na czynniki klimatyczne, takie jak światło i temperatura, a nawet charakter odmiany, ich skład w surowych owocach, produktach żywnościowych i preparatach nutraceutycznych może różnić się znacznie, bardzo często zawartości te są nieznane. Biodostępność tych związków po spożyciu może również różnić się znacznie dla różnych antocyjanów i zależy od mieszaniny obecnych antocyjanów lub receptury produktu (Cody i in. 2018).

Pokrzywa (*Urtica dioica* L.) jest pospolitą rośliną zielarską, którą można spotkać na terenie Europy, Azji, Afryki oraz Ameryki Północnej. W wielu kulturach jest promowana przez zielarzy jako specyfik na szeroki zakres problemów zdrowotnych. Ze względu na to, iż jest lekkostrawna oraz zawiera dużo minerałów (zwłaszcza żelazo), witaminę C i prowitaminę A, spożywana jest przez duży odsetek konsumentów zainteresowanych zdrowym odżywianiem. Ze względu na dużą wilgotność zalecane jest odwodnienie rośliny w celu jej konserwacji (Lule i Koyuncu 2017). Pokrzywa zwyczajna rośnie zazwyczaj na terenach zielonych. Liście pokrzywy są bogatym źródłem niezbędnych aminokwasów, węglowodanów, kwasu askorbinowego, składników fenolowych, garbników, steroli i niektórych pierwiastków oraz minerałów. Fakt, iż liście pokrzywy są bogate w flawonoidy, chlorofile i karotenoidy oraz produkty ich degradacji, witaminy oraz inne cenne składniki sprawia, że pokrzywa jest często stosowana w medycynie ludowej oraz w badaniach naukowych. Część pokrzywy, która rośnie nad ziemią, jest pomocna przy zwalczaniu bóli mięśniowych oraz podczas problemów ze skórą głowy (głównie podczas nadmiernego łysienia bądź przetłuszczenia). Roślinie przypisuje się działanie przeciwdrobnoustrojowe i przeciwutleniające oraz

właściwości zapobiegawcze w zakresie zmniejszania ryzyka wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych (Knežević i in. 2019). Również korzeniowi pokrzywy zwyczajnej przypisuje się właściwości prozdrowotne, zauważono, iż ta część rośliny ma korzystny wpływ na powiększone gruczoły krokowe. Wykazano również, że ekstrakty z *Urtica dioica* L. hamują ekspresję kilku cytokin, a także tworzenie eikozanoidów w stymulowanych obwodowych komórkach krwi. Odkryto również, że wyciągi z liści z pokrzywy pospolitej mają działanie przeciwzapalne ze względu na hamujący wpływ na aktywację rodziny czynników transkrypcyjnych NF-6B, które są krytyczne dla indukowalnej ekspresji wielu genów zaangażowanych w odpowiedzi zapalne. Inną ważną grupą składników odżywczych obecnych w *Urtica dioica* L. są karotenoidy. Są to pigmentowane składniki obecne w większości owoców i warzyw. Zainteresowanie odżywczymi właściwościami liści dzikich gatunków roślin początkowo dotyczyło karotenoidów prowitamina A, ponieważ stanowią one główne źródło tej prowitamina w wielu krajach. Ponadto, badania epidemiologiczne oraz laboratoryjne prowadzone od lat 80 XX wieku pokazują, iż związki te mogą mieć działanie przeciwrakotwórcze, przeciwwrzodowe lub właściwości przeciwstarzeniowe (Guil-Guerrero i in. 2003). Karotenoidy jako antyoksydanty wykazują charakter synergiczny. Oznacza to, że mają zdolność do wychwytywania tlenu oraz do chelatowania jonów biorących udział w tworzeniu się rodników. Ich aktywność polega na przekazywaniu wodoru do fenoksyrodników, przez co przywracana jest im pierwotna aktywność przeciwutleniająca. Poza karotenoidami do substancji wychwytyjących tlen należą również kwas askorbinowy, palmitynian askorbylu, aminokwasy, flawonoidy, czy witamina A. Przy czym karotenoidy należą do grupy najbardziej popularnych antyoksydantów. Współcześnie naukowcy wiedzą już o ponad 700 z nich, z czego 60 występuje naturalnie w pożywieniu, a 20 z nich można oznaczyć we krwi człowieka. Nadają one barwę od żółtej po czerwoną organizmom biologicznym. Zaliczają się do grupy poliizoprenoidów, ponieważ zbudowane są z 11 sprzężonych wiązań podwójnych. Chemicznie mogą występować w kilku postaciach strukturalnych np. acyklicznej, monocyklicznej lub bicyklicznej. Zwierzętom karotenoidy muszą być dostarczane wraz z dietą, gdyż nie syntetyzują ich tak jak rośliny (Igielska-Kalwat i in.2015).

4. Podsumowanie

Przegląd wybranych roślin zielarskich ukazał podstawowe informacje na temat zawartości związków prozdrowotnych w popularnych w Polsce roślinach. Charakterystyka wybranych roślin zawierała zagadnienia związane z właściwościami leczniczymi, które są znane i opublikowane w powszechnie dostępnej literaturze. Zakłada się, iż użycie wymienionych roślin jako dodatków wzbogacających wyroby ekstrudowane jest możliwe, ponieważ próbowano dotychczas wzbogacać przekąski i kaszki błyskawiczne dodatkami ziołowymi w celu uzyskania wyrobów funkcjonalnych. Jednakże na uwadze należy mieć fakt, iż produkt końcowy uzyskany w wyniku obróbki ciśnieniowo-termicznej, powinien zostać zaakceptowany przez konsumenta pod względem sensorycznym. Zastosowany dodatek powinien być tak dobrany, aby nie wpłynął negatywnie na cechy fizykochemiczne i organoleptyczne produktu. Ponadto, technologia wytwarzania powinna być rozwijana w sposób doświadczalny w celu uzyskania jak najwyższej jakości wyrobów wzbogacanych dodatkami ziołowymi.

5. Literatura

- Akande OA, Nakimbugwe D, Mukisa IA (2017) Optimization of extrusion conditions for the production of instant grain amaranth-based porridge flour. *Food Science & Nutrition* 5(6):1205-1214.
- Blicharski T, Oniszczyk A, Olech M i in. (2017) Puffed cereals with added chamomile – quantitative analysis of polyphenols and optimization of their extraction method. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine AAEM* 24(2): 222–228.
- Cavalcante HAO, Silva-Filho SE, Wiirzler LAM i in. (2019) Effect of (-)- α -Bisabolol on the Inflammatory Response in Systemic Infection Experimental Model in C57BL/6 Mice. *Inflammation* 1:1-11.

- Chaves PFP, Iacomini M, Cordeiro LMC (2019). Chemical characterization of fructooligosaccharides, inulin and structurally diverse polysaccharides from chamomile tea. *Carbohydrate Polymers* 214: 269-275.
- Cody RB, Tamura J, Downard KM. (2018). Quantitation of anthocyanins in elderberry fruit extracts and nutraceutical formulations with paper spray ionization mass spectrometry. *Journal of Mass Spectrometry* 1: 8-64.
- Danciu C, Zupko I, Bor A i in. (2018) Botanical therapeutics: phytochemical screening and biological assessment of chamomile, parsley and celery extracts against A375 human melanoma and dendritic cells. *International Journal Of Molecular Sciences* 19(11):1-20.
- Ghamchini VM, Salami M, Mohammadi GR i in. (2019) The Effect of chamomile tea on anxiety and depression in cancer patients treated with chemotherapy. *Journal of Young Pharmacists* 11(3): 309-312.
- Guil-Guerrero JL, Reboloso-Fuentes MM, Torija Isasa ME. (2003). Fatty acids and carotenoids from Stinging Nettle (*Urtica dioica* L.). *Journal of Food Composition and Analysis* 16(2):111-119.
- Igielska-Kalwat J, Gościńska J, Nowak I (2015) Karotenoidy jako naturalne antyoksydanty. *Postępy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej* 69: 418-428.
- Kafel P (2018) Jakość ziół ekologicznych – wymagania, zasady, certyfikacja. *Herbalism* 1(4): 7-16.
- Kisić I, Kovač M, Ivanec J i in. (2019) Effects of organic fertilization on soil properties and chamomile flower yield. *Organic Agriculture* 9(3): 345-355.
- Knežević V, Pezo LL, Lončar BL i in. (2019). Antioxidant capacity of nettle leaves during osmotic treatment. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering* 63(3): 491–498.
- Lule F, Koyuncu T. (2017). Convective and microwave drying characteristics, energy requirement and color retention of dehydrated nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *Legume Research: An International Journal* 40(4): 649-654.
- Moscicki L (2011) *Extrusion-cooking techniques. Applications, Theory and Sustainability*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- Oniszczyk A, Olech M, Oniszczyk T i in. (2017) Extraction methods, LC-ESI-MS/MS analysis of phenolic compounds and antiradical properties of functional food enriched with elderberry flowers or fruits. *Arabian Journal of Chemistry* doi:10.1016/j.arabjc.2016.09.003.
- Parlinska-Wojtan M, Kus-Liskiewicz M, Depciuch J i in. (2016) Green synthesis and antibacterial effects of aqueous colloidal solutions of silver nanoparticles using chamomile terpenoids as a combined reducing and capping agent. *Bioprocess and Biosystems Engineering* 39(8):1213–1223 .
- Puhakka R, Valve R, Sinkkonen A (2018) Older consumers' perceptions of functional foods and non-edible health-enhancing innovations. *International Journal of Consumer Studies* 42(1): 111-119.
- Sidor A, Gramza-Michałowska A. (2015). Advanced research on the antioxidant and health benefit of elderberry (*Sambucus nigra*) in food – a review. *Journal of Functional Foods* 18(B): 941-958.
- Sobieralska M, Kurek MA (2019) Beta-glucan as wall material in encapsulation of elderberry (*Sambucus nigra*) extract. *Plant Foods for Human Nutrition* 74(3): 334–341.
- Wójtowicz A, Zalewska-Korona M, Jabłońska-Ryś E i in. (2018) Chemical characteristics and physical properties of functional snacks enriched with powdered tomato. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 68(3): 251-261.

10. Pospolite odmiany warzyw jako źródło cennych składników - ekstruzja jako kierunek ich zagospodarowania

Common vegetable varieties as a source of valuable ingredients – the extrusion cooking as a direction of their development

Katarzyna Lisiecka⁽¹⁾, Karol Kupryaniuk⁽¹⁾, Anna Rodzeń⁽²⁾

⁽¹⁾Katedra Techniki Ciepłej i Inżynierii Procesowej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

⁽²⁾Katedra Energetyki i Środków Transportu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Opiekun naukowy: dr hab. Agnieszka Wójtowicz

Katarzyna Lisiecka: katarzyna.zelizko@gmail.com

Słowa kluczowe: marchewka, burak, cebula, por, jarmuż

Streszczenie

Warzywa krajowe to idealne źródło cennych składników, które mogą wpływać na witalność organizmu ludzkiego. Regularne ich spożywanie może ograniczyć ryzyko wystąpienia chorób cywilizacyjnych. Jednakże pomimo zwiększonej świadomości konsumentów, nie wszyscy spożywają minimalną dzienną zalecaną dawkę warzyw. Niniejsza praca zawiera przegląd informacji o wybranych warzywach pospolitych (marchwi, buraku, cebuli, poru i jarmużu), które mogłyby zostać zagospodarowane w swojej pierwotnej formie jako dodatek wzbogacający w żywności ekstrudowanej.

1. Wstęp

Globalizacja i współczesny styl życia doprowadziły do poważnych zmian w nawykach żywieniowych, które wraz ze zmniejszoną aktywnością fizyczną przyczyniły się do znacznego wzrostu zachorowań na niezakaźne choroby przewlekłe. Do najczęściej występujących jednostek chorobowych zaliczyć możemy otyłość, choroby sercowo-naczyniowe, nowotwory, przewlekłe choroby układu oddechowego i cukrzyce. Jednym z czynników, który możemy modyfikować celem uniknięcia wymienionych chorób jest dieta. Zbilansowane odżywianie to przede wszystkim spożywanie posiłków o niskiej zawartości tłuszczu, cukrów i sodu. WHO (*World Health Organization*) sugeruje spożywanie co najmniej 400 g owoców i warzyw dziennie. Według danych WHO w 2013 roku zanotowano 6,7 miliona zgonów, które spowodowane były niewystarczającym spożyciem owoców i warzyw (Raggio i Gámbaro 2018). W związku z tym optymalna konsumpcja owoców i warzyw zmniejsza możliwość wystąpienia chorób cywilizacyjnych w dalszym życiu. Przyjmuje się, iż okres wczesnego dzieciństwa stanowi krytyczny moment, w którym ustalamy długotrwałe nawyki żywieniowe, dlatego też to na tym etapie życia należy wprowadzać poprawne przyzwyczajenia (Kristiansen i in. 2019).

Poniższa praca to m.in. przegląd wybranych warzyw pospolitych, które mogłyby zostać zaaplikowane w świeżej formie jako dodatek wzbogacający przy produkcji żywności ekstrudowanej w celu popularyzacji diety warzywnej.

2. Opis zagadnienia

Świeże owoce i warzywa są bogatym źródłem witamin, minerałów, błonnika pokarmowego i innych korzystnych substancji, takich jak fitosterole, flawonoidy i inne przeciwutleniacze (Raggio i Gámbaro 2018). Powszechnie wiadomo, że każda termiczna ingerencja powoduje głębokie zmiany w składzie chemicznym, wpływające na biodostępność i ilość substancji bioaktywnych w warzywach. Jednakże przygotowanie większości posiłków wymaga przeprowadzenia uprzedniej obróbki termicznej. Do najczęściej stosowanych metod zaliczamy gotowanie, gotowanie na parze, blanszowanie czy smażenie. (Akdaş i Bakkalbaş 2017). Dodatkowo występowanie sezonowości w uprawie warzy i owoców, a także ich krótki czas przydatności do spożycia wpływają na to, iż poza

sezonem wskazana jest konsumpcja produktów, które oparte są na warzywach i owocowcach np. soków (Gwóźdź i Gębczyński 2015).

W literaturze można spotkać doniesienia, które mówią o tym, iż proces ekstruzji nie wpływa na zmniejszenie zawartości wybranych składników bioaktywnych, które pochodzą od dodatków wzbogacających tj. owoce, warzywa, czy zioła. Pierwsze doniesienia o procesie ekstruzji (z ang. *extrusion-cooking*) pochodzą z połowy lat 40 ubiegłego wieku z USA. Natomiast w Europie ekstruzja została zapoczątkowana w latach 60 XX wieku. Pierwotnie proces stosowany był przy przetwarzaniu tworzyw sztucznych. Dziś ma swoje zastosowanie dodatkowo w przemyśle chemicznym, farmaceutycznym, papierniczym czy w utylizacji odpadów (Wójtowicz 2018). Ekstruzja to rodzaj obróbki barotermicznej, która w stosunkowo krótkim czasie umożliwia uzyskanie wysokiej jakości produktów spożywczych oraz paszowych. Podczas trwania ekstruzji dochodzi do żelowania skrobi, denaturacji białek, enzymów, drobnoustrojów i inaktywacji niepożądanych składników. Metoda produkcji umożliwia modelowanie finalnych cech produktu końcowego, a przy tym jest stosunkowo niedroga (Wójtowicz i in. 2018). Ekstrudery są to urządzenia, które wykorzystywane są do przeprowadzenia wymienionego procesu. Elementem roboczym urządzenia jest ślimak lub para ślimaków znajdująca się w obudowie urządzenia. Podczas trwania procesu dochodzi do mieszania, ściskania, zagęszczania, ścinania oraz przesuwania surowca wewnątrz komory ekstrudera. Do najpopularniejszych produktów spożywczych uzyskiwanych tą metodą zaliczyć możemy galanterię śniadaniową, przekąski przeznaczone do bezpośredniego spożycia (chrupki), pellety ziemniaczane oraz zbożowe, odżywki dla niemowląt, makarony bezglutenowe oraz błyskawiczne, panierki i posypki zbożowe. Surowce o dużej zawartości skrobi stanowią zazwyczaj podstawę ekstrudatu, do najczęściej stosowanych surowców strukturotwórczych zaliczyć możemy kukurydzę, ryż, owies, grykę, pszenicę, susz ziemniaczany, płatki i skrobie (Wójtowicz 2018). W literaturze możemy odnaleźć kilka doniesień o tym, iż dochodziło już do wcześniejszych prób wzbogacania żywności ekstrudowanej. Autorzy dodawali m.in. odpadki z kalafiora, brokuła lub oliwek. Fortyfikowano także chrupki kukurydziane produktami pochodzącymi z rybołówstwa w celu zwiększenia białka i kwasów tłuszczowych omega-3 w produkcie końcowym (Wójtowicz i in. 2018).

3. Przegląd literatury

Warzywa i owoce bogate w bioaktywne związki (m.in. w związki fenolowe, karotenoidy, glukozynolany, witamina C i tokoferole) mają wysoką zdolność przeciwutleniającą i chronią przed stresem oksydacyjnym oraz chorobami przewlekłymi. Warzywa i owoce mogą wpływać na zmniejszenie utleniania kwasu dezoksyrybonukleinowego (DNA), uszkodzenia komórek, zapalenia o niskim stopniu nasilenia, a także na zwiększenie aktywności enzymu detoksykacyjnego (Kovarovič i in. 2019).

Wśród sezonowych roślin marchew (*Daucus carota L.*) jako przedstawiciel warzyw korzeniowych zasługuje na szczególną uwagę. Jest ona powszechnie uprawiana ze względu na niską ceną oraz zawartość składników bioaktywnych w finalnie wychodowanym korzeniu. W produkcji warzywa liderami są przede wszystkim Chiny. Warzywo jest doskonałym źródłem β -karotenu, który jest prekursorem witaminy A. Roślina bogata jest w przeciwutleniacze, takie jak α -karoten, β -karoten, flawonoidy i pochodne fenolowe, które mają działania przeciwnowotworowe czy redukujące stan zapalny (Arora i in. 2019). Karotenoidy hamują działanie wolnych rodników na dwa zasadnicze sposoby. Pierwszy z mechanizmów to redukcja spowodowana działaniem β -karotenu, który działa na większość rodników poprzez ich wymiatanie, drugi mechanizm to utlenianie (Igielska-Kalwat i in. 2015). β -karoten to karotenoid, który absorbuje światło o długości fali $\lambda = 450$ nm. Odnacza się żółtym zabarwieniem. Z chemicznego punktu widzenia jest to związek zbudowany z 40 atomów węgla i posiada 11 sprzężonych i 2 niesprzężone wiązania podwójne. Związkowi przypisuje się szereg właściwości m.in. pozytywny wpływ na działanie systemu odpornościowego człowieka, ochronę wyściółki układu oddechowego oraz pokarmowego przed infekcjami, prewencje w schorzeniach tj. rozedma płuc czy bronchit, stosowany jest również w profilaktyce zmian miażdżycowych, gdyż obniża frakcję cholesterolu, wpływa również na opóźnienie procesu starzenia. Jednakże nadmierne jego spożycie może mieć również skutki negatywne i w konsekwencji przyczynić się do rozwoju raka płuc u palaczy, którzy spożywają jego skoncentrowaną porcję w postaci suplementów, gdyż wówczas

wykazuje działanie prooksydacyjne (Igielska-Kalwat i in. 2015). Marchew zawiera również niewielkie ilości luteiny oraz likopenu, które mają wpływ na prawidłowe funkcjonowanie narządu wzroku (Arora i in. 2019). Natomiast główne fenole występujące w warzywie to kwas chlorogenowy, kofeinowy i *p*-hydroksybenzoesowy (Mendelová i in. 2016). Korzenie marchwi są bogate w węglowodany, zawierają znaczną ilość łatwo przyswajalnych soli mineralnych, witaminy i inne substancje przydatne dla organizmu ludzkiego. Docelowe zastosowanie marchwi jest zróżnicowane. Warzywo stosowane jest jako surowiec do produkcji karotenu. Korzeń ma szerokie zastosowanie w kuchni i serwowany jest jako danie niezależne lub używany jest do przyprawiania. Warzywo stanowi również część diety zwierząt hodowlanych (Ayupov i in. 2019).

Buraki ćwikłowe (*Beta vulgaris*) występują w kilku kolorach do najbardziej popularnych należą warzywa o czerwonym zabarwieniu, które spożywane są zarówno po ugotowaniu jak i na surowo (Arora i in. 2019). Kolor buraków uwarunkowany jest rozpuszczalnymi w wodzie pigmentami. Przemysł spożywczy używa ekstraktów z czerwonego buraka m.in. do barwienia asortymentu. Buraki zawierają wysoce aktywne związki tj. kwas askorbinowy, betalainy, karotenoidy, saponiny, polifenole oraz flawonoidy (Székely i in. 2019). Betalainy dzielą się na dwie zasadnicze grupy. Pierwsza z nich to czerwono-fioletowe betacyjaniny, druga zaś to żółto-pomarańczowe betaksantyny. Aktywność przeciwutleniająca betalain jest wyższa niż kwasu askorbinowego. Betacyjaniny mają silne działanie przeciwnowotworowe, są w stanie spowolnić wzrost guza i pomagają w leczeniu raka prostaty, jajników i płuc (Sipos i in. 2017). Związki te są barwnikami azotowymi, rozpuszczalnymi w wodzie zbudowanymi z kwasu betalainowego i cyklo-3,4-dihydroksyfenyloalaniny. Stabilność tych związków w roztworach jest ściśle uzależniona od czynników środowiskowych. W literaturze można odnaleźć informację iż betacyjaniny są stabilne w temperaturze 80°C przy krótko trwałym ogrzewaniu. Podwyższenie temperatury o 10°C i ogrzewanie przez okres 3 minut może doprowadzić natomiast do spadku zawartości czerwonych barwników o 25%. Idealnie stabilne środowisko dla tego typu związku ma pH w zakresie od 4 do 6 i temperaturę pokojową (Klewicka 2012). Ponadto burak to także źródło wielu witamin m.in. witaminy A, tiaminy, ryboflawiny, niacyny, kwasu pantotenowego czy witaminy B6. Regularne spożywanie warzywa wpływa na zmniejszenie stanu zapalnego, rumienia, gorączki czy bólu, który został wywołany przez antygen poprzez uszkodzenie komórki (Székely i in. 2019).

Cebula (*Allium cepa L.*) to warzywo, które jest powszechnie spożywane ze względu na swój aromat i właściwości prozdrowotne. Konsumpcja warzywa zmniejsza ryzyko wystąpienia otyłości, chorób serca oraz raka. Roślina jest bogatym źródłem minerałów tj. fosfor, wapń, magnez, żelazo, mangan oraz węglowodanów. Zawiera również białko, witaminę C, witaminę B6 i przeciwutleniacze (Yoldas i in. 2019). Swoje biologiczne właściwości cebula zawdzięcza przede wszystkim kwercetynie (Burak i in. 2017). Kwercetyna jest klasyfikowana jako flawonol, który należy do jednej z sześciu podklas związków flawonoidowych. C₁₅H₁₀O₇ (kwercetyna) to niecukrowy składnik glikozydów. Występuje pod postacią igiełkowych kryształów o barwie żółtej. Struktura fizyczna związku jest nierozpuszczalna w zimnej wodzie, słabo rozpuszczalna w ciepłej oraz dobrze rozpuszczalna w alkoholach i lipidach. Glikozyd kwercetyny powstaje przez przyłączenie grupy glikozydowej (cukru takiego jak glukoza, ramnoza lub rutyna) w miejsce jednej z grup OH (zwykle w pozycji 3). Glikozydy kwercetyny mogą być różnie wchłaniane w zależności od rodzaju dołączonego cukru i są najwydajniejszą formą kwercetyny (Li i in. 2016). Dzielne spożycie kwercetyny różni się znacznie w poszczególnych częściach świata. W krajach zachodnich dziennie spożycie tego związku waha się między 10mg a 30mg. Badania epidemiologiczne oraz laboratoryjne prowadzone na modelach zwierzęcych pokazują, iż związek ten wykazuje działanie zapobiegawcze w stosunku do chorób sercowo-naczyniowych i innych przewlekłych związanych z wiekiem. Dodatkowo związek wpływa na znaczne obniżenie skurczowego ciśnienia krwi oraz cholesterolu frakcji LDL (Burak i in. 2017).

Por (*Allium porrum L.*) podobnie jak cebula to kolejny przedstawiciel gatunku *Allium* (Golubkina i in. 2019). Jednakże w porównaniu do cebuli charakteryzuje się łagodniejszym i delikatniejszym smakiem oraz grubszą teksturą (Kovarovič i in. 2019). Uprawiany jest głównie w Indonezji, Turcji oraz w Europie. Łodyga warzywa charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą (Golubkina i in. 2019). Świeże pory są dobrym źródłem azotanów, flawonoidów, polisacharydów

i glukozyzolanów, które odpowiadają za jego specyficzny smak (Ozgun i in. 2011). Zawartość polifenoli oraz ich aktywność zależy w dużej mierze od odmiany pora oraz części rośliny. Liście pora charakteryzują się wyższą zawartością polifenoli oraz aktywnością antyoksydacyjną niż zielona i biała część łodygi warzywa. Pomimo to nie mają większego zastosowania w przemyśle spożywczym. Samo warzywo jest również bogate w pierwiastki tj. potas, żelazo, selen i jest ważnym źródłem elementów odżywczych (Kovarovič i in. 2019). Badania epidemiologiczne oraz laboratoryjne wskazują, iż pory mają właściwości hamujące rozwój wybranych nowotworów. Konsumpcja tych warzyw zmniejsza ryzyko wystąpienia raka prostaty, jelita grubego, żołądka i piersi. Działanie przeciwnowotworowe warzywa uwarunkowane jest wysoką zawartością związków siarki i innych biofenoli o wysokiej aktywności przeciwutleniającej. Wymienionym związkom przypisuje się również działanie przeciwrzybicze czy hamujące agregację płytek krwi u ludzi (Ozgun i in. 2011). W tradycyjnej medycynie brazylijskiej por traktowany jest jako lek i jest przyjmowany przy pierwszych objawach zapalenia. Zmiażdżona bulwa warzywa służy do leczenia początkowych stadiów kaszlu czy bólu gardła. Świeży sok z pora polecany jest natomiast na problemy żołądkowe i przeciwskurczowe, a także na prawidłowe trawienie (Kovarovič i in. 2019).

Warzywa z rodzaju *Brassica* mogą być uprawiane o różnych porach roku i w zróżnicowanych środowiskach. Są to rośliny powszechnie spożywane w wielu częściach świata. Do najpopularniejszych przedstawicieli należą brokuł, jarmuż oraz kalafior. Jarmuż jest jedną z najstarszych form *Brassica* i pochodzi ze wschodniej części Morza Śródziemnego (Akdaş i Bakkalbaşı 2017). Z botanicznego punktu widzenia jest to roślina dwuletnia, pochodząca z rodziny kapustowatych, która nie tworzy główek. W zależności od odmiany warzywo może osiągać wysokość nawet 1m. Jarmuż bogaty jest w błonnik, potas, β -karoten, żelazo, wapń, niacynę, witaminy A, B1, B2, E i C, a także w chlorofil (Zdrojewicz i in. 2016). Konsumpcja warzywa zmniejsza ryzyko wystąpienia chorób zwyrodnieniowych, przewlekłych, takich jak choroby serca, niektórych rodzajów nowotworów, cukrzyca itp. (Akdaş i Bakkalbaşı 2017). Jednakże spożycie tej rośliny w Stanach Zjednoczonych oraz w Europie jest na stosunkowo niskim poziomie, także w Polsce (Zdrojewicz i in. 2016). Roślina zawiera liczne fito-związki np. kwas askorbinowy, karotenoidy, flawonoidy i inne fenole. Jarmuż wykazuje najwyższą zdolność przeciwutleniającą w porównaniu do pozostałych przedstawicieli *Brassica oleracea* (Akdaş i Bakkalbaşı 2017). Właściwości antykarcinogenne rośliny uwarunkowane są wysoką zawartością sulforafanu. Związek ten hamuje powstanie przerzutów w przypadku rozwiniętego nowotworu. Regularna konsumpcja warzywa zmniejsza możliwość zachorowania na nowotwór przewodu pokarmowego: jamy ustnej, gardła, przełyku, żołądka, jelita grubego oraz także raka płuc. Szczególnie polecany powinien być byłym palaczom, gdyż obniża ryzyko zachorowania na raka płuc co zostało potwierdzone przez naukowców w Singapurze (Zdrojewicz i in. 2016). Młode liście warzywa przeznaczone są do konsumpcji ludzkiej, zaś starsze stosuje się jako dodatek podczas produkcji pasz. Konsumpcja warzywa następuje najczęściej po obróbce termicznej (Akdaş i Bakkalbaşı 2017).

4. Podsumowanie

Charakterystyka omówionych warzyw przedstawia podstawowe informacje o właściwościach oraz składnikach bioaktywnych zawartych w poszczególnych roślinach. Potencjalne użycie świeżych warzyw jako dodatków do żywności ekstrudowanej jest uzasadnione ze względów ekonomicznych, gdyż są tanimi dodatkami, ale również ze względów dietetycznych. Pozytywne wyniki badań prowadzone na tego typu żywności pokazują, iż mimo zastosowania wysokiej temperatury, nie musi dochodzić do degradacji składników pożądanых. Jednakże należy pamiętać o ustaleniu odpowiednich parametrów procesu.

5. Literatura

Akdaş ZZ, Bakkalbaşı E (2017) Influence of different cooking methods on color, bioactivecompounds, and antioxidant activity of kale. *International Journal of Food Properties* 20(4): 877–887.

- Arora S, Siddiqui S, Gehlot R (2019) Physicochemical and Bioactive Compounds in Carrot and Beetroot Juice. *Asian Journal of Dairy & Food Research* 38(3): 252-256.
- Ayupov D, Akhiyarov BG, Kuznetsov IY i in. (2019) Improving technology elements in multi-purpose carrot cultivation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 22(2): 21-29.
- Burak C, Brüll V, Langguth P I in. (2017) Higher plasma quercetin levels following oral administration of an onion skin extract compared with pure quercetin dehydrate in humans. *European Journal of Nutrition* 56:343–353.
- Golubkina NA, Seredin TM, Antoshkina MS i in. (2019) Effects of crop system and genotype on yield, quality, antioxidants and chemical composition of organically grown leek. *Advances in Horticultural Science* 33(2): 263-270.
- Gwóźdź E, Gębczyński P (2015) Prozdrowotne właściwości owoców, warzyw i ich przetworów. *Postępy Fitoterapii* 16(4): 268-271
- Igielska-Kalwat J, Gościańska J, Nowak I (2015) Karotenoidy jako naturalne antyoksydanty. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej* 69: 418-428.
- Klewicka E (2012) Betacyjaniny – biodostępność i biologiczna aktywność. *Żywność. nauka. technologia. jakość* 2 (81): 5–21.
- Kovarović J, Bystrická J, Micová M i in. (2019) The influence of variety on the content of total polyphenols and antioxidant activity in leek (*Allium porrum* L.). *Journal of Microbiology, Biotechnology & Food Sciences* 8(4): 1072-1075.
- Kristiansen AL, Bjelland M, Himberg-Sundet A (2019) Effects of a cluster randomized controlled kindergarten-based intervention trial on vegetable consumption among Norwegian 3–5-year-olds: the BRA-study. *BMC Public Health* 19(1):1-10.
- Li Y, Yao J, Han Ch (2016) Quercetin, Inflammation and Immunity. *Nutrients* 8(167): 1-14.
- Mendelová A, Mendel L, Fikselová M i in. (2016) The dynamics of changes in nutritionally significant ingredients of carrot juice after the pasteurization. *Acta Horticulturae et Regiotechnicae* 19:8-12.
- Ozgur M, Akpinar-Bayazit A, Ozcan T i in. (2011) Effect of dehydration on several physico-chemical properties and the antioxidant activity of leeks (*Allium porrum* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 39(1): 144-151.
- Raggio L, Gámbaro A (2018) Study of the reasons for the consumption of each type of vegetable within a population of school-aged children. *BMC Public Health* 18(1):1-11.
- Sipos P, Horváth M, Adácsi C i in. (2017) Enrichment of pasta products using beetroot. *Food and Environment Safety* 16(4): 209-215.
- Székely D, Furulyás D, Stéger-Máté M (2019) Investigation of Mineral and Vitamin C Contents in Different Parts of Beetroots (*Beta vulgaris* L.). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 47(3): 1842-4309.
- Wójtowicz A (2018) Ekstruzja – wybrane aspekty techniczne i technologiczne. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 595: 131–144.
- Wójtowicz A, Zalewska-Korona M, Jabłońska-Ryś E, i in. (2018) Chemical characteristics and physical properties of functional snacks enriched with powdered tomato. *Polish Journal of Food and Nutrition Science* 68(3): 251-261.
- Yoldas F, Ceylan S, Mordogan N (2019) Effect of chicken manure on yield and yield criteria of onion (*Allium cepa* L.) as second crop. *Applied Ecology & Environmental Research* 17(5):12639-12647.
- Zdrojewicz Z, Kosowski W, Stebnicki M i in. (2016) Jarmuż – stare, a zapomniane warzywo. *Pediatrics i Medycyna Rodzinna* 1(19): 21-25.

11. Rola oraz sposoby implementacji błonników w przemyśle spożywczym

The role and methods of fibers implementation in the food industry

Małecki Jan, Szafrńska Jagoda O.

Zakład Technologii Mleka i Hydrokoloidów Katedry Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Sołowiej Bartosz, prof. uczelni

Małecki Jan – jan.malecki1993@gmail.com

Słowa kluczowe: redukcja, zdrowie, ekwiwalenty, węglowodany, tłuszcze

Streszczenie

Żywność bogata w błonnik od dawna spożywana jest ze względu na znane korzyści zdrowotne. Dzięki technologicznym oraz ekonomicznym aspektom, zainteresowanie błonnikami jako składnikami funkcjonalnymi stale wzrasta w różnych gałęziach przemysłu spożywczego. Obecnie wiele substancji błonnikowych pozyskiwanych jest z surowców poprodukcyjnych, które w przeszłości były traktowane jako odpadowe. Aktualne możliwości pozyskiwania błonników oraz korzyści zdrowotne, technologiczne i ekonomiczne wynikające z ich zastosowania, sprawiają, że producenci branży spożywczej coraz chętniej sięgają po tego typu aplikacje.

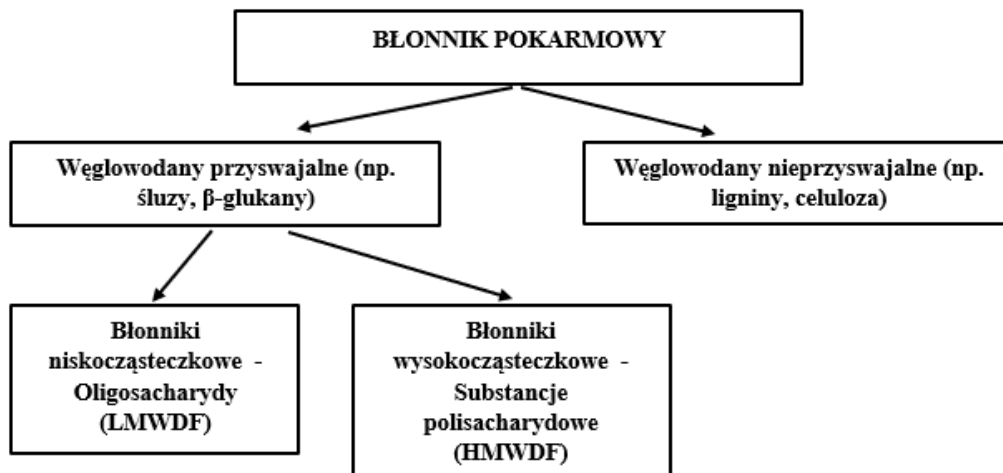
1. Wstęp

W dzisiejszych czasach przemysł spożywczy, ze względu na wciąż zwiększające się wymagania konsumentów, zmuszony jest do nieustannego i dynamicznego poszukiwania alternatywnych rozwiązań technologicznych we wszystkich gałęziach sektora FMCG (ang. Fast-Moving Consumer Goods). Jednym z nich okazuje się być zastosowanie błonników, odpowiednio w zależności od potrzebnej aplikacji (przemysł mięsny, cukierniczy czy piekarski). Świadomość konsumentów, dotycząca prozdrowotnych właściwości błonników, aktualnie w znacznym stopniu zwiększa się, co daje producentom szansę na innowacyjne aplikacje substancji błonnikowych w swoich produktach. Błonnik jako substancja złożona o charakterze polisacharydowym (celuloza, śluz, pektyny) oraz niepolisacharydowym (ligniny) wykazuje aktywny wpływ na układ pokarmowy człowieka, wywierając tym samym pozytywny wpływ na mikroflorę jelitową (rola prebiotyczna), powodując uczucie sytości, wpływając na perystaltykę jelit oraz na regulację wchłaniania glukozy. Dzięki swojej budowie i specyficznym właściwościom, umożliwia również szerokie spektrum zastosowania w różnych gałęziach przemysłu spożywczego.

2. Błonnik – możliwe definicje i klasyfikacja

Błonnik pokarmowy, może być definiowany jako kompleks substancji heterogennych, takich jak np. celulozy, ligniny, pektyny czy hemicelulozy. Często, błonniki są również nazywane pozostałościami ścian komórkowych roślin, wykazującymi odporność na działanie enzymów trawiennych (DeVries 2001). Współcześnie, do błonnika pokarmowego zalicza się znacznie większą ilość substancji, w tym: hydroksymetylocelulozę, inulinę i oligofruktany (zwane także polifruktanami), dekstryny (nieulegające trawieniu w przewodzie pokarmowym człowieka), polidekstrozę, metylocelulozę, skrobie odporne oraz szereg substancji związanych z ligniną i nieskrobiowymi polisacharydami (tj. suberyny, woski czy kutyny). Związki takie jak chityna czy kolagen, również zaliczane są do błonników, pomimo swego zwierzęcego pochodzenia (Jones 2000). Chityna jest cukrem złożonym, zbudowanym z acetyloglukozoaminy (pochodnej glukozy), której struktura cząsteczek w dużym stopniu przypomina budowę cząsteczki celulozy. Najczęściej występuje u zwierząt, np. u stawonogów, gdzie w połączeniu z solami magnezu i wapnia tworzy okrycie ciała (np. pancerzyki, osłony skrzydeł chrząszczy itp.) (Górecka 2008). Bardzo duża

różnorodność definicji błonnika oraz sposoby jego klasyfikacji są związane z metodami jego oznaczania. Jedną z najpowszechniejszych klasyfikacji błonników jest ich podział na błonniki rozpuszczalne (ang. SDF – *soluble dietary fiber*) oraz nierozpuszczalne (ang. IDF – *insoluble dietary fiber*). Błonniki rozpuszczalne tworzą w wodzie żele, składające się z β -glukanów, śluzów, gum, pektyn oraz niektórych hemiceluloz. Natomiast błonniki nierozpuszczalne ulegają tylko nieznacznym przemianom w przewodzie pokarmowym człowieka. W jego skład wchodzi takie substancje jak: celuloza, ligniny czy hemicelulozy. Innym często spotykanym podziałem błonników jest jego rozróżnienie pod względem masy cząsteczkowej. Można tutaj rozróżnić błonniki wysokocząsteczkowe (ang. HMWDF – *high molecular weight dietary fiber*) oraz błonniki niskocząsteczkowe (ang. LMWDF – *low molecular weight dietary fiber*) (Rafalska i in. 2015).



Rys.1 Podstawowa klasyfikacja błonników (opracowano na podstawie: Rafalska i in. 2015).

3. Właściwości fizykochemiczne błonnika pokarmowego

Błonnik pokarmowy jest złożoną mieszaniną polisacharydów, przez co cechuje się różnorodnymi funkcjami i działaniem podczas przebywania drogi przez układ pokarmowy człowieka. Określony sposób działania poszczególnych błonników zależy przede wszystkim od ich właściwości fizykochemicznych, do których można zaliczyć:

3.1 Wielkość cząsteczek i stopień rozdrobnienia

Stopień rozdrobnienia oraz wielkość cząsteczek błonników odgrywają znaczną rolę w kontrolowaniu wielu zdarzeń, które zachodzą w przewodzie pokarmowym, np. czas pasażu treści jelitowej, stopień fermentacji w jelicie grubym, czy objętość tworzenia mas kałowych. Zakres wielkości cząsteczek jest zależny od stopnia przetworzenia żywności oraz rodzaju użytego błonnika. Wielkość cząsteczek może również ulegać zmianie podczas przechodzenia przez kolejne części przewodu pokarmowego (żucie, mielenie, degradacja mikrobiologiczna). Zaobserwowano, że zwiększenie stopnia rozdrobnienia błonników wpływa na wzrost zdolności nawilżających oraz zdolność wiązania tłuszczu (Raghavendra i in. 2006).

3.2 Właściwości powierzchniowe

Porowatość oraz powierzchnia może wpłynąć na stopień fermentacji błonnika pokarmowego (większa dostępność dla degradacji mikrobiologicznej w okrężnicy). Właściwości te mogą mieć również znaczący wpływ na zdolności absorpcji oraz wiązanie niektórych cząsteczek (Cassidy i in. 2018).

3.3 Właściwości hydratacyjne

Często, zdolności hydratacyjne danego rodzaju błonnika są jedną z cech determinujących jego przeznaczenie do danej aplikacji (przede wszystkim w przemyśle spożywczym oraz farmakologicznym). Zdolności te określane są za pomocą wyznaczania stopnia pęcznienia cząsteczki w środowisku wodnym, klasycznymi metodami określania stopnia wodochłonności (np. metodą wago-suszarkową). Na właściwości hydratacyjne błonników mogą wpływać takie czynniki jak: warunki środowiskowe np. temperatura, pH czy siła jonowa (Föste i in. 2019).

3.4 Lepkość oraz rozpuszczalność

Lepkość można opisać jako właściwość płynów oraz plastycznych ciał stałych polegającą na tarciu wewnętrznym między poszczególnymi warstwami substancji. Zazwyczaj wraz ze wzrostem masy cząsteczkowej oraz długością łańcucha cukrowego, wzrasta również lepkość substancji. Udowodniono, że polisacharydy o wysokiej lepkości mogą utrudniać trawienie i wchłanianie niektórych składników odżywczych z jelit. Rozpuszczalność ma bardzo duży wpływ na funkcjonalność błonników. Przede wszystkim polimery długołańcuchowe tj. gumy (np. guma guar) posiadają zdolność do wiązania znacznej ilości wody, przez co zwiększają lepkość roztworów. Natomiast dobrze rozpuszczalne błonniki, o silnie rozgałęzionych, lecz krótkich łańcuchach sacharydowych nie powodują tak znacznego wzrostu lepkości roztworu (Aportela-Palacios 2005).

4. Występowanie błonnika oraz jego właściwości prozdrowotne

Błonnik pokarmowy jest składnikiem naturalnie występującym przede wszystkim w zbożach, warzywach, owocach, orzechach czy grzybach. Ilość oraz skład błonnika są bardzo odmienne w zależności od rodzaju pożywienia. Spożycie produktów bogatych w błonnik (dieta wysokobłonnikowa) sprawia, że posiłki cechują się niższą wartością kaloryczną, często mniejszą zawartością tłuszczu oraz większą zawartością mikroelementów od konwencjonalnych dań. Ponadto produkty bogate w błonnik wywołują uczucie sytości (często krótkotrwałe) (Sahni i in. 2018). Udowodniono, że spożycie błonnika w ilości 35-40 g/dobę/osobę dorosłą gwarantuje aktywny wpływ błonnika na przewód pokarmowy człowieka, ze względu na swoje właściwości. Stosowanie błonnika zalecane jest przede wszystkim w celu zapobiegania chorobom układu pokarmowego oraz mających związek z metabolizmem (metody prewencyjne). Włączenie do diety odpowiednio dużej ilości błonnika (szczególnie hemicelulozy oraz celulozy) powoduje formowanie większej objętości mas kałowych oraz pozytywnie wpływa na ogólną motorykę przewodu pokarmowego (masy kałowe są szybciej formowane i przesuwane do końcowego odcinka jelita grubego). Włókno pokarmowe powoduje również rozluźnianie mas kałowych w jelicie grubym w wyniku faktu, iż jest pożywką dla bakterii wchodzących w skład mikroflory jelita grubego. W konsekwencji, spożywanie znacznych ilości błonnika stanowić może profilaktykę leczenia problemów z zaparciami. Ponadto działa prewencyjnie w odniesieniu do tworzenia się polipów, nowotworów jelita grubego oraz chorób wrzodowych (Sikorski 2013). Wykorzystanie błonnika okazuje się również pomocne przy problemach związanych z nadkwasotą, neutralizując kwaśność soku żołądkowego w wyniku zwiększonej produkcji śliny. Powoduje także zmniejszenie wydzielania kwasu solnego przez nabłonek żołądka (Rafalska i in. 2015). Zastosowanie prewencyjne błonnika może znaleźć zastosowanie także przy chorobach układu sercowo-naczyniowego, tj. choroba niedokrwienności serca, martwica mięśnia sercowego (zawał), nadciśnieniu tętniczemu, cukrzycy czy otyłości. W tym celu najczęściej wykorzystywane są błonniki rozpuszczalne w wodzie: β -glukan, psyllium (nasiona babki płesznika), guma guar czy pektyna. Błonniki tego typu wywierają istotny wpływ na obniżanie we krwi cholesterolu o niskiej gęstości (ang. *LDL – Low Density Lipoprotein*), nie powodując jednocześnie zaburzenia koncentracji frakcji cholesterolu o wysokiej gęstości (ang. *HDL – High Density Lipoprotein*) (Ötles i in. 2014). Jednak tak jak w przypadku innych składników prozdrowotnych, np. witamin, makro- i mikroelementów, tak również w przypadku spożycia błonnika mogą pojawić się negatywne efekty jego działania. Diety wysokobłonnikowe mogą przyczyniać się do szeregu niepożądanych skutków ubocznych. W szczególności osoby posiadające niedobory białka oraz składników mineralnych oraz dysfunkcje związane z trzustką, jelitami (stany zapalne), drogami żółciowymi czy z przewodem pokarmowym, powinny zachować ostrożność w stosowaniu diet

wysokobłonnikowych. Dlatego też diety bogate w błonnik nie są zalecane u dzieci, kobiet w ciąży, osób starszych, diabetyków, leczących się na depresję oraz mających problemy z gospodarką mineralną i hormonalną organizmu. Do najczęściej spotykanych negatywnych działań błonnika można zaliczyć: efekt wzdęcia, odbijanie, ból brzucha, nietolerancje pokarmowe, zaburzenia wchłaniania składników mineralnych (np. wapnia, magnezu czy żelaza) oraz niektórych leków (Goffa i in. 2018).

5. Zastosowanie błonników w przemyśle spożywczym

Różnorodne właściwości funkcjonalne oraz fizykochemiczne pozwalają na zastosowanie błonników w wielu aplikacjach spożywczych w celu modyfikacji konsystencji, parametrów reologicznych czy charakterystyki sensorycznej produktów. Tak różnorodne możliwości wykorzystania błonników sprawiają, że są one coraz częściej wykorzystywane przez zakłady produkujące żywność. Dodatkowym atutem błonników jest możliwość ich pozyskiwania z produktów pozornie uznawanych za odpadowe, np. słoma pszeniczna, łuski sojowe, łuski owsiane, skórki orzechowe i migdałowe, łodygi i pozostałości kolb kukurydzy, produkty odpadowe z produkcji browarniczej, owocowej, czy warzywnej. Błonnik posiada wszystkie właściwości, jakie pożądane są w formule żywności uważanej obecnie za funkcjonalną. Do żywności najczęściej wzbogacanej w błonnik należą produkty branży piekarsko-cukierniczej, mięsnej, mleczarskiej a także makaronowej. Głównymi właściwościami funkcjonalnymi, dzięki którym błonnik może być powszechnie stosowany są: wodochłonność (zdolność wiązania i zatrzymywania wody w produkcie), emulgowanie tłuszczu (alternatywy dla substancji emulgujących), zdolność do wiązania kationów, właściwości sorpcyjne oraz wpływające na zwiększanie lepkości układów (Dhingra i in. 2012).

5.1 Przemysł mięsny

Między innymi dzięki wcześniej wspomnianym właściwościom, produkowane obecnie produkty mięsne mogą cechować się mniejszymi utratami masy podczas procesów wysokotemperaturowych (np. pieczenie, wędzenie), wpływając tym samym na wzrost wydajności produkcyjnej. Dodatkowo, zastosowanie błonnika zapewnia utrzymanie lepszego kształtu i wyglądu produktom poddawanych obróbce termicznej. Błonnik z korzenia cykorii (fruktooligosacharydy, inulina) oraz błonnik pszeniczny charakteryzują się właściwościami umożliwiającymi substytucję tłuszczu (w mniejszym lub większym stopniu), mogą pełnić funkcję nośników smaku oraz wpływać na modyfikację innych cech sensorycznych (smak, zapach). Błonnik ziemniaczany wykorzystywany jest do produktów mięsnych pakowanych próżniowo, pozwala zmniejszyć wyciek podczas przechowywania oraz pakowania tego typu produktów (Biswas i in. 2011).

5.2 Przemysł piekarsko-cukierniczy

W przemyśle piekarsko-cukierniczym w celu redukcji lub eliminacji tłuszczu również wykorzystywane są błonniki tj. inulina, błonnik pszeniczny czy owsiany. Najczęściej obniżanie zawartości tłuszczu dotyczy takich produktów jak: ciastka, herbatniki, ciasta biszoptowo-tłuszczowe itp. Ponadto w produkcji cukierniczej błonniki (np. fruktooligosacharydy) mogą pełnić także funkcję ekwiwalentu (całkowitego lub częściowego) syropów glukozy, cukru oraz substancji utrzymujących wilgoć przy jednoczesnym obniżaniu aktywności wody. Obniżenie aktywności wody powoduje zmniejszenie prawdopodobieństwa rozwoju mikrobiologicznego (zarówno bakterii, jak również drożdży i pleśni). Co ciekawe pomimo obniżania aktywności wody, wilgotność produktu pozostaje na zbliżonym poziomie co standardowych wyrobów (bez użycia błonników). Dzięki temu produkty cukiernicze wzbogacone w błonnik mogą cechować się wydłużonym terminem przydatności do spożycia w stosunku do standardowych. Tak jak w przypadku wędlin, poprawiają i stabilizują teksturę produktów i zmniejszają ubytki masy podczas procesów termicznych tj. pieczenie, gotowanie czy smażenie (Sahni i in. 2018). Lecz nie tylko właściwości funkcjonalne decydują o coraz większej popularności błonników wśród producentów branży piekarsko-cukierniczej. Aspektem coraz częściej pożądanym w produktach cukierniczych (np. batony, przekąski, półprodukty do produkcji cukierniczej) jest również możliwość deklaracji źródła lub wysokiej zawartości błonnika na opakowaniach produktów. Dzięki dodatkowi już niewielkich ilości

błonnika w aplikacjach, taka deklaracja często staje się możliwa. Również zdolności błonników do modyfikowania cech sensorycznych są często wykorzystywane przez przemysł piekarsko-cukierniczy do tworzenia nowych receptur, uwzględniających włókno pokarmowe w swoich aplikacjach (Rosell i in. 2009).

5.3 Przetwórstwo owoców i warzyw

W przetwórstwie owocowo-warzywnym błonniki również mają szansę na coraz szersze wykorzystanie w przypadku produkcji np. dżemów i marmolad. Dodatek błonników do tego typu produktów wraz z pektynami może wpływać na obniżenie stopnia synerezy (wycieku płynu z cząsteczek zawieszonych w żelu), wzrost wytrzymałości mechanicznej poprzez zwiększanie lepkości wyrobu, a także wpływać na parametry sensoryczne. Produkty, w których zastosowano dodatek bakki płesznik, w ogóle nie wykazywały synerezy, lecz pogorszyło to stanowczo jakość dżemów ze względu na zbyt wysoki stopień zżelowania produktu. Dodatek tego rodzaju błonnika może powodować obniżanie kruchości, zwiększanie spójności oraz obniżenie twardości. Stosując błonnik jabłkowy w produktach możliwe jest wpłynięcie na barwę wyrobu (nadanie barwy ciemnej produktowi). Natomiast, w tego typu aplikacjach, niezalecane jest stosowanie błonników tj. błonnika bambusowego czy pszennego. Tego typu włókna powodują wyczuwalne w ustach uczucie grudkowatości produktu (Figuerola i in. 2018).

5.4 Produkcja lodów i przemysł mleczarski

Dodatek substancji błonnikowych jest również możliwy w przypadku produktów mleczarskich i lodów. Tak jak ma to miejsce w innych aplikacjach spożywczych, tak i w tym przypadku błonniki mogą pełnić funkcję modulatorów właściwości fizykochemicznych (przede wszystkim lepkości, wodochłonności, synerezy itp.) oraz sensorycznych. Ponadto wykazano, że odpowiednie stężenia błonników dodawanych do mas lodowych mogą powodować wzrost przeżywalności bakterii fermentacji mlekowej tj. *Lactobacillus acidophilus* czy *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* (Yangilar 2013).

5.5 Inne przykłady zastosowania

Włókno pokarmowe jest także wykorzystywane w sosach i zupkach błyskawicznych (instant), przyprawach, mieszkankach przyprawowych itd., w których pełni funkcje przeciwbzrylające, utrzymujące wilgoć oraz nadaje odpowiednie właściwości funkcjonalne. Błonniki znajdują również zastosowanie w przemyśle napojowym (napoje dietetyczne, dla sportowców), w batonach zbożowych i owocowo-orzechowych czy płatkach śniadaniowych. Umożliwia to znaczne podwyższenie deklarowanej zawartości błonnika w produkcie, przez co wyrób może często wpisywać się w aktualne trendy zdrowego żywienia (Górecka 2008).

6. Podsumowanie i wnioski

Błonnik pokarmowy jest niezbędnym składnikiem w zbilansowanej diecie każdego człowieka, ponieważ istnieją niezaprzeczalne dowody na pozytywny wpływ tych substancji na układ pokarmowy, czy sercowo-naczyniowy u ludzi. Jednak trzeba mieć również na uwadze możliwe efekty niepożądane wynikające z diet wysokobłonnikowych, w szczególności u osób chorych i starszych. Oprócz wielokierunkowych właściwości prozdrowotnych oraz szeregu pozytywnych właściwości technologicznych, błonniki stają się przez producentów żywności coraz bardziej pożądanymi i chętniej wykorzystywanymi, również ze względu na aspekty ekonomiczne. Bowiem dzięki wcześniej opisywanym już funkcjom błonników tj. zdolność wiązania wody, zdolności emulgujące itp. następuje wzrost wydajności produkcji u producentów stosujących w swoich aplikacjach różnego pochodzenia włókna pokarmowe. Ma to związek przede wszystkim ze zmniejszeniem strat podczas wysokotemperaturowych procesów technologicznych (gotowanie, pieczenie, smażenie, wędzenie, parzenie itp.) oraz podczas procesów przechowywania produktów. Również wydłużenie okresu przydatności do spożycia większości wyrobów wysokobłonnikowych może nieść za sobą znaczne korzyści ekonomiczne. Trzeba pamiętać również o tym, że większość błonników pozyskiwana jest z surowców uznawanych za odpadowe (w przetwórstwie zbożowym czy owocowo-warzywnym) co

także przekłada się na relatywnie niskie ceny zakupu większości błonników. Pod względem technologicznym najważniejszymi cechami błonników, warunkującymi ich wybór do określonej aplikacji są: granulacja (stopień rozdrobnienia), skład frakcyjny oraz pochodzenie. Cechy te odgrywają kluczową rolę na właściwości funkcjonalne włókien pokarmowych oraz ich wpływ na ustrój człowieka. Wszystkie powyższe aspekty sprawiają, że błonniki są ciekawą propozycją w innowacyjnych aplikacjach spożywczych i w najbliższych latach prawdopodobnie nie przestaną cieszyć się rosnącą popularnością we wszystkich gałęziach przemysłu spożywczego.

7. Literatura

- Aportela-Palacios A, Sosa-Morales ME, Velez-Ruiz JF (2005) Rheological and physicochemical behaviour of fortified yogurt, with fibre and calcium. *Journal of Texture Studies* 36(3): 333–349.
- Biswas AK, Kumar V, Bhosle S (2011) Dietary fibers as functional ingredients in meat products and their role in human health. *International Journal of Livestock Production* 2(4): 45-54.
- Cassidy Yvonne M, McSorley Emeir M, Allsopp Philip J (2018) Effect of soluble dietary fibre on postprandial blood glucose response and its potential as a functional food ingredient. *Journal of Functional Foods* 46: 423-439.
- DeVries JW (2001) The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World* 46(3): 112-129.
- Dhingra D, Michael M, Rajput H, et.al. (2012) Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology* 49(3): 255–266.
- Figueroa LE, Genovese DB (2018) Pectin Gels Enriched with Dietary Fibre for the Development of Healthy Confectionery Jams. *Food Technology and Biotechnology* 56(3): 441–453.
- Föste M, Verheyen Ch, Jekle M, et.al. (2019) Fibres of milling and fruit processing by-products in gluten-free bread making: A review of hydration properties, dough formation and quality-improving strategies. *Food Chemistry* 299(2019): 1-36.
- Goffa HD, Repina N, Fabekb H, et.al. (2018) Dietary fibre for glycaemia control: Towards a mechanistic understanding. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 14 (2018): 39–53.
- Górecka D (2008) Błonnik pokarmowy. Znaczenie żywieniowe i technologiczne. *Przegląd Zbożowo Młynarski* 52(11): 23-26.
- Górecka D, Anioła J (2014) Błonnik pokarmowy. *Żywność Prozdrowotna - Składniki i Technologia* 1(2014): 100-113.
- Jones J (2000) Update on defining dietary fiber. *Cereal Foods World* 45(5): 219-220.
- Ötles S, Ozgoz S (2014) Health effects of dietary fiber. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 13(2): 191-202.
- Rafalska U, Łopacka J, Żontała K, i in. (2015) Błonnik pokarmowy w przemyśle mięsny – funkcje technologiczne i zdrowotne. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 96(4): 713-718.
- Raghavendra SN, Ramachandra Swamy SR, Rastogi NK, et.al. (2006) Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fibre. *Journal of Food Processing* 72 (3): 281–286.
- Rosell CM, Santos E, Collar C (2009) Physico-chemical properties of commercial fibres from different sources: A comparative approach. *Food Research International* 42(1): 176-184.
- Sahni P, Shere DM (2018) Utilization of fruit and vegetable pomace as functional ingredient in bakery products. *Asian Journal of Dairy and Food Research* 37(3): 202-211.
- Sikorski ZE (2013) Sacharydy, lipidy i białka. *Chemia Żywności Tom 2*. WNT Warszawa.
- Yangilar F (2013) The Application of Dietary Fibre in Food Industry: Structural Features, Effects on Health and Definition, Obtaining and Analysis of Dietary Fibre. *Journal of Food and Nutrition Research*: 1(3) 13-23.

12. Wybrane reakcje chemiczne zachodzące w procesach obróbki termicznej cukrów w żywności

Selected chemical reactions occurring in the heat treatment processes of sugars in food

Małgorzata Piątek⁽¹⁾, Renata Polaniak⁽¹⁾, Wiktoria Staśkiewicz⁽²⁾, Sylwia Jaruga -Sękowska⁽³⁾

⁽¹⁾ Zakład Żywienia Człowieka, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽²⁾ Zakład Technologii i Oceny Jakości Żywności, Katedra Dietetyki, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

⁽³⁾ Zakład Promocji Zdrowia, Wydział Nauk o Zdrowiu w Bytomiu, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

Opiekun naukowy: dr hab. n. med. Renata Polaniak

Małgorzata Piątek: gosiaczekfp@gmail.com

Słowa kluczowe: wysoka temperatura, przemiany termiczne, składniki żywności

Streszczenie

Podczas procesu produkcji artykułów żywnościowych bardzo często wykonywane są operacje jednostkowe wykorzystujące wpływ wysokich temperatur na żywność. Stosowanie wysokich temperatur prowadzi do przemian cukrów w żywności, które są reaktywne chemicznie. Wynikiem tego są zmiany parametrów fizykochemicznych żywności np. barwy, uwodnienia, właściwości reologicznych czy chemicznych. W trakcie procesów termicznych zmianom podlegają również jej właściwości sensoryczne i żywieniowe oraz powstają liczne związki zapachowe. Zmiany te mogą mieć charakter pozytywny lub negatywny. Celem niniejszej pracy był przegląd literatury dotyczący wybranych reakcji chemicznych zachodzących w procesach obróbki termicznej cukrów w żywności.

1. Wstęp

Przetwarzanie żywności jest codziennością w wielu gospodarstwach domowych, procesem na który zwykle składają się: obróbka wstępna (czyszczenie, płukanie, krojenie) oraz obróbka zasadnicza (związana z termicznym przetwarzaniem żywności). Oba te etapy mają swoje cele i uzasadnienie oczywistego zastosowania, związane z wyeliminowaniem niepożądanych zanieczyszczeń, składników nieodżywczych, drobnoustrojów, inaktywacją enzymów, zwiększeniem strawności i przyswajalności składników odżywczych, poprawą struktury, konsystencji i nadaniem odpowiednich cech organoleptycznych przygotowywanemu do konsumpcji pokarmowi. Zastosowanie zabiegów związanych z obróbką wstępną i cieplną, oprócz przytoczonych korzyści, często wpływa równocześnie destrukcyjnie na składniki prozdrowotne konsumowanego pokarmu, wywołując ich straty na każdym etapie przetwarzania. Podczas procesu produkcji artykułów żywnościowych wykonywane są operacje jednostkowe wykorzystujące wpływ wysokich temperatur. Wskutek gotowania, pasteryzacji, sterylizacji, pieczenia i smażenia zmieniają się zarówno sensoryczne, jak i żywieniowe właściwości produktu (Boruch i Król 1993).

Składniki surowców żywnościowych podlegające tym operacjom są w większości reaktywne chemicznie lub zawierają aktywne chemicznie grupy funkcyjne. Jednakże te reaktywne grupy w wielu przypadkach są ukryte wewnątrz struktury związków wielkocząsteczkowych i nie mogą swobodnie reagować z innymi grupami. Dopiero w warunkach przechowywania i przetwarzania żywności np. pod wpływem działania wysokiej temperatury, dostępu światła, tlenu czy aktywności enzymów istnieje możliwość interakcji składników żywności. Do najbardziej reaktywnych chemicznie składników żywności można zaliczyć redukujące sacharydy oraz inne

związki z grupą karbonylową, grupy tiolowe białek, kationowe i anionowe reszty aminokwasów w białkach oraz polienowe lipidy i barwniki, które łatwo podlegają utlenieniu (Sikorski 2009).

Ogrzewanie powoduje zmianę właściwości sensorycznych i żywieniowych żywności. Podczas termicznego przetwarzania żywności może dochodzić do zmian enzymatycznych, barwy oraz zmian właściwości reologicznych i uwodnienia. Ponadto w trakcie ogrzewania powstają lotne związki zapachowe (Pijanowski i in. 2004). Skutki tych zmian mogą być korzystne lub niepożądane ze względu na wartość biologiczną i zdrowotność żywności. Charakter i zakres tych zmian zależy m.in. od szybkości, czasu, temperatury ogrzewania, składu i biochemicznego stanu surowca czy odczynu środowiska. Dlatego przez świadomy wybór parametrów obróbki cieplnej można wpływać na jakość zdrowotną produktów (Boruch i Król 1993).

2. Opis zagadnienia

Odżywianie jest jednym z głównych procesów życiowych, które polega na dostarczeniu organizmowi niezbędnych składników pokarmowych. Do składników tych można zaliczyć: białka, cukry (węglowodany), tłuszcze (lipidy), witaminy i składniki mineralne. Proces produkcji artykułów żywnościowych zawiera szereg operacji technologicznych, wśród których można zaliczyć te, które wykorzystują wpływ wysokich temperatur. W dobie XXI wieku produkty poddawane obróbce termicznej stały się niezwykle popularne w gospodarstwach domowych, zakładach gastronomicznych oraz są wykorzystywane na skalę przemysłową (Gawęcki i Hryniewiecki 2012). Do szczególnie reaktywnych składników żywności można zaliczyć cukry, które są reaktywne dzięki swej budowie chemicznej. Podczas obróbki termicznej cukrów może dochodzić do wielu korzystnych, jak i niekorzystnych przemian (Sikorski 2007). Dlatego celem niniejszej pracy jest przegląd literatury przedstawiający wybrane reakcje chemiczne zachodzące w procesach obróbki termicznej cukrów w żywności.

3. Przegląd literatury

3.1 Cukry (węglowodany, sacharydy)

Węglowodany występują w każdym żywym organizmie i spełniają wiele ważnych funkcji. Są one podstawowym źródłem energii dla organizmu człowieka, jednak tylko w niewielkim stopniu mogą być w naszym organizmie magazynowane. W krajach rozwiniętych węglowodany pożywienia dostarczają nawet 60% energii, która potrzebna jest nam do życia. Bogatym źródłem węglowodanów są produkty występujące w naturalnych artykułach roślinnych i ich przetworach, takie jak: cukier rafinowany, miód pszczeleli, suszone owoce, produkty zbożowe czy przetwory owocowe (Gawęcki i Hryniewiecki 2012).

Pod względem chemicznym cukry (inaczej węglowodany, sacharydy) są to polihydroksylowe aldehydy i ketony. Mogą występować jako cukry proste oraz jako ich polimery: oligosacharydy i polisacharydy (Sikorski 2007). Cukry proste (monosacharydy) np. glukoza, fruktoza są to cukry o najprostszej budowie, których nie da się przekształcić w procesie hydrolizy w mniejsze cząsteczki. Cukry złożone składają się z dwóch lub więcej cukrów prostych. Przykładem dwucukru może być sacharoza (cukier buraczany, trzcinowy, stołowy), która złożona jest z jednej cząsteczki glukozy i jednej cząsteczki fruktozy. Natomiast typowym przykładem cukru złożonego (polisacharydu) obecnego w wielu produktach żywnościowych jest skrobia. Składa się ona z kilku tysięcy cząsteczek glukozy połączonych razem wiązaniami 1,4 lub 1,6 - α -glikozydowymi (Murray i in. 2018).

Węglowodany po spożyciu, strawieniu i wchłonięciu do krwi są dostępne w naszym organizmie w postaci:

- glukozy rozprowadzanej z krwią do każdej komórki i wykorzystywanej zgodnie z aktualnymi potrzebami energetycznymi organizmu,
- glikogenu magazynowanego w wątrobie, nerkach czy mięśniach,
- przekształconej w tłuszczowce, głównie triacyloglicerole,
- przekształconej do prekursorów wykorzystywanych m.in. do syntezy niektórych aminokwasów glukogennych (np. alaniny) (Gawęcki i Hryniewiecki 2012).

3.2 Wykorzystanie wysokich temperatur w procesach technologii żywności

W technologii żywności podczas produkcji i konserwacji żywności wykonywane są procesy wykorzystujące wpływ wysokich temperatur. Do najczęściej stosowanych (konwencjonalnych) operacji cieplnych w technologii żywności można zaliczyć:

- ogrzewanie – odbywa się przez umieszczenie surowców lub produktów spożywczych w czynniku grzejnym w celu zoptymalizowania przebiegu procesu technologicznego,
- gotowanie – polega na utrzymywaniu medium grzejnego w temperaturze wrzenia lub w temperaturze nieco niższej od 100 °C w czasie od kilkunastu minut do kilku godzin,
- smażenie – ogrzewanie surowców roślinnych i zwierzęcych w syropie cukrowym w temperaturze około 150 °C lub w tłuszczu o temperaturze 150 -190 °C,
- pieczenie – jest typowym procesem wykorzystywanym w technologii żywności zwłaszcza w przemyśle piekarskim, polegającym na utrzymywaniu uformowanego ciasta w piecu piekarskim o temperaturze 180 – 250 °C w czasie około 1 godziny,
- prażenie – jeden z najbardziej drastycznych procesów utrwalania żywności, w którym surowce zwłaszcza pochodzenia roślinnego w celu uzyskania pożądanych właściwości sensorycznych są ogrzewane w temperaturze 150 -220 °C,
- pasteryzacja – polega na ogrzewaniu produktu do temperatury niższej od 100°C (zwykle 65 - 90 °C) w celu zniszczenia drobnoustrojów chorobotwórczych i przedłużenia trwałości produktu,
- sterylizacja – ogrzewanie żywności zamkniętej w hermetycznych opakowaniach do temperatury powyżej 100 °C,
- tyndalizacja – metoda utrwalania żywności, która polega na trzykrotnej pasteryzacji żywności co 24 godziny (Boruch i Król 1993; Pijanowski i in. 2004).

Wymienione konwencjonalne metody przygotowania oraz utrwalania i konserwacji żywności mogą powodować w niej niekorzystne zmiany. Pasteryzacja minimalizuje wprawdzie takie niekorzystne przemiany jak np. zmiany w teksturze, barwie, smaku czy utrata składników odżywczych, ale zapewnia stosunkowo krótki okres trwałości, nawet mimo chłodniczego przechowywania żywności. Sterylizacja natomiast, zwłaszcza radiacyjna wciąż budzi niepokój i nieufność wśród konsumentów. Dlatego w ciągu ostatnich lat opracowywano wiele termicznych i nietermicznych metod utrwalania żywności, które spełniałyby podstawowe standardy jej bezpieczeństwa. Ostatnio znacznie więcej uwagi poświęca się nietermicznym (niekonwencjonalnym) metodom utrwalania, wykorzystującym wpływ takich czynników, jak np.: pulsujące pole elektryczne, wysokie ciśnienie hydrostatyczne czy promieniowanie jonizujące (Molenda 2007).

Umiarkowane ogrzewanie surowców żywnościowych w temperaturze < 100°C w warunkach dobrej praktyki przemysłowej lub kulinarnej nie zmniejsza na ogół wartości odżywczej, lecz znacznie polepsza jej strawność i trwałość. Termiczna denaturacja białek nie obniża ich wartości biologicznych (wartości odżywczej), lecz ułatwia ich trawienie. Tłuszcze w tych warunkach są termostabilne. Cukry proste w naturalnych roztworach o odczynie kwasowym nie ulegają zmianie, jedynie sacharoza może ulec częściowej hydrolizie, zaś skrobia ulega skleikowaniu, dzięki temu wzrasta jej strawność. Względnie największe straty występują w przypadku witaminy C i B. Ogrzewanie w temperaturach powyżej 100° C, np. w wyniku smażenia i pieczenia, podnosi wartość kulinarno-smakową, lecz obniża wartość biologiczną białek na skutek zmian w aminokwasach i cukrach. Ponadto część cukrów ulega odwodnieniu i karmelizacji. Skrobia zaś ulega dekstrynizacji. Tłuszcze po przekroczeniu temperatury około 50°C ulegają częściowej hydrolizie z utworzeniem akroleiny. Witaminy C i część z grupy B ulegają w znacznym stopniu rozkładowi (Boruch i Król 1993).

3.3 Przemiany cukrów - Reakcja Maillarda

Pod wpływem stosowania wysokiej temperatury w żywności dochodzi do szeregu następujących po sobie reakcji pomiędzy aminokwasami, peptydami lub białkami, które zawierają wolną grupą aminową a cukrami redukującymi. Reakcje te noszą nazwę reakcji nienzymatycznego brązowienia. Reakcje te prowadzą do utworzenia licznej grupy związków chemicznych, które zostały dopiero niedawno poznane dzięki rozwojowi nowoczesnych technik rozdzielania i identyfikacji. Tempo

reakcji brunatnienia nieenzymatycznego zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury, czasu ogrzewania, pH czy malejącego stężenia cukru (Somoza 2005; Michalska i Zieliński 2007, Teodorowicz i in. 2017).

Nazwa reakcji brunatnienia nieenzymatycznego wywodzi się od nazwiska chemika, Louisa Maillarda, który w 1912 roku jako pierwszy opisał reakcję, która zachodzi pomiędzy cukrami a aminokwasami. Pierwszy etap tej reakcji polega na przyłączeniu pierwszorzędowej grupy aminowej do grupy karbonylowej, eliminacji wody i utworzeniu formy przejściowej – N–podstawnej glukozyloaminy. W 1953 roku Hodge opracował model reakcji Maillarda, który składał się z trzech etapów: wczesnego, zaawansowanego i końcowego. Końcowymi produktami według tego modelu okazały się melanoidyny, związki nadające produktom spożywczym ciemną barwę oraz charakterystyczny smak i zapach. Produkty wczesnego etapu reakcji Maillarda - skondensowane N-podstawne glukozyloaminy -aldozoamina lub ketozoamina ulegają następnie przegrupowaniu Amadori (tworząc 1-amino-1-deoksyketozy) lub przegrupowaniu Heynsa (tworząc 2-amino-2-deoksyaldozę) (Michalska i Zieliński 2007; Tamana i Mahmood 2015).

W ostatnich latach dzięki wykorzystaniu nowoczesnych technik rozdzielania i identyfikacji zidentyfikowano wiele substancji, które powstają po przekształceniu produktów przegrupowania Amadori. Są one odpowiedzialne za kształtowanie cech sensorycznych wielu produktów żywnościowych. Należą do nich:

- furozyna - występująca w wielu produktach zbożowych,
- fruktozoarginina – w koncentratkach z czosnku – wykazuje zdolność do wymiatania wolnych rodników porównywalną nawet do witaminy C,
- laktoszolizyna – w mleku (Silvan i in. 2006).

Na szczególną uwagę zasługują produkty zaawansowanej fazy reakcji Maillarda, tzw. zaawansowane końcowe produkty glikacji. U człowieka produkty te są tworzone w organizmie podczas procesów starzenia i procesów chorobowych (zwłaszcza cukrzycy). Wzrastająca ich ilość wzmacnia występowanie stresu oksydacyjnego, prowadząc do przyspieszenia starzenia się organizmu. Przykładem mogą być związki – pentozydyna, która używana jest jako marker procesów starzenia i mocznicy oraz pirralina, której wzrost zaobserwowano podczas stanów chorobowych (głównie cukrzycy) (Singh i in. 2001; Foester i Henle 2003).

Produktami końcowego etapu reakcji Maillarda są melanoidyny, wysokocząsteczkowe polimery o masie do 100 000 Da. Występują one w dużych ilościach w kakao, kawie, chlebie i miodzie odpowiadając za ich smak, zapach oraz barwę. Jednym z ważniejszych aspektów dotyczących występowania melanoidyn w żywności są ich właściwości przeciwutleniające, które mogą wpływać na długość okresu przechowywania produktów żywnościowych oraz na fizjologiczne procesy zachodzące in vivo. Melanoidyny wykazują działanie antymutagenne, przeciwutleniające, mogą stymulować wzrost bakterii jelitowych oraz obniżać poziom cholesterolu. Właściwości przeciwutleniające melanoidyn przebadano w wielu układach modelowych, przede wszystkim w piwie, kawie, winie. Interesującym związkiem pod względem właściwości przeciwutleniających jest pronylo-L-lizyna. Związek ten wchodzi w skład struktury melanoidyn i został zidentyfikowany głównie w chlebie. Najwięcej pronylo-L-lizyny znajduje się w skórce chleba, nieco mniej w miększku, natomiast nie stwierdzono jego obecności w mące. Stanowi to dowód, że ilość powstającej pronylo-L-lizyny jest ściśle związana z udziałem ciepła w procesie pieczenia chleba. Ze względu na stałe i wysokie spożycie chleba związek ten zasługuje na szczególną uwagę, uzasadnioną ostatnimi badaniami o jego silnych właściwościach przeciwnowotworowych (Borrelli i Fogliano 2005; Michalska i Zieliński 2007). Istnieją nawet hipotezy, że melanoidyny mogą stanowić alternatywę w przypadku antybiotykoterapii stosowanej przeciwko bakterii *Helicobacter pylori*, wywołującej chorobę wrzodową żołądka (Hiramoto i in. 2004).

Produkty reakcji Maillarda zachodzącej w żywności poddanej obróbce cieplnej obejmują bardzo liczną grupę związków. Wiele z nich jest uznawanych za związki mutagenne, szkodliwe, wręcz kancerogenne. Przykładem takiego związku jest akryloamid, który powstaje wskutek termicznej obróbki żywności bogatej w skrobię, jak np. frytki, chipsy, pieczywo oraz kawa. Powstaje on w wyniku reakcji Maillarda między redukującymi cukrami (m.in. glukozą oraz fruktozą)

i asparaginą. Akryloamid został zakwalifikowany przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem za substancję o działaniu potencjalnie rakotwórczym (Jankowska i in. 2009).

Dlatego niezwykle ważne jest poznanie budowy chemicznej i właściwości kolejnych związków, które są jeszcze niezidentyfikowane. Pozwoliłoby to na udoskonalenie procesów technologicznych z punktu widzenia bezpieczeństwa i funkcjonalności żywności (Somoza 2005; Michalska i Zieliński 2007).

3.4 Reakcje karmelizacji i pirolizy

Mono-, di- oraz oligosacharydy w wysokiej temperaturze ulegają reakcjom karmelizacji. Karmelizacja jest obok reakcji Maillarda jednym z ważniejszych procesów nieenzymatycznego brązowienia żywności (np. ziarna kawy, piwa, orzeszków ziemnych). Reakcja ta polega na suchym ogrzewaniu lub prażeniu żywności w zakresie temperatur 150 - 190°C, zawierającej duże stężenie węglowodanów. W trakcie tej reakcji dochodzi do oderwania cząsteczek wody z cukru i następujących po sobie reakcjach izomeryzacji i polimeryzacji. Proces ten jest skomplikowany i nie do końca jeszcze poznany. Podatność cukrów na karmelizację jest różna. Z cukrów prostych fruktoza jest najbardziej podatna na ten proces, natomiast cukry redukujące ulegają łatwiej tej reakcji niż nieredukujące (Mitka i Nowak 2005a).

W zależności od zastosowanej temperatury i katalizatora reakcje karmelizacji prowadzą do powstania karmelu służącego do aromatyzowania środków spożywczych lub karmelu (brunatnego barwnika spożywczego). Wartość użytkową karmelu określa jego siła barwiąca. Zastosowanie amoniaku jako katalizatora prowadzi do produkcji karmelu o największej sile barwiącej. Najkorzystniejszymi wskaźnikami organoleptycznymi (barwa, smak, zapach) charakteryzuje się karmel amoniakalny, który umożliwia uzyskanie barwy od jasnożółtej przez miodową, bursztynową, czerwonobrazową do ciemnobrazowej. Karmel amoniakalny charakteryzuje się tym, że w trakcie prowadzenia procesu produkcyjnego – wskutek obecności jonu amonowego (NH_4^+), stosowanego jako reagent – wytwarza się 4-metyloimidazol (4-MeI). Związek ten, uważany jest za potencjalnie szkodliwy dla zdrowia człowieka i dlatego zawartość tej substancji w karmelu amoniakalnym jest kontrolowana i limitowana przez władze sanitarne. Poziom stężenia 4-MeI może zatem stanowić jedno z kryteriów jakości zdrowotnej tego tak powszechnie stosowanego barwnika wyrobów spożywczych. Przeprowadzone badania wykazały, że produkowany w kraju karmel amoniakalny, w warunkach ciśnienia atmosferycznego (temperatura reakcji poniżej 120°C), odznacza się niską zawartością 4-MeI, nie wyższą niż 30 mg/kg, tj. kilka razy niższą od wartości granicznej. (Jarosławski i Zielonka 2017).

Karmel stosowany jest do barwienia, a także aromatyzowania i nadawania nuty goryczki licznym grupom wyrobów, między innymi: napojom bezalkoholowym i alkoholowym, winom i miodom pitnym, wódkom (szczególnie rumom), cydrom, piwom ciemnym, ciastkom, piernikom, herbatnikom, wyrobom czekoladowym, karmelkom, lodom i deserom mrożonym, konserwom i przetworom owocowo-warzywnym oraz mięsnym, marynatom, sosom i zupom, przyprawom, musztardom, octom, wyrobom paszowym (karma dla zwierząt domowych), a także ekstraktom farmaceutycznym (Ścibisz i in. 2016). Karmel stosowany jest również w kosmetyce jako barwnik ogólnego zastosowania. Niedozwolone jest stosowanie karmelu do barwienia: mąki i innych produktów przemiału zboża, chleba i innych rodzajów pieczywa, makaronów, środków spożywczych dla niemowląt i małych dzieci (środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego) (Jarosławski i Zielonka 2017).

Procesem, który wpływa na smak i zapach produktów ogrzewanych do wysokiej temperatury jest reakcja rozkładu (pirolizy) cukrów. Zachodzi ona w wyższej temperaturze niż karmelizacja, gdyż rozpoczyna się w temperaturze 200 °C, a nasilenie tego procesu następuje powyżej 240°C. Termiczny rozkład cukrów skutkuje powstawaniem lotnych i nielotnych niskocząsteczkowych związków (np. kwasy, aldehydy, węglowodory, ditlenek węgla) (Sikorski 2007). Podczas reakcji pirolitycznych zachodzących np. przy prażeniu kawy powstaje mieszanina przeróżnych związków aromatycznych. Jednakże wiele cennych dla aromatu składników występuje w bardzo małych stężeniach (mniejszych niż części miliardowe). Do najważniejszych składników powstających w trakcie reakcji pirolizy należą: pochodne pirazyny, pirolu i pirydyny. Związki te jeśli występują w wysokim stężeniu nadają

żywności zapach spalenizny (Jarosławski i Zielonka 2017). Prażenie ziaren lub innych surowców w stanie suchym nie daje dobrych wyników (zwęglanie powierzchniowe, napary o mało intensywnej barwie i zbyt gorzkim smaku). Z tych względów czyste ziarno zbożowe uprzednio nawilża się do zawartości wody ok 35-40%. Najlepsze wyniki daje jęczmień słodowy (w odpowiedni sposób doprowadzony do lekkiego skleikowania), gdyż wtedy w trakcie ogrzewania w początkowych stadiach zachodzą jeszcze w intensywnym tempie pewne przemiany hydrolityczne pod wpływem działania enzymów (Pijanowski i in. 2004).

4. Podsumowanie

Z reakcjami wywołującymi oczekiwane brązowienie i korzystne zmiany smakowo zapachowe cieplnie obrabianych surowców i artykułów spożywczych zawierających cukry związane jest tworzenie się substancji, które mogą wpływać zarówno pozytywnie, jak i negatywnie na zdrowie człowieka. Przykładem substancji niekorzystnych są np. akryloamid czy pochodne imidazolu (4-metyloimidazol). Trzeba jednak pamiętać, że reakcje brązowienia żywności prowadzą także do otrzymywania związków o korzystnym oddziaływaniu na zdrowie człowieka. Melanoidynom, uważanym niegdyś za antyodżywczy składnik produktów spożywczych, aktualnie przypisuje się właściwości prozdrowotne: antymutagenne, przeciwtleniające, obniżające poziom cholesterolu (Jarosławski i Zielonka 2017).

Efektom ogrzewania żywności może być zmiana jej barwy, uwodnienia, właściwości reologicznych czy chemicznych. Zmianom ulegają w żywności również jej właściwości sensoryczne i żywieniowe. Do niekorzystnych przemian termicznych żywności można zaliczyć zmiany strawności, właściwości biologicznych czy powstawanie w żywności toksycznych, mutagennych związków. Do korzystnych przemian zachodzących podczas przetwarzania żywności zawierającej cukry można zaliczyć reakcje termiczne wpływające na powstawanie produktów żywnościowych o charakterystycznej barwie, aromacie czy strukturze np. melanoidyny, karmele (Somoza 2005).

Obecnie, dzięki presji konsumentów, przemysł spożywczy i przetwórczy musi spełniać wysokie standardy jakości i zdrowotności produktów spożywczych. Wiele doniesień naukowych wskazuje, że produkty reakcji Maillarda mogą być istotnym źródłem funkcjonalnych składników żywności. Dlatego też badanie produktów reakcji Maillarda, zarówno wywołujących pozytywne skutki, jak i wykazujących negatywne działanie na organizm człowieka staje się ważnym zagadnieniem przy wytwarzaniu żywności funkcjonalnej. Efekty obróbki termicznej zależą między innymi od wysokości zastosowanej temperatury, czasu jej działania, jak również od ogólnych warunków, w których zachodzą reakcje termiczne (kwasowości środowiska, dostępu tlenu czy zawartości wody w otoczeniu). Dlatego też poprzez świadomy wybór parametrów obróbki cieplnej (zwłaszcza wysokości zastosowanej temperatury oraz czasu jej działania) można wpływać na jakość zdrowotną żywności (Michalska i Zieliński 2007).

5. Literatura

- Borrelli RC, Fogliano V (2005) Bread crust melanoidins as potential prebiotic ingredients. *Molecular Nutrition & Food Research* 49:673 - 678.
- Boruch M, Król B (1993) *Procesy technologii żywności*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 7-45.
- Foester A Henle T (2003) Glycation in food and metabolic transit of dietary AGEs (advanced glycation end- products): studies on the urinary excretion of pyrraline. *Biochemical Society Transactions* 31/6: 1383- 1385.
- Gawęcki J, Hryniewiecki L (2012) *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 155-177.
- Hiramoto S, Itoh K, Shizuuchi S i in. (2004) Melanoidin, a food protein – derived advanced Maillard reaction product, suppresses *Helicobacter pylori* in vitro and in vivo. *Helicobacter* 9: 429- 435.
- Jankowska J, Helbin J, Potocki A (2009) Akryloamid jako substancja obca w żywności. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 2(90): 171-174.

- Jarosławski L, Zielonka R (2017) Karmel a kształtowanie brązowej barwy żywności. *Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego* 72(3):52-69.
- Michalska A, Zieliński H., 2007. Produkty reakcji Maillarda w żywności. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (51), 5-16.
- Mitka K., Nowak K. (2005a). Karmel (E 150) – najstarszy barwnik spożywczy (1). *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.*, 1 (49), 27-28.
- Molenda J (2007) Wybrane niekonwencjonalne metody utrwalania żywności. *Medycyna weterynaryjna* 63(9):1016- 1020.
- Murray RK, Granner DK, Rodwell V.W i in. (2018) *Biochemia Harpera*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 139-149.
- Pijanowski E, Dłużewski M, Dłużewska A i in (2004) *Ogólna Technologia Żywności*. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa, 165-196.
- Sikorski ZE (red.) (2007) *Chemia żywności. Tom 2. Sacharydy, lipidy i białka*. Wydawnictwa Naukowo- Techniczne, Warszawa, 13-71.
- Sikorski ZE (red) (2009) *Chemia żywności. Tom 3. Odżywcze i zdrowotne właściwości składników żywności*. Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Warszawa, 204-222.
- Silvan MJ, van de Lagemaat J, Olano A i in. (2006) Analysis and biological properties of amino acid derivates formed by Maillard reaction in food. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 41: 1543- 1551.
- Singh R, Barden A, Mori T i in. (2001) Advanced glycation end- products: a review. *Diabetologia* 44: 129- 146.
- Somoza V(2005) Five years of research on health risks and benefits of Mailard reaction products: An update. *Molecular Nutrition & Food Research* 49:663-672.
- Ścibisz I, Mitek M, Ziarno M i in. (2016). Jakie czynniki kształtują barwę cydru? *Przem. Ferm. Owoc.-Warz.* 7-8 (60): 40-42.
- Tamanna N, Mahmood N (2015) Food Processing and Maillard Reaction Products: Effect on Human Health and Nutrition. *International Journal of Food Science* 1-6.
- Teodorowicz M, van Neerven J, Savelkoul H (2017) Food Processing: The Influence of the Maillard Reaction on Immunogenicity and Allergenicity of Food Proteins. *Nutrients* 9(8): 835.

13. Herbaty i ich silne właściwości antyoksydacyjne jako ważny element diety człowieka

Teas and their strong antioxidant properties as an important element of human diet

Rogóż Wojciech ⁽¹⁾, Glinkowska Anna ⁽²⁾, Szkudlarek Agnieszka ⁽¹⁾, Kulig Karolina ⁽²⁾, Maciążek-Jurczyk Małgorzata⁽¹⁾

⁽¹⁾ Katedra i Zakład Farmacji Fizycznej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu

⁽²⁾ Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Farmacji Fizycznej, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wydział Nauk Farmaceutycznych w Sosnowcu

Opiekun naukowy: dr hab. n. farm. Małgorzata Maciążek-Jurczyk, prof. SUM⁽¹⁾

Rogóż Wojciech: wrogoz@sum.edu.pl

Słowa kluczowe: zdrowie, napary, wolne rodniki

Streszczenie

Herbata jako napój od wieków kojarzona jest z właściwościami leczniczymi. Wynikają one m.in. z obecności zawartych w niej alkaloidów. Wśród licznych właściwości herbaty można wyróżnić jej aktywność antyoksydacyjną. Polega ona na zdolności do zmniejszania poziomu wolnych rodników, czyli molekuł zawierających niesparowany elektron na powłoce walencyjnej, w środowisku. Wolne rodniki mogą wykazywać różnorodny wpływ na organizm człowieka, ale ich zbyt wysoki poziom może przyczyniać się do licznych chorób. Dlatego picie herbaty jest skuteczną metodą obniżania poziomu wolnych rodników w spożywanym pokarmie.

1. Wstęp

Wolne rodniki i konsekwencje wynikające z ich wpływu na człowieka są coraz częściej obszarem dyskusji i badań. Wraz z rozwojem wiedzy coraz istotniejsze wydaje się być ich zgubne oddziaływanie na organizm człowieka, a coraz powszechniej znany staje się fakt, iż obecność wolnych rodników jest wspólnym elementem etiologii wielu poważnych chorób. Poznając mechanizm działania antyoksydantów, odkrywano substancje, które wykazywały coraz większy potencjał do ich neutralizacji. Bardzo szeroką grupą antyoksydantów, które skutecznie usuwają wysoce reaktywne molekuły ze środowiska, są herbaty.

2. Opis zagadnienia

Wolne rodniki to cząstki posiadające na powłoce walencyjnej niesparowany elektron. Z uwagi na to wykazują niezwykle wysoką reaktywność i przez to mają wysoki wpływ na otaczające je substancje. Najpopularniejszą grupę wolnych rodników stanowią te powstałe na bazie atomów tlenu występujących w postaci tlenu atmosferycznego lub związków tego pierwiastka, zwłaszcza z wodorem (Gdula-Argasińska 2012).

Do najważniejszych, najczęściej spotykanych wolnych rodników należą: anionorodnik ponadtlenkowy, rodnik nadtlenny, rodnik wodoronadtlenkowy i rodnik hydroksylowy. Są również tak zwane RFT, czyli reaktywne formy tlenu. Należy też do nich ozon, tlen singletowy, nadtlenuk wodoru, które pomimo wysokiej aktywności chemicznej, z uwagi na brak niesparowanego elektronu na powłoce walencyjnej, nie należą do wolnych rodników (Stolarzewicz i in. 2013). Z kolei kation nitrozoniowy, anion nitroksylowy i nadtlenuk azotu to reaktywne formy azotu (RFA), do których należy też niebędący wolnym rodnikiem tlenek azotu (II) (Gdula-Argasińska 2012).

W organizmie człowieka wolne rodniki pełnią wiele ważnych funkcji. Stanowią niezwykle istotne ogniwo układu immunologicznego, uczestnicząc m.in. w reakcjach odpornościowych organizmu skierowanych przeciwko pasożytom. Reaktywne formy tlenu są też ważnym elementem

stanu zapalnego. Pełnią również funkcję sygnalizacyjną. Ich nadmierna ilość może jednak mieć niezwykle szkodliwy wpływ na organizm (Stolarzewicz i in. 2013). Z uwagi na wysoką reaktywność, wolne rodniki mogą uszkadzać elementy strukturalne tkanek, zwłaszcza przez degradowanie białek budulcowych. Przez dezaktywację wszystkich typów enzymów, wpływają na przebieg reakcji biochemicznych i mogą przyczyniać się do powstawania zaburzeń metabolicznych. Poważne konsekwencje może też mieć ich oddziaływanie z kwasami nukleinowymi, zwłaszcza z DNA. W wyniku generowanych przez nie zmian budowy DNA, a w skrajnych przypadkach jego pęknięć i fragmentacji, przyczyniają się do powstawania mutacji. Z tego powodu uważa się je za jeden z kluczowych mutagenów. Wiele środków uznawanych za chroniące przed rozwojem nowotworów ma charakter m.in. antyoksydantów. Oddziałując z tłuszczami i doprowadzając do zajścia reakcji peroksydacji, mogą zaburzać strukturę i funkcje błon biologicznych. Wiele ważnych struktur w organizmie, takich jak np. glikokaliks, zbudowanych jest z polisacharydów, które również mogą być degradowane przez wolne rodniki. Poza chorobami onkologicznymi, istnieje wiele innych przykładów zaburzeń stanu zdrowia wynikających z aktywności wolnych rodników. Jest to m.in. miażdżyca, nadciśnienie tętnicze, astma, przewlekła obturacyjna choroba płuc (POCHP), zaćma, choroby nerek czy też choroby demielinizacyjne i neurodegeneracyjne. Wolne rodniki są też jedną z kluczowych przyczyn starzenia się organizmu, co najlepiej jest widoczne w postaci zmian skórnych (Gdula-Argasińska 2012), (Zabłocka i in. 2008).

Znane są bardzo liczne substancje, które wykazują zdolność do usuwania wolnych rodników. Nazywane są one antyoksydantami. Mogą powstawać w organizmie jako typowe i wysoce sprawne, enzymatyczne mechanizmy ochronne, mogą też być do niego dostarczane z zewnątrz i zabezpieczać go przed wolnymi rodnikami (Puzanowska-Tarasiewicz i in. 2010). Endogenne mechanizmy ochrony przed tak wysoce reaktywnymi cząstkami może mieć też postać substancji lub cząsteczek, nie będących enzymami. Do pierwszej grupy należą cztery powszechnie znane enzymy. Dysmutaza ponadtlenkowa tworzy nadtlenek wodoru i tlen cząsteczkowy w wyniku reakcji dysmutacji anionorodnika ponadtlenkowego. Katalaza jest enzymem odpowiedzialnym za usuwanie nadtlenu wodoru, który powstaje w organizmie i tworzy z niego tlen cząsteczkowy oraz wodę. Szczególnie ważnymi enzymami są reduktaza i peroksydaza glutationowa, które kolejno pozwalają na tworzenie zredukowanej postaci glutationu oraz jego reakcję z nadtlenkami, doprowadzając do ich przemiany w wodę (Stolarzewicz i in. 2013). Wytwarzanymi w organizmie cząstkami, które działają antyoksydacyjnie, ale nie mają postaci enzymów są: wspomniany wyżej glutation, koenzym Q10, melatonina, estrogeny oraz kwas liponowy i moczowy. Z kolei egzogenne antyoksydanty nieenzymatyczne to bardzo szeroka grupa związków, do których należą m.in. witaminy, zwłaszcza A, E i C, karoteny i ksantofile, polifenole, takie jak kwasy fenolowe i flawonoidy, egzogenne koenzym Q10 oraz liczne minerały, np. miedź, selen, kobalt, mangan czy cynk (Piszcz i in. 2010).

Aby można było badać wolne rodniki, konieczne jest zastosowanie jednej z metod przeznaczonych do tego celu. Wyróżnia się dwie duże grupy metod. Metody chemiczne, które bazują na przebiegu reakcji chemicznych, takich jak przeniesienie atomu wodoru, np. TRAP (ang. *total redox antioxidant parameter*) lub też przeniesienie pojedynczego elektronu, np. FRAP (ang. *ferric ion reducing antioxidant parameter*) lub DPPH (2,2-diphenylo-1-pikrylohydrazyl). Do metod chemicznych należą też metody chemiluminescencyjne, elektrochemiczne, oraz Spektroskopia Elektronowego Rezonansu Paramagnetycznego (EPR), która stanowi najprecyzyjniejszą i najdoskonalszą metodę analizy wolnych rodników. Z kolei w metodzie wykorzystującej układy komórkowe obserwowane są interakcje między enzymatycznymi reakcjami systemów biochemicznych oraz badanych związków (Koss-Mikołajczyk 2017).

Miejscem powstawania największej ilości wolnych rodników w organizmie, poza obszarem wybuchu tlenowego, generowanego przez leukocyty, jest mitochondrium. W skutek reakcji związanych z tlenowym oddychaniem komórkowym, powstaje szczególnie duża ilość wolnych rodników, zwłaszcza anionorodników ponadtlenkowych. Powstają one również w dużych ilościach w wyniku działania fagosomów, reduktazy NADPH i cytochromu P450 (Gdula-Argasińska 2012).

Poza endogenną drogą powstawania wolnych rodników wyróżnia się też drogę egzogenną (Puzanowska-Tarasiewicz 2010). Powstanie wolnych rodników w organizmie może być stymulowane przez dym papierosowy i smog, wysoką temperaturę i działanie promieniowania

ultrafioletowego, stres, leki, dietę bogatą w tłuszcze i cukry, a ubogą w antyoksydanty i witaminy. Duża ilość wolnych rodników dostaje się do organizmu człowieka wraz ze spożywanym pokarmem, takim jak np. smażone lub grillowane posiłki. Zwykle mają one wysoką temperaturę i są jedzone w pośpiechu. Są to idealne warunki do tworzenia dużej ilości wolnych rodników, zwłaszcza w przewodzie pokarmowym (Gdula-Argasińska 2012).

Jednym ze sposobów ograniczania wnikania do organizmu wolnych rodników jest wzbogacenie swojej diety o składniki skutecznie je usuwające. Należą do nich owoce, takie jak np. aronia. Jest ona bogata w witaminy, garbniki, karotenoidy, antocyjany, i flawonoidy. Winogrona działają silnie antyoksydacyjnie dzięki temu, że posiadają proantocyjanidyny, leukocyjanidyny oraz skondensowane taniny. Cytrusy, to kolejna powszechnie znana grupa antyoksydantów, bogata we flawonoidy (flawony, flawanony i flawanole) i witaminy (Nowak i in. 2014). Wysoką aktywność antyoksydacyjną, z uwagi na m.in. wysoką zawartość antocyjanów, wykazują też jeżyny, czarne porzeczki, borówka czernica, borówka brusznica, malina czy żurawina (Stolarzewicz i in. 2013).

3. Przegląd literatury

Często wraz ze spożywanymi posiłkami konsumenci piją herbatę. Jest to jeden najpopularniejszych napojów na świecie. Od dawna znany jest korzystny wpływ herbaty na organizm człowieka, a w niektórych regionach świata traktowana jest ona jako substancja lecznicza. Wśród wielu korzystnych właściwości, herbata wykazuje też aktywność antyoksydacyjną. Do jej największych producentów na świecie należą Chiny, Indie, Kenia i Cejlon (Kozirok i in. 2015). Herbata pozyskiwana jest z krzewów *Thea sinensis*, z których liście zbiera się po kilku latach od posadzenia. Proces wytwarzania herbaty często ulega pewnym modyfikacjom, ale najczęściej składa się z kilku stałych etapów. Są to: wędnięcie liści, skręcanie liści, fermentacja, suszenie, sortowanie, krojenie i pakowanie. Istnieje wiele odmian herbat (Miazga-Sławińska i in. 2014). Wszystkie jednak w swoim składzie zawierają kilka wspólnych grup składników, których poziom i skład są zależne od sposobu uprawy, zbioru, produkcji herbaty, a nawet obszaru, z którego pochodzi. Są to: polifenole, kofeina, składniki mineralne (zwłaszcza fluor, chrom, selen, wapń, cynk i mangan), szczawiany, niacyna, foliany, polisacharydy, aminokwasy (zwłaszcza L-theanina), saponiny, barwniki i naturalne związki aromatyczne (Wierzejska 2014). Najpopularniejszy podział pozwala na wyróżnienie herbat białych, żółtych, czerwonych, zielonych i czarnych. Dwie ostatnie należą do najczęściej spożywanych (Kozirok 2015). Niektórzy wyróżniają też „herbaty” owocowe i ziołowe, które jednak z reguły nie posiadają w składzie liści herbaty, ale odpowiednio elementy owoców lub roślin je wytwarzających oraz zioła. Herbata biała pozyskiwana jest z wiosennych pąków liściowych i wyróżnia się posiadaniem niewielkiej ilości garbników oraz dużą zawartością kofeiny (w porównaniu do herbat zielonych i czarnych), teogallin i triglikozydu mirycetyny. Wykazuje też wysoką aktywność antyoksydacyjną. Herbata zielona nie przechodzi etapu fermentacji i jest bogata w alkaloidy purynowe, flawanole i flawanole. Herbata żółta jest rzadko spotykana i wytwarza się ją z młodych pędów. Z kolei herbata czerwona jest słynna z uwagi na jej silny aromat (Miazga-Sławińska i in. 2014). Należące do najpopularniejszych herbat, herbaty czarne, bogate są w: katechiny, teaflawiny, tearubiginy, flawanole, kwasy fenolowe i depsydy (Ostrowska 2008).

Herbaty mają bardzo liczne działania prozdrowotne, których główną przyczyną jest zawartość w nich polifenoli (Miazga-Sławińska i in. 2014). Mogą one działać immunomodulująco, przeciwpalnie, przeciwcukrzycowo poprzez wpływ na poziom cukru we krwi i neuroprotekcynie, powodując zmniejszenie absorpcji cholesterolu we krwi, a także hamować proliferację patogennych bakterii jelitowych. Napary herbat zapobiegają obniżeniu poziomu leukocytów we krwi, są zatem pomocne m.in. w infekcjach wirusowych wątroby. Powodują też zwiększenie produkcji soków trawiennych, chronią przed zakwaszeniem organizmu, usuwają odczucie zmęczenia, senności i ogólnego osłabienia. Wszystkie herbaty wykazują aktywność antyoksydacyjną. Odpowiedzialne za nie są zwłaszcza związki polifenolowe (Ostrowska 2008). Nadają one naparowi gorzki smak (Wierzejska 2014). Mają one, poza zdolnością do zmiatania wysoce reaktywnych molekuł, zdolność do stabilizowania witaminy C, ale również zdolność do chronienia przed promieniowaniem UVA, a także działanie przeciwmutagenne i przeciwpalne (Puzanowska-Tarasiewicz i in. 2010). Najwyższe stężenie polifenoli w herbacie, rzędu 170 mg/l, obserwowane jest w herbatach, których

czas parzenia wynosi ok. 10 minut (Wierzejska 2014). Bardzo ważną grupą fenoli są katechiny, wśród których wyróżniamy m.in.: galusan epigalokatechiny (EGCG), galusan epikatechiny (ECG), epigalokatechina (EGC), i epikatechina (EC). Szczególnie wysoka ich ilość jest obserwowana w herbatach czerwonych, czarnych i zielonych. Co bardzo istotne, jednym z ich kluczowych działań jest pośredni wpływ na poziom wolnych rodników, przez hamowanie aktywności części enzymów je produkujących i zwiększaniu aktywności tych, które je usuwają. Do pierwszej grupy należy np. oksydaza ksantynowa, która tworzy anionorodnik ponadtlenkowy, lub też mieloperoksydazy, w wyniku reakcji których powstają reaktywne aniony tlenochlorokowe. Katechiny, podobnie jak teaflawiny, wykazują zdolność do chelatowania jonów miedzi i żelaza (Ostrowska 2008). Bardzo istotne są też katechiny dimeryczne i trimeryczne. Mają one silny wpływ na regulację wchłaniania w jelitach i średnicy naczyń krwionośnych, a także zwiększają wychwyt glukozy przez mięśnie, co zmniejsza z kolei poziom cukru we krwi (Matsui 2015).

O aktywności antyoksydacyjnej poszczególnych rodzajów herbat piszą liczni autorzy. Niezwykle interesujące badanie wpływu temperatury i czasu namaczania herbaty na aktywność antyoksydacyjną w zależności od jej rodzaju przeprowadził Hajiaghaalipour i wsp. Jak wynika z ich badań, czarna herbata wykazuje najniższą aktywność antyoksydacyjną w porównaniu z herbatą białą i zieloną. Aby ich zdolność do zmiatania wolnych rodników była największa, wskazane jest krótkie jej namaczanie w gorącej wodzie. Podobnie korzystny efekt w przypadku herbaty białej uzyskuje się, dokonując jej długiego namaczania w gorącej wodzie, z kolei w przypadku herbaty zielonej najoptymalniejsze w kontekście analizowanego efektu jest długotrwałe namaczanie w zimnej wodzie (Hajiaghaalipour i in. 2016). Jak donosi Hernandez Figueroa i wsp., zielona herbata stanowi niezwykle bogate źródło antyoksydantów. Do najważniejszych należy galusan epigalokatechiny, który stanowi ponad połowę wszystkich katechin, występujących w naparze zielonej herbaty. Jej regularne picie może wpływać pozytywnie na obniżenie masy ciała, obniżyć poziom cholesterolu we krwi i syntezę kwasów tłuszczowych, hamować oddziaływanie wolnych rodników na LDL a przez to ograniczać utlenianie ich składników, a także doprowadzić do obniżenia skurczowego i rozkurczowego ciśnienia krwi. Wszystko to sprawia, że zielona herbata zmniejsza ryzyko wystąpienia chorób sercowo-naczyniowych (Hernandez Figueroa i in. 2004). Z badań Zhao i wsp. wynika, że proces fermentacji przeprowadzany przez bakterie kwasu mlekowego wpływa na zwiększenie biodostępności flawonoidów pochodzących z czarnej herbaty w warunkach *in vivo* (Zhao i in. 2016). Analiza wpływu oddziaływania żółtej herbaty na komórki wątroby ssaków, przeprowadzona przez Kujawska i wsp. dostarcza bardzo cennych informacji. Wynika z niej, że ten rodzaj herbaty bardzo skutecznie zwiększa aktywność enzymów antyoksydacyjnych, a najoptymalniejsze okazały się niskie i średnie dawki substancji badanej (Kujawska i in. 2016). Niezwykle interesujące porównanie między herbatą czarną i zieloną przeprowadził Serafini i wsp. Zbadali oni, która z tych dwóch najpopularniejszych herbat skuteczniej zwiększa potencjał antyoksydacyjny osocza krwi i jaki wpływ na to działanie ma obecność mleka w herbacie. Wyniki badania jednoznacznie wskazały, obie herbaty wykazują zdolność do dezaktywacji wolnych rodników tak w warunkach *in vitro*, jak i *in vivo*. Obecność mleka w herbacie w warunkach *in vivo* całkowicie zahamowała ich aktywność antyoksydacyjną. Wykazano, że wchłanianie związków pochodzących z herbaty ma miejsce w górnej części układu żołądkowo-jelitowego, a największy wzrost potencjału antyoksydacyjnego osocza utrzymuje się między 30 a 60 minut od jednorazowego spożycia herbaty, a do stanu sprzed jej spożycia wraca po ok. 80 minutach. Minimalnie skuteczniejsza okazała się być herbata zielona (Serafini 1996). Na koniec warto przeanalizować bardzo obszerną analizę wykonaną przez Zhao i wsp., w której przy pomocy metody FRAP oraz porównania zdolności antyoksydacyjnej względem Troloxu, przebadano aktywność antyoksydacyjną 30 naparów z herbat: dziewięciu zielonych, czterech czarnych, czterech Oolong, trzech białych i pięciu żółtych. Uzyskane wyniki wykazały, że pewien potencjał antyoksydacyjny wykazywały wszystkie przebadane herbaty, ale był on bardzo silnie zróżnicowany. Wyniki uzyskane różnymi metodami były wysoce powtarzalne. Z pośród przebadanych herbat, największą skuteczność antyoksydacyjną oraz najwyższą zawartość polifenoli wykazały herbaty zielone. Nieco mniejszą aktywność antyoksydacyjną wykazały herbaty żółte, natomiast napary z herbat Oolong, białych i czarnych były najmniej skutecznym „zmiataczem” wolnych rodników (Zhao 2019).

4. Podsumowanie i wnioski

Poszukiwanie nowych substancji o aktywności antyoksydacyjnej jest niezwykle potrzebne z uwagi na duże zagrożenie, jakie w organizmie człowieka generują wolne rodniki. Takie działanie, z uwagi na zawarte w ich składzie polifenole, wykazują herbaty. Zastosowanie ich jako dodatku do spożywanych posiłków pozwala na zmniejszenie ilości wolnych rodników, jakie wraz z pożywieniem wprowadzane są do organizmu. Różnice w aktywności antyoksydacyjnej poszczególnych herbat mogą wynikać z różnic w procedurze ich wytwarzania w różnych zakładach przemysłu spożywczego, z zastosowanych dodatków, substancji konserwujących jak również warunków środowiskowych. Wpływ na zmiany poziomu aktywności antyoksydacyjnej naparów herbat mogą mieć też wpływ substancje zawarte w wodzie i wynikające z jej lokalnego składu. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że picie herbaty podczas posiłku może wpływać na poziom wolnych rodników, jakie wprowadzane są do przewodu pokarmowego konsumenta. Bardzo istotne jest, aby pity napar z herbaty był przygotowany w czasie krótkim przed planowanym spożyciem. Może mieć to wpływ na większą zdolność do zmiatania wolnych rodników. Aby uzyskać więcej danych i móc sformułować precyzyjniejsze wnioski, konieczne jest dalsze prowadzenie badań.

5. Literatura

- Cybul M, Nowak R (2008) Przegląd metod stosowanych w analizie właściwości antyoksydacyjnych wyciągów roślinnych. *Herba Polonica* 54(1): 68-78.
- Gdula- Argasińska J, Tyszka- Czochara M, Paško P i. in. (2012) Rola wolnych rodników w regulacji procesów fizjologicznych. *Medicina Internacia Revuo* 25(99): 41-46.
- Hajiaghaalipour F, Sanusi J, Kanthimathi MS (2016) Temperature and Time of Steeping Affect the Antioxidant Properties of White, Green, and Black Tea Infusions. *J Food Sci.* 81(1): H246-54.
- Hernandez Figueroa TT, Rodriguez-Rodriguez E, Sanchez-Muniz FJ (2004) The green tea, a good choice for cardiovascular disease prevention? *Arch. Litinoam Nutr* 54: 380-394.
- Kania M, Baraniak (2011) Wybrane właściwości biologiczne i farmakologiczne zielonej herbaty (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Postępy Fitoterapii* 1: 34-40.
- Koss-Mikołajczyk I, Baranowska M, Namieśnik J, i in. (2017) Metody oznaczania właściwości przeciwutleniających fitozwiązków w systemach komórkowych z wykorzystaniem zjawiska fluorescencji/luminescencji. *Postępy Hig Med Dosw (online)* 71: 602-617.
- Kozirok W, Sitkiewicz M (2015) Postawy i zachowania konsumentów wobec herbat i herbatek. *HANDEL WEWNĘTRZNY* 2(355): 222-233.
- Kujawska M, Ewertowska M, Ignatowicz E (2016) Evaluation of Safety and Antioxidant Activity of Yellow Tea (*Camellia sinensis*) Extract for Application in Food. *J Med Food.* 19(3): 330-336.
- Matsui, T. (2015) Condensed catechins and their potential health-benefits. *European Journal of Pharmacology* 765, 495–502.
- Miazga-Sławińska M, Grzegorzczak A (2014) Herbaty – rodzaje, właściwości, jakość i zafałszowania. *KOSMOS Problemy Nauk Biologicznych* 3(304): 473-479.
- Nowak A, Zielonka J, Turek M i in (2014) Wpływ przeciwutleniaczy zawartych w owocach na proces fotostarzenia się skóry. *Postępy Fitoterapii* 2: 92-99.
- Ostrowska J (2008) HERBATY – naturalne źródło antyoksydantów. *Gazeta Farmaceutyczna* 1: 46-50.
- Piszcz P, Wantusiak P, Głód BK i in. (2010) Antyoksydanty w produktach spożywczych, ich rola i właściwości. *Postępy techniki przetwórstwa spożywczego* 2: 82-85.
- Puzanowska-Tarasiewicz H, Kuźmicka L, Tarasiewicz M (2010) Antyoksydanty a reaktywne formy tlenu. *Bromat. Chem. Toksykol.* – XLIII 1: 9–14.
- Serafini M, Ghiselli A, Ferro Luzzi A (1996) In vivo antioxidant effect of green and black tea in man. *Eur J Clin Nutr.* 50(1): 28-32.
- Stolarzewicz IA, Ciekot J, Fabiszewska AU i in. (2013) Roślinne i mikrobiologiczne źródła przeciwutleniaczy. *Postępy Hig Med Dosw (online)* 67: 1359-1373.
- Wierzejska R. (2014) Wpływ picia herbaty na zdrowie – aktualny stan wiedzy. *Przegl. Epidemiol.* 68: 595-599.

- Zabłocka A, Janusz M (2008) Dwa oblicza wolnych rodników tlenowych. *Postepy Hig Med Dosw.* (online) 62: 118-124.
- Zhao CN, Tang GY, Sy C et al. (2019) Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of 30 Tea Infusions from Green, Black, Oolong, White, Yellow and Dark Teas. *Antioxidants (Basel)*. 8(7): 215.
- Zhao D, Shah NP (2016) Concomitant ingestion of lactic acid bacteria and black tea synergistically enhances flavonoid bioavailability and attenuates d-galactose-induced oxidative stress in mice via modulating glutathione antioxidant system. *J Nutr Biochem*. 38: 116-124.

14. Wpływ błonnika pokarmowego i jego składników na zdrowie człowieka

The effect of dietary fiber and its components on human health

Jagoda O. Szafrńska, Jan Małecki

Zakład Technologii Mleka i Hydrokoloidów Katedry Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
Opiekun naukowy: dr hab. inż. Bartosz Sołowiej, profesor uczelni

Jagoda O. Szafrńska: jagoda.szafranska@poczta.fm

Słowa kluczowe: celuloza, lignina, hemiceluloza, choroby

Streszczenie

W ostatnich latach badania dotyczące potencjalnych korzyści zdrowotnych płynących ze spożywania błonnika pokarmowego spotkały się z dużym zainteresowaniem. Udowodniono naukowo, że błonnik i pełne ziarna zawierają unikalną mieszankę bioaktywnych składników, w tym witamin, minerałów i przeciwutleniaczy. Dodatkowo przeprowadzone badania epidemiologiczne i kliniczne pokazały, że regularne spożywanie błonnika pokarmowego wpływa pozytywnie na zdrowie człowieka. Zmniejsza podatność na otyłość, zachorowanie na cukrzycę, raka i choroby układu krążenia.

Błonnik pokarmowy jest definiowany jako jadalne części roślin lub węglowodany, które są odporne na trawienie i wchłanianie w jelicie cienkim. Można go podzielić na wiele różnych frakcji obejmujących arabinoksylian, inulinę, pektynę, otręby, celulozę, β -glukan oraz odporną skrobię. Badanie poszczególnych składników może pomóc współczesnej medycynie lepiej zrozumieć mechanizmy leżące u podstaw pozytywnego wpływu błonnika na zdrowie. Obecnie przypuszcza się, że jego prozdrowotne oddziaływanie jest wynikiem zmian lepkości treści pokarmowej, wchłaniania składników odżywczych w przewodzie pokarmowym, szybkości przejścia pokarmu, produkcji krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych i hormonów jelitowych.

1. Wstęp

Błonnik pokarmowy definiowany był jako element pochodzenia roślinnego, odporny na trawienie przez enzymy występujące w przewodzie pokarmowym człowieka. Definicja ta dotyczyła głównie polisacharydów, ale dzięki rozwojowi nauki i nowym możliwościom badań, rozszerzono ją o oligosacharydy, takie jak inulina i skrobie odporne (Jones i in. 2006).

Jako główne źródło błonnika pokarmowego w diecie uznaje się składniki, które występują w produktach pochodzenia roślinnego. Najbogatsze we włókna pokarmowe jest pieczywo żytnie razowe i pieczywo mieszane z dodatkiem ziaren, a także różnego rodzaju płatki. Duże ilości błonnika można także znaleźć w suszonych owocach i orzechach. W warzywach, najczęściej spożywanych w Polsce, błonnik występuje w ilości około 0,5-5,8 g w 100 g produktu, a w owocach średnio 2 g w 100 g produktu (Kunachowicz i in. 2012; Gawęcki 1998). Zalecane dawki spożycia włókna pokarmowego wahają się w zależności od płci i wieku. Ziemiański (2001) sugerował, że spożywana ilość powinna wynosić 20-40 g/dzień, a dokładna dawka nie jest ustalona. Z kolei badacze z USA zalecają spożywanie błonnika w ilości 38 g w ciągu dnia przez mężczyzn i 25 g na dzień przez kobiety (Lupton i Turner 2003). EFSA (Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności ang. European Food Safety Authority) w 2010 roku podała do informacji publicznej, że ilość spożywanego włókna pokarmowego w ciągu dnia dla dorosłych powinna wynosić 25 g, zaś u dzieci od 10 do 21 g w zależności od wieku.

Na przestrzeni wielu lat przeprowadzono badania naukowe, które dowiodły, że spożywanie błonnika pokarmowego zapewnia wiele korzyści zdrowotnych. Włókno pokarmowe ma wpływ na zmniejszenie ryzyka rozwoju choroby wieńcowej, udaru mózgu, nadciśnienia, cukrzycy, otyłości i pozytywnie wpływa na profilaktykę niektórych zaburzeń żołądkowo-jelitowych. Ponadto zwiększone spożycie błonnika pokarmowego zmniejsza poziom cholesterolu we krwi, obniża

ciśnienie krwi i poprawia kontrolę poziomu glukozy u osób chorujących na cukrzycę (Anderson i in. 2009). W Polsce dzienne spożycie błonnika kształtuje się na poziomie 15 g, co stanowi około połowy zalecanego ilości. Bardzo często wynika to z niewystarczającej konsumpcji produktów pełnoziarnistych, warzyw, owoców, roślin strączkowych i orzechów oraz niewiedzy konsumentów. Coraz częściej ludzie sięgają po suplementy diety z dodatkiem błonnika, które zaczynają odgrywać dużą rolę pomocniczą jako dodatek i uzupełnienie codziennych posiłków przeciętne go człowieka.

2. Przegląd literatury

2.1 Klasyfikacja błonnika pokarmowego

Błonnik pokarmowy można sklasyfikować na wiele sposobów. Podziały mogą obejmować, np. strukturę i rozpuszczalność (Tab. 1). Podział pod względem struktury obejmuje cząsteczki liniowe lub nieliniowe. Na podstawie rozpuszczalności można wyróżnić elementy rozpuszczalne (SDF) lub nierozpuszczalne (IDF). Lignina, celuloza i niektóre hemicelulozy zazwyczaj stanowią większość IDF, podczas gdy pektyna, inulina, β -glukany, galaktomannany, gumy i inne nieskrobiowe polisacharydy tworzą SDF (Daia i Chau 2017). Coraz częściej wyróżnia się też błonniki dietetyczne lub funkcjonalne, a ponadto można go sklasyfikować według masy cząsteczkowej jako włókno pokarmowe o dużej lub o niskiej masie cząsteczkowej. Suma błonnika pokarmowego i funkcjonalnego stanowi błonnik całkowity (Maphosa i Jideani 2015).

Tab.1. Klasyfikacja oparta na rozpuszczalności w wodzie i zdolności do fermentacji (Daia i Chau 2017; Maphosa i Jideani 2015; Bienkiewicz, Bator i Bronkowska 2015).

| Charakterystyka | Włókno składnikowe | Opis | Źródło pokarmu |
|--|----------------------|---|--|
| Nierozpuszczalne w wodzie/ Mała zdolność do fermentacji | Celuloza | - główny element strukturalny ściany komórkowej roślin - nierozpuszczalny w roztworze alkalicznym - rozpuszczalne w stężonym kwasie | Rośliny (warzywa, burak cukrowy) |
| | Hemiceluloza | - polisacharyd ściany komórkowej - zawiera w swoim szkielecie wiązania β -1, 4 glikozydowe - rozpuszczalny w rozcieńczonych roztworach alkalicznych | Ziarna zbóż |
| | Lignina | - składnik ściany komórkowej niebędący węglowodanem - złożony usieciowany polimer fenylopropanowy - odporna na degradację bakteryjną | Rośliny zdrewniałe |
| Rozpuszczalne w wodzie/ Duża zdolność do fermentacji | Pektyna | - składnik pierwotnej ściany komórkowej z kwasem D-galakturonowym jako głównym składnikiem - tworzy żele | Owoce, warzywa, rośliny strączkowe |
| | Gumy | - wydzielane przed odpowiednie gruczoły po uszkodzeniu rośliny - wykorzystywane w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym | Rośliny strączkowe, wyciągi z wodorostów |
| | Śluz (klej roślinny) | - syntetyzowane przez rośliny, zapobiega wysuszeniu bielma nasion - wykorzystywane w przemyśle spożywczym | Ekstrakty roślinne |

2.2 Fizyko-chemiczne właściwości błonnika pokarmowego

Zdolność zatrzymywania wody

Według definicji przedstawionej przez Robertsona i in. (2000) ilość wody zatrzymanej i związanej przez masę włókien w określonych warunkach można opisać jako zdolność do zatrzymywania wody (ang. water-holding capacity (WHC)). Zdolność włókien błonnika do zatrzymywania wody można szacować jako ilość uwolnionej wody z próbki lub jako ilość wody zaabsorbowanej lub związanej przez próbkę. Na poszczególne badania ma wpływ zawartość pojedynczych składników badanych związków. W pierwszym przypadku można analizować tylko włókna nierozpuszczalne, zaś druga metoda pozwala uwzględnić także wpływ włókien rozpuszczalnych na WHC (Ozyurt i Ötles 2016).

Błonnik pokarmowy ma dużą zdolność do zatrzymywania wody dzięki hydrofilowemu charakterowi reszt sacharydowych. Ta zdolność zależy od pierwotnej struktury chemicznej, równowagi hydrofobowej/hydrofilowej i wielkości cząstek błonnika. Nierozpuszczalne włókna, takie jak te obecne w komórkach aleuronowych otrębów, zatrzymują wodę w sieci porów, aby ją usunąć potrzebne jest dostarczenie energii. Zdolność do zatrzymywania wody zwiększa się wraz z wielkością cząstek, z powodu większej liczby porów i wolnych przestrzeni w komórkach, które są podobne do gąbki (Blackwood i in. 2000).

Lepkość i zdolność do formowania żelu

Lepkość cieczy odnosi się do występowania oporu podczas jej przepływu. Żelowanie roztworu to zjawisko związane z tworzeniem trójwymiarowych sieci cząsteczek, które mogą uwięzić ciecz w swojej strukturze i zachowują się jak ciała stałe, a tworzona przez nie forma powszechnie określana jest mianem „żelu” (Wanders i in. 2014). Wszystkie włókna w pewnym stopniu zatrzymują wodę; jednak włókna rozpuszczalne mają większą zdolność zatrzymywania wody niż włókna nierozpuszczalne, a dodatkowo mogą tworzyć żele i lepkie roztwory. Długołańcuchowe polimery (np. guma guar) wiążą wodę i wykazują wysoką lepkość roztworu, która zależy między innymi od masy cząsteczkowej, konformacji i objętości hydrodynamicznej. Zasadniczo wraz ze wzrostem masy cząsteczkowej zwiększa się lepkość (Blackwood i in. 2000). Takie czynniki jak stężenie włókna w roztworze, pH, temperatura, warunki ścinania i siła jonowa ulegają zmianie w zależności od zastosowanego włókna (Fabek i in. 2014).

Rozpuszczalność

Skład chemiczny włókien błonnikowych ma wpływ na ich funkcjonalność. Rozgałęzienie łańcuchów i obecność grup jonowych zwiększa rozpuszczalność. Ponadto zmiany jednostek monosacharydowych i ich postaci molekularnej (forma α lub β) również powoduje jej wzrost (Salas-Salvado i in. 2006). Błonnik pokarmowy dzieli się na rozpuszczalny w wodzie (np. pektyny). Jest obecny zwłaszcza w świeżych warzywach, roślinach strączkowych i owocach. Nierozpuszczalny błonnik (np. celuloza), występuje w pełnoziarnistym pieczywie. Węglowodany o większym stopniu elastyczności konformacyjnej są bardziej rozpuszczalne (Blackwood i in. 2000).

Większość produktów roślinnych zawiera mieszaninę rozpuszczalnego i nierozpuszczalnego włókna w proporcji około 1:3. Pokarmy roślinne zawierają różne ilości i rodzaje włókien pokarmowych. Owies, jęczmień, rośliny strączkowe, jabłka i owoce cytrusowe zawierają najwyższe ilości rozpuszczalnego włókna. Otręby pszenne, chleb i pełnoziarniste zboża zawierają większe ilości nierozpuszczalnego włókna. Orzechy są szczególnie bogate w celulozę, a następnie hemicelulozę, pektynę i ligninę. Ziarna pszenicy i warzywa są dobrym źródłem celulozy, podczas gdy otręby i produkty pełnoziarniste zawierają duże ilości hemicelulozy. Lignina znajduje się głównie w dojrzałych warzywach, pszenicy i niektórych jadalnych nasionach. Owies, jęczmień i rośliny strączkowe są bogate w gumę, podczas gdy jabłka, owoce cytrusowe i marchewki zawierają znaczne ilości pektyny. Różnica w zawartości włókien surowych i gotowanych owoców lub warzyw jest niewielka, chociaż ich jakość i struktura mogą się różnić (Ozyurt i Ötles 2016).

Zdolność do zatrzymywania oleju

Zdolność do zatrzymywania oleju (ang. oil holding capacity (OHC)) to ilość oleju jaka jest zatrzymywana przez włókna po zmieszaniu, następnie inkubacji z olejem i odwirowaniu. Odnosi się

bardziej do fizycznej struktury włókien niż do ich powinowactwa do oleju. Oprócz struktur fizycznych na OHC wpływają takie czynniki, jak obfitość miejsc lipofilowych, charakter hydrofilowy i działanie kapilarne. Absorpcja oleju przez pochodne zbóż, np. otręby pszenne, jest związana głównie z właściwościami powierzchniowymi cząstek, ale stwierdzono także, że może być również powiązana z ogólną gęstością ładunku i hydrofilowym charakterem składników. Błonnik pokarmowy o wysokim OHC poprawia stabilizację zawartości tłuszczu i może wpływać na hydrolizę lipidów i wchłanianie podczas trawienia (Ozyurt i Ötles 2016; Qi 2017).

2.3 Źródła błonnika pokarmowego

Tab. 2. Zawartość błonnika całkowitego w przykładowych produktach spożywczych (w g na 100 g produktu) (Spiller 2001).

| Produkty spożywcze | Zawartość błonnika całkowitego (g) w 100 g |
|------------------------------|---|
| Chleb pszenny pełnoziarnisty | 6,91 |
| Otręby kukurydziane, suche | 85,47 |
| Figi suszone | 12,20 |
| Jeżyny | 5,30 |
| Jabłko ze skórką | 2,70 |
| Sok marchwiowy | 0,80 |
| Groszek zielony, ugotowany | 5,50 |
| Soja suszona, ugotowana | 6,00 |
| Migdały | 11,20 |
| Nasienie lnu | 22,33 |
| Czekolada gorzka | 5,89 |
| Popcorn (gorące powietrze) | 15,13 |

Błonnik pokarmowy może być dostarczany do organizmu w postaci różnych źródeł (Tab. 2). Głównie są to produkty roślinne. Ze względu na fakt, że jego zawartość w produktach i potrawach nie jest wysoka, konieczne jest urozmaicenie poszczególnych posiłków. Duże ilości błonnika występują w orzechach i suszonych owocach. Dodatkowo jednym z najlepszych w diecie są produkty zbożowe (Bienkiewicz, Bator i Bronkowska 2015). W sklepach dostępne są również suplementy diety zawierające błonnik pokarmowy. Spożywa się je by zwiększyć zawartość błonnika w codziennej diecie, jednak większość ekspertów zaleca spożywanie błonnika w żywności. Taka forma pozwala na dostarczenie do organizmu wielu mikroelementów oraz związków bioaktywnych, które zapewniają dodatkowe korzyści odżywcze (Turner i Lupton 2011).

2.4 Korzyści zdrowotne spożywania błonnika pokarmowego

Układ sercowo-naczyniowy

Badania przeprowadzone na przestrzeni wielu lat wskazują, że regularne spożywanie zalecanych porcji błonnika pokarmowego wiąże się ze zmniejszeniem występowania CHD (ang. coronary heart disease – choroba niedokrwienna serca), udaru mózgu i chorób naczyń obwodowych. Dodatkowo zanotowano spadek występowania takich schorzeń jak nadciśnienie, cukrzyca, otyłość i dyslipidemia u osób z najwyższym poziomem spożycia błonnika. W przeprowadzanych badaniach zaobserwowano u ludzi ochronny efekt spożycia błonnika pokarmowego. Zwrócono również uwagę, że składniki pokarmowe, które wraz z włóknami docierają do organizmu, np. magnez i inne minerały, witaminy i przeciwutleniacze, mogą mieć ważne, uzupełniające i korzystne efekty na zdrowie człowieka. Zwłaszcza układu sercowo-naczyniowego (Anderson i in. 2009).

Glikemia

Na przestrzeni lat zaobserwowano, że efekty spożywania błonnika pokarmowego są nie tylko związane z funkcją przewodu pokarmowego, ale także ma on wpływ na glikemię. Zwiększenie

spożycie włókna pokarmowego u osób z cukrzycą typu 1 lub 2 wiąże się ze znaczną poprawą kontroli glikemii i zmniejszeniem stosowania leków doustnych i dawek insuliny. Metaanaliza ośmiu randomizowanych badań kontrolowanych z udziałem 136 ludzi chorujących na cukrzycą typu 1 lub typu 2 wykazała poprawę parametrów takich jak zawartość po posiłkowej glukozy w osoczu, stężenie cholesterolu LDL i trójglicerydów we krwi u osób stosujących dietę o wysokiej zawartości błonnika, w porównaniu do osób mających dietę o niskiej zawartości błonnika. Przeprowadzone badania wskazują, że zwiększenie spożycia błonnika pokarmowego bez zmiany spożycia ilości zjadanych węglowodanów, białek lub tłuszczów znacznie poprawia kontrolę glikemii i zmniejsza zapotrzebowanie na leki i insulinę u osób z cukrzycą typu 1 lub 2 (Anderson i in. 2004).

Otyłość

Badania wskazują, że regularne spożywanie błonnika pokarmowego, a zwłaszcza pełnego ziarna lub błonnika zbożowego, chroni organizm przed rozwojem otyłości. W 2008 roku przeprowadzone badania przekrojowe (obejmujące ponad 100 000 osób) i prospektywne badania kohortowe (w tym ponad 100 000 osób) wykazały negatywny związek między spożyciem błonnika a występowaniem otyłości. Stwierdzono, że kobiety i mężczyźni spożywający największe ilości błonnika mieli niższe wskaźniki przyrostu masy ciała i mniejszą otyłość niż osoby spożywające produkty z błonnikiem sporadycznie. Badania obejmowały grupy osób różnych pod względem etnicznym i rasowym i uzyskane wnioski sugerują, że wysokie spożycie błonnika zmniejsza ryzyko przybierania na wadze lub rozwoju otyłości u około 30% osób. Szerokie spektrum przeprowadzonych doświadczeń pozwala na wyciągnięcie wniosku, że osoby o wyższym poziomie spożycia błonnika mają mniejszą wagę niż osoby o najniższym lub znikomym spożyciu błonnika (Anderson 2008).

Zaburzenia żołądkowo-jelitowe

Lekarze coraz częściej zalecają stosowanie pokarmów bogatych w błonnik pokarmowy lub suplementów błonnika w przypadku wielu różnych chorób związanych z układem żołądkowo-jelitowym, np. chorobę refluksową przełyku, wrzodami dwunastnicy, zespołu jelita drażliwego, choroby uchyłkowej, zaparc i hemoroidów (Anderson i in. 2009).

Opisano kilka mechanizmów wyjaśniających korzystny wpływ włókna pokarmowego na zdrowie jelit. Większość tych badań koncentruje się na jego fermentacji w okrężnicy. Błonnik pokarmowy zwiększa konsystencję i całkowitą zawartość wody w stolcu, skraca jego czas przejścia przez jelita i zwiększa częstotliwość wypróżniania. Te cechy sprawiają, że narażenie błony śluzowej jelit na czynniki toksyczne i rakotwórcze jest zdecydowanie mniejsze. Dodatkowo, wiele włókien pokarmowych może wiązać kwasy żółciowe dzięki czemu hamowana jest transformacja do bardziej rakotwórczych postaci, zwiększa się wydzielanie kwasu żółciowego, a w konsekwencji, poziom cholesterolu w surowicy jest zmniejszony. Należy jednak zwrócić szczególną uwagę, że przekroczenie zalecanych dawek błonnika może powodować działanie przeczyszczające na organizm. Nadmierne spożycie jest przyczyną biegunek i innych objawów żołądkowo-jelitowych, takich jak wzdęcia i dyskomfort w jamie brzusznej (Gemen, de Vries i Slavina 2011).

Układ odpornościowy

Przewód żołądkowo-jelitowy jest największym narządem odpornościowym u ludzi. Tkanka limfatyczna związana z jelitami zawiera około 60% wszystkich limfocytów w ciele dlatego też składniki diety, zwłaszcza prebiotyki (substancji stymulujących wzrost bakterii prozdrowotnych w jelicie grubym) są ściśle związane z odpornością naszego organizmu. Inulina i inne oligofruktozy nie trawione w przewodzie pokarmowym zaliczane są do błonników pokarmowych. Częściowo działają na stymulowanie wzrostu *Bifidobakterii* w okrężnicy. *Bifidobakterie* i bakterie kwasu mlekowego są bakteriami prozdrowotnymi, które wytwarzają krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe i stymulują układ odpornościowy. Korzyści zdrowotne wynikające z rozwoju tych mikroorganizmów w przewodzie pokarmowym obejmują: ochronę przed infekcją jelitową, zmniejszenie liczby potencjalnie szkodliwych bakterii, produkcja witamin i przeciwutleniaczy, pomoc w trawieniu i wchłanianiu, zwłaszcza wapnia oraz stymulacja odpowiedzi immunologicznej (Anderson i in. 2009).

3. Podsumowanie

Błonnik pokarmowy dzieli się na dwie frakcje: rozpuszczalną lub nierozpuszczalną w wodzie. Większość pokarmów roślinnych zawiera w swoim składzie różne ilości tych włókien. Ta rozpuszczalna lub nierozpuszczalna natura błonnika jest związana z jego efektami fizjologicznymi. Nierozpuszczalne włókna charakteryzują się zdolnością do zwiększania objętości kału, i działają poprzez ułatwienie transportu jelitowego, zmniejszając w ten sposób ekspozycję na przykład na różne czynniki rakotwórcze w okrężnicy. Wpływ rozpuszczalnego błonnika w przewodzie pokarmowym obejmuje jego zdolność do zatrzymywania wody i tworzenia żeli, a także jest substratem fermentacji bakterii występujących w okrężnicy.

Błonnik pokarmowy ma wpływ na wszystkie aspekty fizjologii jelit i jest istotną częścią zdrowej diety. Jadalospisy bogate w błonnik pokarmowy mają działanie ochronne przed chorobami takimi jak hemoroidy, zmniejszają występowanie różnych rodzajów raka, mają pozytywny wpływ na układ immunologiczny oraz sercowo-naczyniowy. Obecnie, włókno pokarmowe, jest jednym z najchętniej badanych tematów dotyczących żywienia i zdrowia publicznego w ciągu ostatnich lat. Współczesne trendy promują diety bogate w błonnik pokarmowy, ponieważ są one silnie związane z utrzymaniem i/lub poprawą zdrowia człowieka. Należy jednak pamiętać, że pomimo korzystnych efektów istnieją również dowody na pewne negatywne skutki związane ze zbyt dużą ilością spożywanego włókna pokarmowego. Na przykład zmniejszenie wchłaniania i trawienia białek lub hamować aktywność enzymów trzustkowych trawiących węglowodany, lipidy i białka. Dlatego też należy zachować odpowiednie proporcje spożywanego błonnika i nie przekraczać zalecanych porcji.

4. Literatura

- Anderson JW (2008) Dietary fiber and associated phytochemicals in prevention and reversal of diabetes. In: Pasupuleti VK Anderson JW, eds. *Nutraceuticals, Glycemic Health and Type 2 Diabetes*. Ames, Iowa: Blackwell Publishing Professional 111–142.
- Anderson JW, Baird P, Davis RH Jr, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, Waters V, Williams CL (2009) Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews* 67(4): 188–205.
- Anderson JW, Randles KM, Kendall CWC, Jenkins DJA (2004) Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence. *Journal of the American College of Nutrition* 23: 5–17.
- Bienkiewicz M, Bator E, Bronkowska M (2015) Błonnik pokarmowy i jego znaczenie w profilaktyce zdrowotnej. *Problemy Higieny i Epidemiologii* 96(1): 57-63.
- Blackwood AD, Salter J, Dettmar PW, Chaplin MF (2000) Dietary fibre, physicochemical properties and their relationship to health. *The Journal of the Royal Society for the Promotion of Health* 120(4): 242-247.
- Daia F-J, Chau C-F (2017) Classification and regulatory perspectives of dietary fiber. *Journal of Food and Drug Analysis* 25(1): 37-42.
- Fabek H, Messerschmidt S, Brulport V, Goff HD (2014) The effect of in vitro digestive processes on the viscosity of dietary fibres and their influence on glucose diffusion. *Food Hydrocolloids* 35: 718–726.
- Gawęcki J (1998) *Współczesna wiedza o węglowodanach*. Wydawnictwo AR, Poznań 1998.
- Gemen R, de Vries JF, Slavin JL (2011) Relationship between molecular structure of cereal dietary fiber and health effects: focus on glucose/insulin response and gut health. *Nutrition Reviews* 69(1): 22–33.
- Jones JR, Lineback DM, Levine MJ (2006) Dietary reference intakes: implications for fiber labeling and consumption: a summary of the International Life Sciences Institute North American Fiber Workshop. *Nutrition Reviews* 64: 31–38.
- Kunachowicz H, Nadolna I, Iwanow K, Przygoda B (2012) *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2012.
- Lupton RJ, Turner DN (2003) Dietary fibre and coronary disease: Does the evidence support an association? *Nutrition Journal* 5: 500-505.

- Maphosa Y, Jideani VA (2016) Dietary fiber extraction for human nutrition - A review. *Food Reviews International* 32(1): 98-115.
- Ozyurt VH, Ötles S (2016) Effect of food processing on the physicochemical properties of dietary fibre. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 15(3): 233–245.
- Qi M (2017) Sunflower stalk pith fibre: investigation on oil holding capacity, oil-fibre interaction and related application in food. Thesis presented at the University of Guelph for the degree of Master of Science in Food Science, Ontario, Canada.
- Robertson JA, de Monredon FD, Dysseler P, Guillon F, Amado R, Thibault JF (2000) Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: a European collaborative study. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 33: 72–79.
- Salas-Salvado J, Bullo M, Perez-Heras A, Ros E (2006) Dietary fibre, nuts and cardiovascular diseases. *British Journal of Nutrition* 96: 45–51.
- Spiller G (2001) CRC Handbook of dietary fiber in human nutrition. CRC Press, Boca Raton.
- Turner ND, Lupton JR (2011) Dietary Fiber. *Notes Advances in Nutrition* 2(2): 151–152.
- Wanders AJ, Feskens EJ, Jonathan MC, Schols HA, Graaf C, Mars M (2014) Pectin is not pectin: A randomized trial on the effect of different physicochemical properties of dietary fiber on appetite and energy intake. *Physiology & Behavior* 128: 212–219.
- Ziemlański Ś. Normy żywienia – fizjologiczne podstawy. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa 2001.

15. Bakterie wykorzystywane w celu tworzenia, biofunkcyjnych i prozdrowotnych produktów mlecznych

Bacteria and yeast used to create biofunctional and health-promoting dairy foods

Jagoda O. Szafrńska⁽¹⁾, Jan Małecki⁽¹⁾, Ewa Habza-Kowalska⁽²⁾

⁽¹⁾ Zakład Technologii Mleka i Hydrokoloidów, Katedra Technologii Surowców Pochodzenia Zwierzęcego, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

⁽²⁾ Katedra Biochemii i Chemii Żywności, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Opiekun naukowy: dr hab. inż. Bartosz Sołowiej, profesor uczelni

Jagoda O. Szafrńska: jagoda.szafranska@poczta.fm

Słowa kluczowe: witaminy, peptydy bioaktywne, bakteriocyny, enzymy

Streszczenie

Wzbogacanie produktów mlecznych bioaktywnymi związkami produkowanymi przez naturalnie występujące mikroorganizmy jest coraz popularniejsze na rynkach ogólnosiwiatowych. Bakterie kwasu mlekowego, które najczęściej są wykorzystywane w celu fermentacji tych produktów pozwalają uzupełnić je w szeroki zakres składników bioaktywnych, które mogą wpływać na różne aspekty zdrowia potencjalnego konsumenta. Związki te mają działanie, np. przeciwnadciśnieniowe, przeciwzapalne lub przeciwcukrzycowe. Ogólne zdrowie i dobre samopoczucie ludzi jest w dużej mierze podyktowane spożywaniem naturalnych i nieprzetworzonych produktów, bardzo często wzbogaconych w dodatkowe składniki. Na przestrzeni wielu lat przeprowadzono szereg badań, które wykazały, że żywność jest pomocna w zwalczaniu chorób zwyrodnieniowych. Większość naturalnie występujących substancji poprawiających zdrowie jest pochodzenia roślinnego, ale jak pokazują badania, fizjologicznie aktywne składniki można także spożywać w produktach pochodzenia zwierzęcego. Tego typu żywność określa się mianem funkcjonalnej. Według FDA (ang. Food and Drug Administration) nie istnieje oficjalna definicja opisująca tego rodzaju produkty. Obecnie tym mianem określa się wszystkie wyroby wzbogacone o składniki odżywcze, które mają potencjalnie korzystny wpływ na zdrowie człowieka. Powinny być one regularnie spożywane jako część zróżnicowanej diety. Produkty pochodzenia mlecznego, zwłaszcza fermentowane, uważane są za takie, ponieważ zawierają probiotyki, czyli bakterie, które korzystnie wpływają na zdrowie konsumenta powodując wzmocnienie organizmu.

1. Wstęp

Żywność w swoim składzie zawiera różne składniki diety wykazujące szereg korzyści zdrowotnych dla potencjalnego konsumenta. Odpowiednia dieta jest niezbędna do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Badaniami medycznych zalet żywności zajmowano się już od dawna i w sposób naukowy udowodniono silny związek między rodzajem spożywanych produktów a ich prozdrowotnym oddziaływaniem na człowieka (Gul i in. 2016). Z biegiem czasu zapotrzebowanie konsumentów na diety dostarczające niezbędnych składników energetycznych zmieniło się. Obecnie ludzie coraz chętniej sięgają po produkty spożywcze o zrównoważonym profilu składników odżywczych oraz potwierdzonych korzyściach fizjologicznych, metabolicznych i funkcjonalnych względem organizmu. Żywność wzbogacona o składniki pokarmowe, probiotyki jak i produkty określane mianem funkcjonalnych należą do takiej kategorii diet (Panghal i in. 2018). Żywność funkcjonalna bardzo szybko upowszechniła się na rynkach w USA i Japonii. Obecnie staje się coraz chętniej kupowana także w Europie (Linares i in. 2017).

Nutraceutyki są często określane jako fitochemikalia lub żywność funkcjonalna i stanowią grupę związków chemicznych pochodzenia naturalnego, które charakteryzują się właściwościami prozdrowotnymi, zapobiegającymi chorobom lub posiadającymi działanie lecznicze (Varzakas i in.

2018). Chociaż nie istnieje jedna akceptowalna definicja opisująca pochodzenie i działanie żywności określanej mianem funkcjonalnej, można zdefiniować ją jako zwykłą żywność, którą wzbogacono dodatkowymi składnikami w celu zapewnienia określonych korzyści zdrowotnych, innych niż wyłącznie działanie odżywcze (Linares i in. 2017). Ze względu na fakt, że produkty te zacierają granicę między zwykłą żywnością, produktami wzbogaconymi a lekami, z definicji prawnej bardzo trudno jest odróżnić składniki odżywcze, dodatki do żywności, leki i nutraceutyki. Mają one jednak zdecydowaną przewagę nad lekami, ponieważ ich stosowanie jest pozbawione skutków ubocznych i stanowią naturalne suplementy codziennej diety (Varzakas i in. 2018).

Do produkcji żywności funkcjonalnej wykorzystywane są mikroorganizmy mające pożądaną pozytywny efekt biologiczny, medyczny lub fizjologiczny. Korzyści zdrowotne wynikające ze spożywania mikroorganizmów mogą wynikać z bezpośrednich interakcji połączonych żywych mikroorganizmów z gospodarzem (tzw. efekt probiotyczny) albo pośrednio poprzez spożycie metabolitów drobnoustrojów syntetyzowanych podczas fermentacji (tzw. efekt bioaktywny) (Linares i in. 2017).

2. Bakterie probiotyczne

Koncepcja „probiotyku” jako elementu prozdrowotnego żywności rozwinęła się na przestrzeni ostatnich lat, ale już od bardzo dawna nieświadomie spożywamy korzystne mikroorganizmy w tradycyjnej fermentowanej żywności. Tego typu produkty są głównymi nośnikami dostarczającymi probiotyki do organizmu (Tab. 1).

Tab. 1. Mikroorganizmy probiotyczne występujące w produktach mleczarskich (Prado i in. 2015; Karimi i in. 2011).

| Produkt | Mikroorganizmy probiotyczne i kokultury |
|--------------------------|---|
| Świeży ser | <i>L. acidophilus</i> JCN 11047, <i>L. acidophilus</i> 1132T, <i>L. gasseri</i> JCM657 |
| Twarożek | <i>B. bifidum</i> |
| Ser Fresco | <i>B. bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. casei</i> |
| Ser Pategrás | <i>L. casei</i> I90, <i>L. plantarum</i> I91, <i>L. rhamnosus</i> I73 i I75 |
| Ziarna kefirowe i napoje | <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus kefiranofaciens</i> , <i>Lactobacillus paracasei</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Lactobacillus parakefir</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces unisporus</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> , <i>Acetabacter</i> sp., <i>Saccharomyces</i> sp., <i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i> biovar <i>diacetyllactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> , <i>Lactobacillus kefir</i> , <i>Lactobacillus parakefiri</i> . |

Działanie bakterii probiotycznych na organizm ludzki jest wszechstronne. Mogą regulować prawidłową czynność jelit, skutecznie zapobiegają lub leczą szereg zaburzeń żołądkowo-jelitowych, takich jak biegunka zakaźna, biegunka związana z antybiotykami czy zespół jelita drażliwego. Dodatkowe korzyści zdrowotne produktów mlecznych wzbogaconych probiotykami to, np. działania immunomodulujące (*L. casei* CRL431), obniżenie poziomu cholesterolu we krwi (*L. reuteri* NCIMB 30242) i działanie przeciwnadciśnieniowe (*L. plantarum* TENS1ATM) (Linares i in. 2017).

Aby produkt otrzymał status probiotycznego musi spełnić szereg wymagań gwarantujących jego jakość i skuteczność. Przede wszystkim powinna znajdować się w nim odpowiednia ilość probiotyku o potwierdzonym działaniu w odpowiednim stężeniu. Wyselekcjonowane organizmy muszą charakteryzować się zdolnością do przeżycia i kolonizacji (przynajmniej przejściowo) przewodu pokarmowego. W niektórych przypadkach żywotność bakterii może nie być ściśle wymagana. Przykładem są nieaktywne i martwe komórki *L. rhamnosus* GG, które utrzymują swoje działanie immunologiczne i prozdrowotne (Lopez i in. 2008).

3. Związki bioaktywne pochodzące z drobnoustrojów

Niektóre mikroorganizmy mają zdolność do produkowania związków o działaniu prozdrowotnym. Tego typu metabolity można określić mianem biofunkcyjnych. Takie substancje

mogą być dodane do gotowego produktu spożywczego lub powstają podczas procesu fermentacji w wyniku bakteryjnej aktywności metabolicznej. Wtedy też taka cecha jak przeżywalność w przewodzie pokarmowym drobnoustrojów nie jest absolutnie wymagane przy produkcji tego rodzaju produktów spożywczych.

Mikroorganizmy, które biorą udział w fermentacji mlecznych produktów spożywczych mogą wytwarzać biologicznie aktywne cząsteczki i enzymy, a konkretnie witaminy, kwas gamma-aminomasłowy, bioaktywne peptydy, bakteriocyny, enzymy i egzopolisacharydy (Farnworth i Champagne 2015).

3.1 Peptydy bioaktywne

Biologicznie aktywne peptydy powstają podczas fermentacji produktów mlecznych przy wykorzystaniu bakterii LAB (ang. Lactic Acid Bacteria). W ostatnich latach potwierdzono ich działanie przeciwdrobnoustrojowe, przeciwnadciśnieniowe, przeciwwzkrępowe i przeciwutleniające (Nongonierma i FitzGerald 2015).

CalpisTM i Evolus[®] to komercyjne, sfermentowane produkty mleczne o udowodnionych właściwościach przeciwnadciśnieniowych, które są sprzedawane jako żywność funkcjonalna. CalpisTM jest popularny na dużą skalę w Japonii. Jest przygotowywany poprzez fermentację odtłuszczonego mleka z dodatkiem *L. helveticus* i *Saccharomyces cerevisiae*, które wytwarzają peptydy VPP i IPP z β -kazeiny i κ -kazeiny. Evolus[®] - produkowany w Finlandii jest to sfermentowane mleko z dodatkiem bakterii *L. helveticus* (Dziuba i Dziuba 2014). Działanie przeciwnadciśnieniowe peptydów bioaktywnych przejawia się hamowaniem enzymu konwertującego angiotensynę I (ACE), który reguluje ciśnienie krwi (Fernandez i in. 2015). Tego typu peptydy zostały wyizolowane z sfermentowanych produktów mlecznych, w tym sera, fermentowanego mleka i jogurtu (Pritchard i in. 2010). Dodatkowo szczepy stosowane jako kultury startowe w przemysłowej produkcji fermentowanych produktów mlecznych, np. *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* lub *S. thermophilus* także mogą wytwarzać bioaktywne peptydy (Hafeez i in. 2014).

3.2 Witaminy

Organizm ludzki do prawidłowego funkcjonowania potrzebuje witamin i minerałów. Mają one ogromny wpływ na rozwój i wydolność naszego organizmu. Ze względu na fakt, że część z nich nie może być syntetyzowana przez ludzki organizm, należy dostarczać je w odpowiednich ilościach i proporcjach wraz z posiłkiem. Nabiał bogaty w bakterie z rodzaju *Lactobacillus* i *Bifidobacterium* biorące udział w fermentacji może stanowić dodatkowe źródło witamin z grupy B (tiamina, ryboflawina i biotylna). Niedobory witaminy B2 lub B1 mogą prowadzić odpowiednio do zaburzeń funkcji wątroby oraz metabolizmu (Russo i in. 2014).

3.3 Bakteriocyny

Bakteriocyny to małowcząsteczkowe związki, które są syntetyzowane rybosomalnie. Składają się z kompleksów polipeptydowych lub peptydów. Mają działanie przeciwdrobnoustrojowe, wytwarzane są przez określone bakterie i są łatwo rozkładane przez enzymy proteolityczne przewodu pokarmowego ssaków, dzięki czemu ludzie mogą je bezpiecznie spożywać. Bakteriocyny produkowane przez bakterie mlekowe cieszą się dużym zainteresowaniem, ponieważ często są wytwarzane przez komercyjnie przydatne szczepy, które są uważane za bezpieczne (ang. GRAS - Generally Recognised As Safe) (Zacharof i Lovittb 2012; Nes i in. 2007). Posiadają zazwyczaj charakter kationowy, bez charakterystycznych stałych struktur, gdy znajdują się w roztworach wodnych. Pod wpływem rozpuszczalników, takich jak na przykład trifluoroetanol tworzą struktury spiralne (Zacharof i Lovittb 2012). Pomimo tego, że bakteriocyny ze względu na swoje działanie mogą być sklasyfikowane jako antybiotyki to nimi nie są. Pomędzy tymi związkami istnieją istotne różnice, które wykluczają ich identyczność (Tab.3).

Opisywane cząsteczki przeciwdrobnoustrojowe należą do pożytecznych peptydów syntetyzowanych wewnątrz komórki podczas fermentacji mleka. Tradycyjnie były stosowane jako naturalnie produkowane bioprezerwanty żywności. Ponadto mogą funkcjonować w przewodzie pokarmowym jako potencjalne środki bioterapeutyczne ułatwiające hamowanie rozwoju patogennej

mikroflory jelitowej. W taki sposób przyczyniają się do równowagi mikrobioty i zdrowia konsumentów (Dobson i in. 2012).

Tab. 2. Bakterie produkujące witaminy występujące w mlecznych produktach spożywczych (Linares i in. 2017).

| Witamina | Bakterie | Produkt |
|------------------------------------|--|---|
| Tiamina (B1) i ryboflawina (B2) | <i>L. casei</i> KNE-1 | Fermentowane napoje mlecznych |
| | <i>B. infantis</i> CCRC14633 i <i>B. longum</i> B6 | Fermentowane mleko sojowe |
| Kwas foliowy (witamina B9) | <i>Streptococcus thermophilus</i> CRL803/ CRL415 i <i>L. bulgaricus</i> CRL871 | Jogurt naturalny |
| | Szczepy <i>B. lactis</i> CSCC5127, <i>B. infantis</i> CSCC5187 i <i>B. breve</i> CSCC5181 | Fermentowane mleko odtłuszczone |
| | <i>L. amylovorus</i> CRL887 | Fermentowane mleko |
| Kobalamina (witamina B12) | <i>L. reuteri</i> ZJ03, <i>Propionibacterium freudenreichii</i> i <i>B. animalis</i> Bb12 | Jogurt sojowy, kefir i mleko fermentowanym |
| Biotyna (witamina B7) | <i>L. helveticus</i> MTCC 5463 | Fermentowane mleko |
| Witamina K | <i>Lactococcus lactis</i> | Przemysłowa fermentacja sera, maślanka, kwaśna śmietana, twaróg i kefir |

Tab. 3. Zestawienie porównawcze bakteriocyn i antybiotyków (Zacharof i Lovittb 2012).

| Cecha porównywana | Bakteriocyny | Antybiotyki |
|------------------------------|--|--|
| Biosynteza | Rybosomalna | Wtórne metabolity |
| Aktywność | Ograniczają swoją aktywność do szczepów związanych ze szczepem produkującym bakteriocynę | Szerokie spektrum działania |
| Odporność komórki producenta | Tak | Nie |
| Mechanizm odporności | Zazwyczaj odpowiednie przystosowanie i uorganizowanie błony komórkowej | Uwarunkowanie genetyczne |
| Mechanizm działania | Formowanie porów w błonie komórek, zwiększenie przepuszczalności błon komórek docelowych, czasem hamowanie syntezy ściany komórkowej lub hamowanie aktywności RNazy lub DNazy. | Oddziaływanie na specyficzne błonowe oraz wewnątrzkomórkowe cele |
| Toksyczność | Nie stwierdzono | Występuje |

3.4 Egzopolisacharydy

Egzopolisacharydy (EPS), to złożone zewnątrzkomórkowe polimery węglowodanowe. Wytwarzane przez bakterie kwasu mlekowego przyczyniają się do powstawania konkretnej tekstury fermentowanych produktów mlecznych i mają wpływ na poprawę zdrowia konsumentów (Tab. 4).

Niektóre z nich promują selektywny wzrost *Bifidobakterii*, tym samym odgrywając rolę w rozwoju odpowiedniej mikroflory gospodarza i układzie odpornościowym (Salazar i in. 2016).

Tab. 4. Bakterie produkujące EPS i produkty w których występują (Linares i in. 2017).

| Produkt | Bakteria |
|-------------------------------------|---|
| Jogurt fermentowany | <i>L. delbrueckii ssp. bulgaricus</i> OLL1073R-1 |
| Jogurt, sery szwajcarskie i Cheddar | <i>L. mucosae</i> DPC 6426 |
| Tradycyjny ser turecki | <i>P. freudenreichii</i> KG15 / KG6, <i>Lactococcus lactis</i> SMQ-461, <i>S. thermophilus</i> MR-1C |
| Kefir | <i>L. plantarum</i> YW11 |

Wpływ EPS na teksturę, właściwości sensoryczne i reologiczne końcowego produktu spożywczego stanowi dodatkową korzyść wynikającą ze zmniejszenia ilości wymaganych stabilizatorów chemicznych. Otrzymany wyrób jest bardziej naturalny i chętniej spożywany przez potencjalnych konsumentów. Przykładami szczepów działających w opisany sposób są: *B. longum subsp. infantis* CCUG 52486 i *S. thermophilus*. Bakterie te po wykorzystaniu w produkcji jogurtów i sfermentowanych lodów powodowały, że produkty końcowe miały większą lepkość i lepszą konsystencję dzięki występującym EPS (Han i in. 2016; Dertli i in. 2016).

3.5 Enzymy

Podczas przeprowadzania fermentacji produktów mlecznych z udziałem bakterii kwasu mlekowego, wytwarzane są enzymy o potencjalnej bioaktywności dla konsumenta. Jednym z lepiej udokumentowanych przykładów takich związków jest β -galaktozydaza, której działanie powoduje degradację laktozy. Tym samym produkt, który powstał przy udziale tego związku może wpływać na poprawę zdrowia konsumentów i łagodzić objawy nietolerancji u osób z zespołem złego wchłaniania laktozy. Sfermentowane jak i niesfermentowane produkty mleczne z dodatkiem konwencjonalnych kultur starterowych i bakterii probiotycznych wywierają korzystne efekty na organizm ludzki (de Vrese i in. 2001).

Istnieją różne enzymy hydrolityczne, które mogą wywierać potencjalnie korzystny wpływ na trawienie w przewodzie pokarmowym konsumentów i łagodzić objawy złego wchłaniania jelitowego. Dlatego w przeciągu ostatnich lat przeprowadzono szereg badań, aby wykryć i zidentyfikować potencjalnie przydatne związki (Patel i in. 2013).

4. Podsumowanie

Żywność funkcjonalna, zwłaszcza mleczne produkty fermentowane, które zawierają składniki aktywne fizjologicznie, może mieć wpływ na poprawę zdrowia konsumentów. Spożywanie tego typu produktów na co dzień to doskonały sposób zagwarantowania odporności organizmu poprzez zapobieganie, a nie leczenie.

Świadomość konsumencka dotycząca żywności funkcjonalnej jest coraz większa, jednak dziedzina ta dopiero rozwija się. Niezbędne są badania naukowe w celu uzasadnienia potencjalnych korzyści zdrowotnych tych produktów. Wyroby spożywcze o udowodnionych naukowo zdolnościach prozdrowotnych mają ogromny potencjał, aby stać się coraz ważniejszym elementem zdrowego stylu życia. Dlatego tak ważne jest zrozumienie i poznanie działania poszczególnych związków, ich wpływu na żywność oraz zmiany metaboliczne, które mogą wystąpić przy zmianie poszczególnych elementów diety ze zwykłej na żywność funkcjonalną.

5. Literatura

de Vrese M, Stegelmann A, Richter B, Fenselau S, Laue C, Schrezenmeir J (2001) Probiotics: compensation for lactase insufficiency. *The American Journal of Clinical Nutrition* 73: 421–429.

- Dertli E, Toker OS, Durak MZ, Yilmaz MT, Tatlısu NB, Sagdic O, Cankurtud H (2016) Development of a fermented ice-cream as influenced by in situ exopolysaccharide production: rheological, molecular, microstructural and sensory characterization. *Carbohydrate Polymers* 136: 427–440.
- Dobson A, Cotter PD, Ross RP, Hill C (2012) Bacteriocin production: a probiotic trait?. *Applied and Environmental Microbiology* 78: 1–6.
- Dziuba B, Dziuba M (2014) Milk proteins-derived bioactive peptides in dairy products: molecular, biological and methodological aspects. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 13: 5–25.
- Farnworth ER, Champagne CP (2015) Production of probiotic cultures and their incorporation into foods. *Probiotics, prebiotics and synbiotics: bioactive foods in health promotion*, 20: 303–318.
- Fernandez M, Hudson J, Korpela R, de los Reyes-Gavilán CG (2015) Impact on human health of microorganisms present in fermented dairy products: an overview. *BioMed Research International* 2015:412714. doi: 10.1155/2015/412714
- Gul K, Singh AK, Jabeen R (2016) Nutraceuticals and functional foods: The foods for the future world. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 56 (16): 2617–2627.
- Han X, Yang Z, Jing X, Yu P, Zhang Y, Yi H, Zhang L (2016). Improvement of the texture of yogurt by use of exopolysaccharide producing lactic acid bacteria. *BioMed Research International* 2016: 7945675. doi: 10.1155/2016/7945675
- Hafeez Z, Cakir-Kiefer C, Roux E, Perrin C, Miclo L, Dary-Mouro A. (2014) Strategies of producing bioactive peptides from milk proteins to functionalize fermented milk products. *Food Research International* 63: 71–80.
- Karimi R, Mortazavian AM, Da Cruz AG (2011) Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: a review. *Dairy Science & Technology* 91: 283–308.
- Linares DM, Gómez C, Renes E, Fresno JM, Tornadijo ME, Ross RP, Stanton C (2017) Lactic acid bacteria and bifidobacteria with potential to design natural biofunctional health-promoting dairy foods. *Frontiers in Microbiology* 8:846. doi: 10.3389/fmicb.2017.00846.
- Lopez M, Li N., Kataria J, Russell M, Neu J (2008) Live and ultraviolet-inactivated *Lactobacillus rhamnosus* GG decrease flagellin-induced interleukin-8 production in Caco-2 cells. *The Journal of Nutrition* 138: 2264–2268.
- Nes IF, Yoon SS, Diep DB (2007) Ribosomally synthesized antimicrobial peptides (bacteriocins) in lactic acid bacteria: a review. *Food Science and Biotechnology* 16: 675–690.
- Nongonierma AB, FitzGerald RJ (2015) The scientific evidence for the role of milk protein-derived bioactive peptides in humans: a review. *Journal of Functional Foods* 17: 640–656.
- Panghal A, Janghu S, Virkar K, Gat Y, Kumar V, Chhikara N (2018) Potential non-dairy probiotic products – A healthy approach. *Food Bioscience*, 21: 80-89.
- Patel A, Shah N, Prajapati JB (2013) Biosynthesis of vitamins and enzymes in fermented foods by lactic acid bacteria and related genera - A promising approach. *Croatian Journal of Food Science and Technology* 5: 85–91.
- Prado MR, Blandón LM, Vandenberghe LPS, Rodrigues C, Castro GR, Thomaz-Soccol V, Soccol CR (2015) Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology* 6: 1177. doi: 10.3389/fmicb.2015.01177.
- Pritchard SR, Phillips M, Kailasapathy K (2010) Identification of bioactive peptides in commercial Cheddar cheese. *Food Research International* 43(5):1545-1548.
- Russo P, Capozzi V, Arena MP, Spadaccino G, Dueñas MT, López P, Fiocco D, Spano G (2014) Riboflavin-overproducing strains of *Lactobacillus fermentum* for riboflavin-enriched bread. *Applied microbiology and biotechnology* 98: 3691–3700.
- Salazar N, Gueimonde M, de Los Reyes-Gavilán CG, Ruas-Madiedo P (2016) Exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria and bifidobacteria as fermentable substrates by the intestinal microbiota. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 56: 1440–1453.
- Varzakas T, Kandyli P, Dimitrellou D, Salamoura C, Zakynthinos G, Proestos C (2018) Innovative and fortified food: Probiotics, prebiotics, GMOs, and superfood. *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*, 67-129.

Zacharof MP, Lovittb RW (2012) Bacteriocins produced by lactic acid bacteria. 3rd International Conference on Biotechnology and Food Science (ICBFS 2012), APCBEE Procedia 2: 50–56.