

POLSKIE TOWARZYSTWO FARMACEUTYCZNE

BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

ISSN 2353-9054

KWARTALNIK

4

TOM XLVII WARSZAWA 2014



BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Czasopismo poświęcone zagadnieniom badań ochrony
zdrowia i środowiska

Wersja internetowa wydawanego czasopisma jest wersją pierwotną

TOM XLVII

2014

Nr 4

TREŚĆ

<i>J. Biernat, M. Bronkowska</i> : Interakcje z lekami – istotnym wskazaniem suplementacji diety witaminą B12	857
<i>E. Bator, M. Bienkiewicz, J. Chlebowska, M. Bronkowska</i> : Stopień realizacji zapotrzebowania organizmu na wybrane składniki mineralne i witaminy w dietach redukcyjnych opublikowanych w czasopismach dla kobiet	865
<i>K. Pokorska-Niewiada, S. Watrak, M. Protasowicki</i> : Zawartość składników mineralnych w czekoladach mlecznych	871
<i>J. Florczak, J. Chudy, M. Barasińska, B. Karwowski</i> : Wybrane składniki odżywcze grzybów dziko rosnących uszaka bżowego (<i>Hirneola auricula judae</i>), bocznika ostrygowatego (<i>Pleurotus ostreatus</i>) i zimówki aksamitnotrzonowej (<i>Flammulina velutipes</i>)	876
<i>K. Piasecka-Józwiak, J. Rozmierska, D. Kotyrba</i> : Wykorzystanie kultur starterowych i inuliny do otrzymywania zakwasowego pieczywa pszennego o cechach funkcjonalnych i obniżonej wartości energetycznej	883
<i>G. Jaworska, E. Gwóźdź, K. Pogoń, M. Klimek</i> : Zmiany jakości napoju grejpfrutowego w czasie przechowywania	889
<i>A. Wrzodak, M. Grzegorzewska</i> : Jakość sensoryczna kapusty pekińskiej w zależności od warunków przechowywania	897
<i>M. Bilek, S. Lachowicz, J. Kaniuczak</i> : Zawartość anionów nieorganicznych w wodzie pitnej ujęć indywidualnych z terenu Podkarpacia	903
<i>A. Lenart-Boroń, A. Pawłowska</i> : Porównanie czystości mikrobiologicznej czyszczonych i nieczyszczonych owoców z wybranych punktów handlowych na terenie Krakowa	909
<i>D. Orzeł, M. Żmijewski, M. Bronkowska, M. Styczyńska</i> : Wpływ produktów przemiału orzeszków gryki dodawanych do diet zbilansowanych na absorpcję pozorne wapnia i fosforu u szczurów Wistar	916
<i>D. Figurska-Ciura, A. Gruszka, D. Orzeł, M. Styczyńska, K. Łoźna, A. Gryszkin, J. Biernat</i> : Wpływ preparatu skrobi opornej RS4 dodawanego do diet o zróżnicowanej zawartości białka i żelaza na zawartość składników mineralnych w kościach i sierści szczurów	923
<i>J. Sadowska, A. Kujawa</i> : Ocena modyfikowalnych czynników ryzyka rozwoju zwyrodnienia płamki żółtej w badanej grupie kobiet po 45-tym roku życia	938
<i>K. Szajnar, A. Znamirska, M. Pawlos, D. Kalicka</i> : Właściwości fizykochemiczne i profil teksturometryczny jogurtów wzbogaconych cytrynianem wapnia	946
<i>B. Paszczyk, M. Polak-Śliwińska, E. Tońska</i> : Kwasy tłuszczowe i izomery <i>trans</i> w pieczywie ...	953

Jadwiga Biernat, Monika Bronkowska

INTERAKCJE Z LEKAMI – ISTOTNYM WSKAZANIEM SUPLEMENTACJI DIETY WITAMINĄ B₁₂

Katedra Żywienia Człowieka Wydziału Nauk o Żywności
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Kierownik: dr hab. *M. Bronkowska*

Hasła kluczowe: witamina B₁₂, przyczyny niedoborów, interakcje z lekami, suplementacja diety.

Key words: Vitamin B₁₂, deficiency causes, interactions with drugs, supplementation.

Witamina B₁₂ (kobalamina), podobnie jak wszystkie poznane witaminy zawarte w żywności, należy do związków niezbędnych dla człowieka i musi być codziennie dostarczana z pożywieniem w ilościach odpowiednich, w zależności od ich wieku i stanu fizjologicznego. Powszechnie używane nazwy – witamina B₁₂ lub kobalamina obejmują grupę związków nazwanych korynoidami, które w cząsteczce zawierają pierścień koryny (tetrahydropirolu), atom kobaltu oraz nukleotyd dimetylobenzimidazolowy. W organizmie człowieka aktywnymi biologicznie związkami z tej grupy są: metylokobalamina, deoksyadenozylkobalamina i hydroksykobalamina. Syntetyczna pochodna – cyjankobalamina, z uwagi na jej trwałość i zdolność przemiany do form aktywnych, jest wykorzystywana jako składnik suplementów diety i preparatów do iniekcji zalecanych w leczeniu anemii złośliwej (1).

Metylokobalamina bierze udział w powstawaniu kwasu tetrahydrofoliowego – aktywnej formy folianów i przy jego współudziale uczestniczy w remetylacji homocysteiny do metioniny. Jest także donorem grup metylowych w procesie metylacji białek centralnego układu nerwowego tworzących osłonki mielinowe. Uczestniczy, jako koenzym w przemianach kwasu foliowego do kwasu 5,10-metylenotetrahydrofoliowego, który jest niezbędny w syntezie DNA i RNA. Ważny jest również udział metylokobalaminy i deoksyadenozylkobalaminy w procesie dojrzewania prekursorów krwinek czerwonych i białych oraz w syntezie hemoglobiny. 5'-deoksyadenozylkobalamina uczestniczy ponadto w przemianie metylomalonylokoenzymu A do bursztynylokoenzymu A, w reakcjach przemian tłuszczów, węglowodanów i białek oraz w wytwarzaniu z nich energii, a także w reakcjach utleniania kwasów tłuszczowych i rozkładzie niektórych rozgałęzionych aminokwasów (1, 2).

Wchłanianie witaminy B₁₂ z pożywienia i jej transport

Witamina B₁₂ w produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego występuje w postaci kompleksów z białkami. W takiej formie dostaje się do żołądka, gdzie

w kwaśnym środowisku, w obecności pepsyny uwalniana jest wolna kobalamina, która następnie łączy się z glikoproteiną R wydzielaną przez ślinianki i komórki błony śluzowej żołądka. Kompleksy te mogą powstawać zarówno w środowisku kwaśnym, jak i lekko zasadowym przy pH 2–8. Rozkład kompleksów kobalaminy z białkiem R następuje pod wpływem enzymów soku trzustkowego – głównie proteaz: trypsyny i chymotrypsyny. Wolna kobalamina łączy się w jelicie cienkim z czynnikiem wewnętrznym, nazywanym także czynnikiem IF (Intrinsic Factor) przy pH 3–9. Czynniki IF jest glikoproteiną, która zawiera 15% węglowodanów/mg białka i wydzielany jest przez komórki okładzinowe błony śluzowej żołądka, a jego synteza pobudzana jest przez obecność pokarmu w żołądku. Proces ten jest prawdopodobnie stymulowany przez mechanizmy hormonalne. Dowiedziono, że wiele substancji może zmniejszać lub nasilać wydzielanie czynnika IF. Do inhibitorów należą m.in. atropina, antagoniści receptora histaminowego H_2 , natomiast aktywatorami są m.in. insulina, histamina, pentagastryna. Czynniki IF może wiązać 30 μg kobalaminy/mg białka. Kobalamina wchłania się w części dystalnej jelita krętego, gdzie w błonie śluzowej obecny jest swoisty receptor dla kompleksu: **IF – kobalamina**. Struktura tego receptora została dobrze poznana, ale mechanizm wiązania się kompleksu do receptora nie został do końca wyjaśniony. W procesie tym uczestniczą jony wapnia (1, 3). Receptor uwalnia kobalaminę z połączenia z czynnikiem IF i jest ona transportowana przez naczynia włosowate kosmków jelitowych do krwiobiegu. Mechanizm tego procesu także nie został w pełni poznany. W krwi kobalamina nie występuje w stanie wolnym, a łączy się z specyficznymi białkami transkobalaminami: I, II, III. Transkobalamina II jest białkiem transportującym kobalaminę do tkanek, m.in.: wątroby, nerek, łożyska. W stanach niedoborów tego białka stwierdza się podwyższony poziom kwasu metylomalonowego i homocysteiny w moczu. Witamina B_{12} wydalana jest głównie z kałem (3, 4).

Przyczyny niedoborów witaminy B_{12}

Niedobory witaminy B_{12} mogą ujawniać się na skutek:

- niebilansowania podaży witaminy B_{12} w całodziennym pożywieniu z zapotrzebowaniem organizmu z powodu braku w diecie wystarczających ilości produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego;
- zaburzeń wchłaniania i wydalania tej witaminy wynikających z przebiegu wielu schorzeń lub gastrektomii;
- interakcji pomiędzy witaminą B_{12} a przyjmowanymi przewlekłe lekami.

Aktualne polskie normy spożycia witaminy B_{12} na poziomie średniego zapotrzebowania wynoszą dla zdrowych, dorosłych kobiet i mężczyzn – 2 $\mu\text{g}/\text{dobę}$ i są zgodne z normami dla osób dorosłych przyjętymi w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie oraz w większości krajów europejskich (5).

Kobalaminy występują w produktach spożywczych pochodzenia zwierzęcego i największe ich ilości zawierają: wątroba zwierząt rzeźnych (25–110 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, ryby (1–24,0 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), mleko i produkty mleczne (0,3–2,6 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), jaja (1,6 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) i mięso (0,7–1,3 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) (6). Wchłanianie się ok. 50% witaminy B_{12} z ilości zawartej w pożywieniu (1). Udział poszczególnych grup produktów w pokryciu dziennego zapotrzebowania na witaminę B_{12} jest następujący: mleko i produkty mleczne – 36%;

mięso i jego przetwory – 34%; ryby – 16% w racjach pokarmowych mężczyzn oraz 22% w racjach kobiet (7).

Pobranie witaminy B₁₂ z całodziennym pożywieniem w różnych krajach waha się w szerokich granicach i zależy głównie od warunków socjoekonomicznych oraz zwyczajów żywieniowych, przy czym najniższe jest w krajach gospodarczo słabo rozwiniętych. *Gertig i Przysławski* (8) podają, że zawartość kobalaminy w przeciętnej racji pokarmowej różnych krajów mieści się w granicach od 5 do 15 µg/dzień, przy czym w krajach rozwijających wynosi od 0,5 do 2,0 µg/dzień (8). *Henderson i współpr.* (7) zbadali, że w Wielkiej Brytanii średnie dzienne spożycie tej witaminy wynosi 6,5 µg w racjach pokarmowych mężczyzn i 4,8 µg w racjach kobiet. Ocenili także, że 0,5% populacji mężczyzn i 1% populacji kobiet dostarcza ten składnik odżywczy w ilościach niższych od zalecanej normy. Według badania WOBASZ prowadzonego w latach 2003–2005 w próbie losowej mieszkańców naszego kraju, w wieku 20–74 lat, średnie pobranie witaminy B₁₂ z pożywieniem wśród mężczyzn wynosiło 5,9 µg/dzień, a wśród kobiet 3,3 µg/dzień (9).

Trudności z realizacją zapotrzebowania na tą witaminę obserwuje się głównie wśród osób starszych. Są one wynikiem występującego często w tych grupach społeczeństwa niedożywienia ogólnego, którego przyczyną mogą być codzienne trudności z przygotowywaniem urozmaiconych posiłków lub niechęć ich spożywania. Mogą one także być spowodowane występującymi w tym okresie życia przewlekłymi schorzeniami, nasilającymi zaburzenia trawienia i wchłaniania, charakterystyczne dla zmian fizjologicznych związanych z procesem starzenia się organizmu. W badaniach cytowanych przez *Andresa i współpr.* (10) wykazano, że niedostateczną podaż tej witaminy poniżej 2 µg/dzień stwierdza się u ponad 50% ludzi starszych mieszkających w USA, a liczba takich osób wzrasta wśród przebywających w zakładach opieki zdrowotnej. *Ryan-Harshman* (11) podaje, że u 20% ludzi po 50 r. życia występują niedobory witaminy B₁₂, a u 60% niedobory te wynikają z zaburzeń wchłaniania tej witaminy.

Z tego względu zaleca się, aby u ludzi starszych rutynowo prowadzona była diagnostyka zarówno w kierunku wykrywania niedoborów witaminy B₁₂ oraz ich przyczyn. Po ich stwierdzeniu, lekarz podejmuje decyzję czy konieczne jest podjęcie leczenia preparatami do iniekcji czy tylko zalecenie spożywania produktów, które są jej bogatym źródłem oraz przyjmowania suplementów diety zawierających odpowiednie dawki tej witaminy lub suplementów wielowitaminowych (12).

W przebiegu przewlekłych schorzeń, głównie przewodu pokarmowego, dochodzi do ujawnienia się stanów zapalnych błony śluzowej żołądka i jelit, aż do jej zaniku, następuje często obniżenie kwasowości soku żołądkowego, a te dolegliwości hamują syntezę zarówno białka R jak i czynnika IF, co ogranicza wchłanianie z pokarmów witaminy B₁₂ i to zarówno u ludzi starszych, jak i młodych. Niedobory witaminy B₁₂ mogą wystąpić w zaburzeniach wydzielniczych trzustki, w celiakii, w chorobie *Leśniewskiego–Crohna*, w chorobach zapalnych jelit, po resekcjach żołądka i jelit (13). W ostatnich latach coraz częściej zwraca się uwagę na powiązanie występowania niedoborów witaminy B₁₂ z zakażeniem *Helicobacter pylori*. *Kaplan i współpr.* (14) stwierdzili, że spośród 138 osób z niedoborem witaminy B₁₂ u 56% wykryto *H. pylori*. Przeprowadzona eradykacja infekcji spowodowała wzrost stężenia tej witaminy w surowicy krwi u 40 % badanych.

Podobnie jak u ludzi starszych także wśród wegetarian, a szczególnie wegan, mogą ujawnić się skutki niedoborów witaminy B₁₂. Weganie nie spożywają żadnych produktów pochodzenia zwierzęcego, a rośliny nie syntetyzują witaminy B₁₂, ani jej nie potrzebują, ani też nie magazynują. U ludzi żywiących się w taki sposób od wielu pokoleń wykształcają się genetycznie uwarunkowane mechanizmy, dzięki którym organizm wykorzystuje nawet niewielkie ilości tej witaminy. Alternatywnym jej źródłem jest synteza w jelitach przez bakterie. Śladowe ilości bakterii syntetyzujących kobalaminy mogą znajdować się na produktach roślinnych jako ich zanieczyszczenie. Laktoowegetarianie i laktowegetarianie dostarczają potrzebne organizmowi ilości tej witaminy z mlekiem, serami, jajkami. U wielu ścisłych wegetarian istnieje konieczność zastosowania suplementacji diety preparatami doustnymi zawierającymi odpowiednie dawki witaminy B₁₂, jeszcze przed wystąpieniem hematologicznych i neurologicznych skutków jej niedoborów (13, 15).

Niedobory witaminy B₁₂ mogą się ujawnić podczas przewlekłego przyjmowania niektórych leków doustnych, które niekorzystnie zmieniają jej wchłanianie i biodostępność. Najczęściej stwierdza się takie oddziaływanie podczas przyjmowania: antagonistów receptora histaminowego H₂ (cymetydyna, ranitydyna), leków stosowanych w chorobach zapalnych jelit (sulfasalazyna), inhibitorów pompy protonowej (omeprazol, pantoprazol, lansoprazol.), kwasu acetylosalicylowego, kwasu *p*-aminosalicylowego, antybiotyków, kolchicyny, tlenku azotu oraz biguanidów, a szczególnie metforminy (1, 16).

Wpływ tego ostatniego leku na powstawanie niedoborów witaminy B₁₂ zasługuje na szersze omówienie z racji tego, że jest on stosowany powszechnie w leczeniu cukrzycy typu 2, w monoterapii lub w leczeniu skojarzonym z innymi hipoglikemikami doustnymi, a także z insuliną. Zalecany jest choremu do przyjmowania w różnych dawkach i przyjmowany najczęściej przez długi okres. Zaleca się go na ogół bez wcześniejszej kontroli wskaźników niedoboru witaminy B₁₂ i bez uwzględnienia występowania czynników, które taki niedobór mogły wywołać. Od wielu już lat ukazują się publikacje w których klinicyści sygnalizują, że u 10–30% chorych z cukrzycą typu 2, leczonych metforminą, stwierdza się istotne obniżenie stężenia w surowicy krwi witaminy B₁₂, holotranskobalaminy II, a także kwasu foliowego, chociaż nie u wszystkich chorych spadek stężenia folianów jest istotny (17, 18, 19). U niektórych chorych prowadzi to w efekcie do wzrostu stężenia kwasu metylomalonowego i homocysteiny w surowicy krwi (19, 20, 21, 22). Wzrost stężenia homocysteiny w surowicy krwi chorych leczonych metforminą, jak wykazali *Mohammadi* i współpracownicy (21) można ograniczyć przez suplementację diety preparatami witaminy B₁₂ i/lub kwasu foliowego. Jest to ważne z uwagi na udowodnione miażdżycogenne działanie podwyższonego stężenia homocysteiny w krwi.

Mechanizm niekorzystnego wpływu metforminy na wchłanianie witaminy B₁₂ nie jest do końca wyjaśniony. Prawdopodobnie niedobór tej witaminy może być powodowany przerostem flory bakteryjnej jelit obserwowanym u chorych na cukrzycę, a nasilanym przez przyjmowanie leku z powodu zmniejszania się motoryki jelit, lub osłabienia wchłaniania glukozy (17). Inne badania wykazały, że metformina ma niekorzystny wpływ na błonowe receptory wychwyty czynnika IF zależne od jonów wapniowych (22). *Bauman* i współpracownicy (17) udowodnili, że suplementacja diety chorych leczonych metforminą preparatami wapnia (1,0 g/dzień przez 3 miesiące)

istotnie zwiększała stężenie holotranskobalaminy II w surowicy. Obecność jonów wapniowych jest niezbędna przy łączeniu się czynnika wewnętrznego z receptorami na powierzchni komórek jelita. Metformina konkuruje z wapniem w wiązaniu się z tymi receptorami. Niedobory wapnia są powszechne w wielu grupach społeczeństwa, szczególnie wśród osób nie spożywających mleka i jego przetworów. Autorzy ci nie stwierdzili w swoich badaniach przerostu bakterii jelitowych u chorych i uważają, że nie jest to najważniejszy mechanizm zmniejszania się stężenia witaminy B₁₂ w krwi podczas terapii metforminą.

Nie zdiagnozowany wcześniej niedobór witaminy B₁₂, z nieujawnionymi jeszcze objawami hematologicznymi, może u chorych wywołać poważne zaburzenia neurologiczne wynikające uszkodzenia funkcji centralnego i obwodowego układu nerwowego. Neuropatia obwodowa może być mylnie zdiagnozowana jako neuropatia cukrzycowa, a nie rozpoznanie przyczyny może spowodować dalsze uszkodzenia funkcji centralnego układu nerwowego (23). Niedobór witaminy B₁₂ jest istotnie zależny od czasu przyjmowania leku. *Marar* i współpr. (18) wykazali, że większa liczba chorych z niedoborem tej witaminy jest obserwowana wśród przyjmujących lek dłużej niż 5 lat.

Nasilenie niedoboru prawdopodobnie zależy także od dawki metforminy, chociaż nie zostało to jednoznacznie potwierdzone (20, 23). Zwraca się jednak uwagę, że istotne hipoglikemiczne działanie metforminy, a także brak spadków glukozy oraz korzystny wpływ na układ sercowo-naczyniowy i profil lipidowy tego leku przemawiają za tym, aby nie przerywać leczenia mimo ujawnienia się niedoboru witaminy B₁₂ (23).

Reinstatler i współpr. (24) zbadali, że podczas długotrwałego przyjmowania metforminy konieczna jest suplementacja diety preparatami doustnymi witaminy B₁₂, ponieważ jej spożycie tylko z całodziennym pożywieniem nie jest skuteczne w likwidowaniu niedoborów wywołanych działaniem leku. Uważają oni, że dawki witaminy B₁₂ w suplementach diety powinny być wyższe niż 6 µg/dzień, czyli powinny przewyższać ilości na ogół zawarte w preparatach wielowitaminowych. *Philipsen* i współpr. (25) wykazali jednak, że częstość występowania niedoboru witaminy B₁₂ była istotnie niższa nawet u chorych, którzy stosowali suplementację diety preparatami wielowitaminowymi. *Bell* i współpr. (23) proponują chorym na cukrzycę leczonym przez wiele lat metforminą podawanie witaminy B₁₂ przynajmniej raz w roku w iniekcji domięśniowej. Sugerują także, suplementację diety preparatami wapnia, który jest niezbędny do przyswajania witaminy B₁₂, a jednocześnie może zmniejszyć dolegliwości związane z ubocznym działaniem leku wywołującym luźne stolce i biegunki.

Skutki niedoborów witaminy B₁₂

Kliniczne objawy niedoboru witaminy B₁₂ ujawniają się po kilku latach od wystąpienia zaburzeń wchłaniania lub braku jej w pożywieniu. Początkowo dość długo stężenie tej witaminy w osoczu mieści się w granicach norm fizjologicznych (powyżej 400 pg/cm³). W późniejszym okresie może się obniżać, a wzrastają dość znacznie stężenia w surowicy krwi homocysteiny i kwasu metylomalonowego, które obecnie uznawane są za czulsze wskaźniki awitaminozy B₁₂. Objawy neurologiczne,

hematologiczne i psychiatryczne ujawniają się po utracie ponad 90% zapasów tej witaminy zgromadzonych w wątrobie (26).

Niedobór witaminy B₁₂ wywołuje przede wszystkim zmiany neurologiczne, które są wynikiem zwyrodnienia rdzenia kręgowego, neuropatii obwodowej, neuropatii nerwu wzrokowego oraz otępienia. Objawy neurologiczne charakterystyczne dla tej awitaminozy to: drętwienie i mrowienie rąk i nóg, parestezje, zniesienie odruchów rozciągowych mięśni. Są one bardzo podobne do objawów charakterystycznych dla neuropatii obwodowej występującej u ludzi starszych i nie kojarzonej z niedoborem kobalaminy. Objawy wynikające z awitaminozy B₁₂ ujawniają się nagle i występują początkowo w obrębie dłoni, a następnie obejmują różne odcinki kończyn dolnych i górnych (27).

Zmiany hematologiczne spowodowane niedoborem witaminy B₁₂ określane są jako anemia złośliwa lub niedokrwistość *Addisona–Biermera*. W obrazie krwi obserwuje się nadmierną segmentację wielojądrzastych leukocytów, obecne są duże, owalne erytrocyty, występują: leukopenia, trombocytopenia. W osoczu obserwuje się podwyższone stężenie bilirubiny i zwiększoną aktywność dehydrogenazy mleczanowej. W szpiku kostnym występują zmiany megaloblastyczne. Zmiany te są podobne do skutków niedoboru folianów (26).

W nieleczonej awitaminozie B₁₂, przy podwyższonym stężeniu homocysteiny, mogą się nasilać niekorzystne zmiany w układzie sercowo-naczyniowym wynikające z postępujących zmian miażdżycowych. Oprócz tego charakterystyczne jest silne osłabienie organizmu, stany zapalne języka i błony śluzowej jamy ustnej, stosunkowo rzadko może się ujawnić żółtaczka. U chorych mogą występować i nasilać się stopniowo: demencja, zaburzenia pamięci, upośledzenie umysłowe, depresja, psychozy i halucynacje, zaburzenia widzenia (1,10, 11, 26).

Metody zapobiegania i leczenia utajonych niedoborów witaminy B₁₂ oraz anemii złośliwej

Metody postępowania w leczeniu niedoborów witaminy B₁₂ są zróżnicowane i zależą od ich przyczyn. Jeśli niedobór ten wynika z niskiej podaży tej witaminy w pożywieniu, co jest możliwe u ludzi starszych lub wegetarian, konieczne jest zalecenie wprowadzenia do diety tych produktów, które zawierają witaminę B₁₂ oraz ewentualną suplementację diety doustnymi preparatami w różnych dawkach, dopasowanych do nasilenia niedoboru i ewentualnych jego objawów. W suplementach diety zawartości witaminy B₁₂ są bardzo zróżnicowane od 5 do 50 µg/dzień, natomiast dawki terapeutyczne w lekach są wyższe od 50 do 5000 µg/dzień, podawane w dawce jednorazowej lub podzielonej. Doustne preparaty zawierające tą witaminę mogą być stosowane także przy zaburzeniach jej wchłaniania wynikających z interakcji z różnymi lekami nie obniżającymi kwasowości soku żołądkowego (2). *Dharmarajan* i wspólr. (26) sugerują, aby każdy niedobór witaminy B₁₂ początkowo korygowany był domięśniowo, a następnie jeśli to możliwe należy wprowadzać preparaty doustne lub donosowe. Zawsze jednak kiedy przyczyną niedoborów są: stany zapalne błony śluzowej żołądka i brak czynnika IF, a w konsekwencji zanik wchłaniania tej witaminy, konieczne jest leczenie wyłącznie preparatami domięśniowymi cyjankobalaminy. Początkowo w iniekcji stosuje się dawkę 1000 µg/dzień

przez ok. 7 dni, następnie taką dawkę podaje się raz w tygodniu przez ok. cztery tygodnie i po uzyskaniu poprawy stężenia witaminy B₁₂ w surowicy krwi stosuje się leczenie podtrzymujące, do końca życia podając chorym preparaty domięśniowo w dawkach 100–1000 µg/ miesiąc.

Podsumowanie

Z uwagi na istotne znaczenie dla zachowania prawidłowych funkcji układu nerwowego, krwiotwórczego, sercowo-naczyniowego odpowiedniego wysycenia organizmu witaminą B₁₂ konieczne jest codzienne jej dostarczanie z urozmaiconymi posiłkami zawierającymi produkty pochodzenia zwierzęcego. Niedobory tej witaminy mogą być wynikiem zaburzeń jej wchłaniania ujawniających się w procesie starzenia się organizmu, w przebiegu różnych schorzeń, ale także jako skutek interakcji pomiędzy przyjmowanymi przewlekłe lekami a składnikami pożywienia. Od kilkunastu już lat niepokój naukowców budzi niekorzystny wpływ metforminy na wchłanianie witaminy B₁₂. Jest to obecnie lek podstawowy w monoterapii i terapii skojarzonej z innymi lekami przeciwwglukemicznymi oraz z insuliną, stosowany u coraz większej grupy chorych na cukrzycę typu 2. Liczba chorujących na to schorzenie z każdym rokiem się powiększa i mimo dość dużej dostępnej już wiedzy dotyczącej niedoborów witaminy B₁₂ w czasie długotrwałego leczenia metforminą dotychczas nie przyjęto zaleceń suplementacji diety chorych preparatami doustnymi tej witaminy zanim ujawnią się kliniczne objawy niedoborów.

J. Biernat, M. Bronkowska

INTERACTIONS WITH DRUGS – A SIGNIFICANT INDICATION FOR DIETARY
VITAMIN B₁₂ SUPPLEMENTATION

PIŚMIENNICTWO

1. Leary F., Samman S.: Vitamin B₁₂ in health and diseases. *Nutrients*, 2010; 2 (3): 299-316. – 2. Jamison J.: *Clinical Guide to Nutrition and Dietary Supplements in Diseases Management*. Churchill Livingstone, 2003; 709-713. – 3. Schjøsby H.: Vitamin B₁₂ absorption and malabsorption. *Gut*, 1989; 30: 1686-1691. – 4. Seetharam B., Alpers H.: Absorption and transport of cobalamin (vitamin B₁₂). *Ann. Rev. Nutr.*, 1982; 2: 343-369. – 5. Jarosz M., Bulhak-Jachymczyk B. (red.), *Normy żywienia człowieka*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa, 2008; 433-446. – 6. Kunachowicz H., Nadolna I., Iwanow K., Przygoda B.: *Wartość odżywcza wybranych produktów spożywczych i typowych potraw*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa, 2012; 123-125. – 7. Henderson L., Irving K., Gregory J., Bates Ch.J., Prentice A., Parks J., Swan G., Farron M.: *National diet and nutrition survey: adults aged 19 to 64 years. Vol.3. Vitamin and mineral intake and urinary analytes*. The Stationary Office, London, 2003. – 8. Gertig H., Przysławski J.: *Bromatologia, Zarys nauki o żywności i żywieniu*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL Warszawa, 2006; 153-157. – 9. Waśkiewicz A.: Jakość żywienia i poziom wiedzy zdrowotnej u młodych dorosłych Polaków – badanie WOBASZ. *Probl. Hig. Epidemiol.* 2010; 9 (2): 233-237. – 10. Andres E., Loukili N.H., Noel E., Kaltenbach G., Abdelgheni M.B., Perrin A. E., Noblet-Dick M., Maloisel F., Schelienger J. L., Blickle J. F.: Vitamin B₁₂ (cobalamin) deficiency in elderly patients. *CMAJ*, 2004; 171(3): 251-259. – 11. Ryan-Harshman M.: Vitamin B₁₂ and health. *Can. Fam. Physic.* 2008; 54 (4): 536-541. – 12. Fletcher R.H., Fairfield K. M.: Vitamins for chronic diseases prevention in adults, *JAMA*. 2002; 287(23): 3127-3129. – 13. Hvas A-M., Nexø E.: Diagnosis and treatment of vitamin B₁₂ deficiency. *Hematologica* 2006;

- 91: 1506-1512. – 14. *Kaptan K., Beyan C., Ural A.U., Cetin T., Avcu F., Gulsen M., Finci R., Yalcin A.*: *Helicobacter pylori* – Is it a novel causative agent in vitamin B₁₂ deficiency?. *Arch. Intern. Med.* 2000; 160: 1349-1353. – 15. *Herbert V.*: Staging vitamin B₁₂ (cobalamin) status in vegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.* 1994; 54(supl.): 1213S-1222S. – 16. *Biernat J., Michalak M.*: Wpływ leków na przyswajalność i metabolizm składników odżywczych. W: *Zachwieja Z.* (red.) *Leki i pożywienie – interakcje*. MedPharm Wrocław, 2008. – 17. *Bauman W., Shaw S., Jayath E.*: Increased intake of calcium reverses vitamin B₁₂ malabsorption induced by metformin. *Diab. Care.* 2000; 23 (9): 1227-1231. – 18. *Marar O., Senturk S., Agha A., Thompson Ch., Smith D.*: The prevalence of vitamin B₁₂ deficiency in patients with type 2 diabetes mellitus on metformin. *Roy. Coll. Surg. Ireland Stud. Med. J.* 2011; 4 (1): 16-20. – 19. *de Jager J., Kooy A., Leher Ph., Wulffele M.G., Van der Kolk J., Bets D., Verburg J., Donker A. J. M., Stehouwer C. D. A.*: Long term treatment with metformin in patients with type 2 diabetes and risk of vitamin B₁₂ deficiency: randomized placebo controlled trial. *BMJ.* 2010; 340: 2181-2188. – 20. *Wile D., Toth C.*: Association of metformin, elevated homocysteine and methylmalonic acid levels, and clinically worsened diabetic peripheral neuropathy, <http://diabetes.diabetesjournals.org>. 2009.
21. *Mohammadi M., Amini M., Aminiorroay A., Rezvanian H., Kachuei A., Siyavash M., Saghand S.-R., Afkhami-Ardekani M.*: Effect of metformin and folic acid on plasma homocysteine level in type 2 diabetic patients. *Int. J. Med. Medic. Sci.* 2009; 1 (3): 088-090. – 22. *Hermann L. S., Nilsson B., Wettre S.*: Vitamin B₁₂ status of patients treated with metformin: a cross – sectional cohort study. *Br. J. Diabetes Vasc. Dis.* 2004; 4(6): 401-406. – 23. *Bell D. S. H.*: Metformin – induced vitamin B₁₂ deficiency presenting as a peripheral neuropathy. *South. Med. J.* 2010; 103 (3): 265-267. – 24. *Reinstatler L., Qi Y.P., Williamson R.S., Garn J.V., Oakley G.P.*: Association of biochemical B₁₂ deficiency with metformin therapy and vitamin B₁₂ supplements. The National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2006, *Diab. Care.* 2012; 35(2): 327-333. – 25. *Philipsen M., Ob R.C., Saguil A., Seebusen D. A., Seaquist D., Topolski R.*: The prevalence of vitamin B₁₂ deficiency in patients with type 2 diabetes: a cross – sectional study. *J. Am. Board Fam. Med.* 2009; 22(5): 528-534. – 26. *Dhamarajan T.S., Norkus E.P.*: Sposoby postępowania w stanach niedoboru witaminy B₁₂. *Medycyna po Dyplomie.* 2002; 11(1): 124-132. – 27. *Saperstein D.S., Barohn R. J.*: Neuropatia obwodowa z niedoboru kobalaminy, *Medycyna po Dyplomie.* 2004; 13(6): 79-87.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37/41

Ewa Bator, Maciej Bienkiewicz, Joanna Chlebowska, Monika Bronkowska

STOPIEŃ REALIZACJI ZAPOTRZEBOWANIA ORGANIZMU NA WYBRANE SKŁADNIKI MINERALNE I WITAMINY W DIETACH REDUKCYJNYCH OPUBLIKOWANYCH W CZASOPISMACH DLA KOBIET

Katedra Żywienia Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Kierownik: dr hab. inż. *M. Bronkowska*

W pracy dokonano analizy podaży składników mineralnych i witamin zawartych w dietach redukcyjnych, opublikowanych w wybranych czasopismach dla kobiet. W większości ocenianych jadłospisów zawartość wybranych składników odżywczych odbiegała od norm, zwłaszcza Fe, Ca, P, witaminy D oraz A.

Hasła kluczowe: witaminy, składniki mineralne, dieta redukcyjna.

Key words: vitamins, minerals, diet reduction.

Jednym z największych wyzwań współczesnej medycyny i dietetyki jest wzrost częstości występowania nadwagi i otyłości oraz ich powikłań. Otyłość została zaliczona przez WHO do epidemii XXI wieku (1). W ciągu ostatnich trzech dziesięcioleci obserwuje się postępujące obniżanie progu wiekowego osób z nadmierną masą ciała. Badania wykonane przez CBOS w 2009 r. wykazały, iż wygląd zewnętrzny ma decydujące znaczenie zarówno w życiu osobistym, jak i zawodowym (2). Wizerunek szczupłej sylwetki propagowany w środkach masowego przekazu może prowadzić do zaburzeń w postrzeganiu własnego ciała. W badaniach *Friedmana* i współpr. (3) wykazano, iż kobiety często zawyżają własne rozmiary ciała. Zachowania takie pojawiają się najczęściej już w okresie dojrzewania. Dziewczęta, mimo prawidłowych wartości wskaźnika BMI, prawie dwukrotnie częściej niż chłopcy sądziły, że są za grube, a ich odsetek wzrastał wraz z wiekiem. Obsesją stała się kontrola masy swojego ciała w późniejszych latach, na co wskazują następujące wyniki – 70% badanych kobiet stosowało działania mające na celu obniżenie masy ciała. Wiele z nich odchudzało się mimo prawidłowej lub czasem nawet zbyt niskiej masy ciała (4). Działania takie doprowadziły do przesadnego zainteresowania dietami odchudzającymi głównie wśród kobiet. Współczesne media propagują nowe trendy w żywieniu, które zwykle nie odpowiadają zasadom racjonalnego żywienia.

Z naukowego punktu widzenia podstawową formą walki z nadmierną masą ciała jest racjonalizacja żywienia oraz zwiększenie aktywności fizycznej, stąd też celowa wydaje się ocena podaży podstawowych witamin i składników mineralnych wybranych diet odchudzających zamieszczanych w popularnych czasopismach dla kobiet na tle zaleceń żywieniowych.

MATERIAŁ I METODY

Analizą objęto trzydniowe jadłospisy opublikowane w sześciu czasopismach dla kobiet („Kobieta i Życie”, „Shape”, „Claudia”, „Naj”, „Pani Domu”, „Przyjaciółka”). Wybierano diety, przy których zamieszczono informację o jej skutecznym wpływie na redukcję masy ciała. Przeliczenia miar domowych na miary wagowe dokonano w oparciu o „Album fotografii produktów i potraw” (5). Zawartość witamin takich jak: A, D, E, B₁, B₂, PP, B₆, folianów, B₁₂, C oraz składników mineralnych: Na, K, Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu obliczono przy wykorzystaniu programu Energia v4.1. Otrzymane wyniki porównano z normami żywienia (6) dla kobiety w wieku 35 lat, o umiarkowanej aktywności fizycznej na poziomie zalecanego dziennego spożycia.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Na podstawie analizy diet opublikowanych w czasopismach dla kobiet można stwierdzić, iż najkorzystniej zbilansowanymi jadłospisami pod względem zawartości witamin są te, zamieszczone w czasopiśmie „Naj”, natomiast pod względem zawartości składników mineralnych w przypadku każdego czasopisma występują znaczne rozbieżności w odniesieniu do norm.

Składnikiem najbardziej niedoborowym spośród analizowanych składników mineralnych było żelazo. Najniższą jego podaż wykazano w dietach zamieszczonych w czasopismach „Claudia”, „Naj”, „Pani Domu”, „Kobieta i Życie” oraz „Przyjaciółka” (43,6–78,4 % realizacji normy). Jedynie w przypadku czasopisma „Shape” zapotrzebowanie na żelazo zostało pokryte w blisko 100% (tab. I.). Niedostateczną podaż żelaza w dietach wykazano również w badaniach *Wieczorek* (cyt. za 7) oraz *Hamulki* i współpr. (8). Zwiększone odkładanie około narządowej tkanki tłuszczowej jest najczęściej skorelowane z niedoborem żelaza w diecie (9). Wapń również dostarczany był w niewystarczającej ilości na poziomie 47,0–89,4 %. Niedostateczną podaż wapnia w dietach stwierdziła również *Wieczorek* (cyt. za 7). *Rogalska-Niedźwiedz* i współpr. (10) wykazali, iż odpowiednia podaż wapnia w racjach pokarmowych podwyższa stężenie frakcji HDL cholesterolu, jednocześnie obniżając stężenie frakcji LDL cholesterolu. Przyczynia się to do poprawy struktury lipidów we krwi. Magnez obecny był w najmniejszej ilości (49,5 % realizacji normy) w jadłospisach opublikowanych w czasopiśmie „Claudia”, zaś w pozostałych czasopismach jego ilość wahała się od 75,3 do 157,2 %. W badaniach *Wieczorek* (cyt. za 7) odnotowano niedobory magnezu w 87 % analizowanych diet. W badaniach *Hamulki* i współpr. (8) wszystkie diety charakteryzowały się niższą niż przyjęta norma zawartością magnezu. W badaniach *Ostrowskiej* i współpr. (11) zawartość magnezu w dietach redukcyjnych kobiet była zadowalająca. Niedobory magnezu w racjach pokarmowych obserwuje się powszechnie i dotyczą około 30–60 % polskiej populacji (12). Realizacja norm na fosfor wahała się od 110,5 do 278,1 %, zaś na cynk od 74,2 do 173,1 % i było niedoborowe w jadłospisach z „Claudii”, „Naj” i „Pani Domu”. W badaniach *Ostrowskiej* i współpr. (11) zawartość cynku w dietach kobiet przekraczała normę RDA. Wśród osób badanych odnotowano większe spożycie produktów dostarczających tego pierwiastka (m.in. ciemne pieczywo, mięso, kasza gryczana), co tłumaczy

podwyższoną zawartość tego składnika w diecie. Podaż miedzi jedynie w „Claudii” realizowana była na wymaganym poziomie, a w przypadku pozostałych czasopism przekraczała zalecane dzienne spożycie (120,1 – 233,0 %). Nieprawidłowości stężenia potasu mają znaczenie w patogenezie zaburzeń rytmu serca, udaru mózgu oraz nadciśnienia tętniczego zwłaszcza u osób otyłych (13). We wszystkich czasopismach z wyjątkiem „Przyjaciółki” wykazano niedobory potasu (tab. I.). Podobne wnioski uzyskała również *Ostrowska* i współpr. (11).

Tabela I. Zawartość składników mineralnych w dietach redukcyjnych z wybranych czasopism dla kobiet
Table I. Mineral content in the diets of reduction of selected magazines for women

Czasopismo	Na (mg) % realizacji normy	K (mg) % realizacji normy	Ca (mg) % realizacji normy	P (mg) % realizacji normy	Mg (mg) % realizacji normy	Fe (mg) % realizacji normy	Zn (mg) % realizacji normy	Cu (mg) % realizacji normy
„Kobieta i Życie”	2109,1 140,6	4212,0 89,6	894,0 89,4	1745,7 249,4	422,3 132,0	14,1 78,3	13,9 173,1	1,5 163,0
„Shape”	2152,0 143,5	4552,7 96,9	807,3 80,7	1946,7 278,1	503,0 157,2	17,3 96,1	13,4 167,5	2,1 233,0
„Claudia”	689,4 46,0	2718,2 57,8	486,4 48,6	773,2 110,5	158,3 49,5	7,8 43,6	5,9 74,2	1,0 107,7
„Naj”	896,9 59,8	2782,4 59,2	470,1 47,0	968,5 138,4	240,8 75,3	8,3 46,2	6,9 86,4	1,1 120,1
„Pani Domu”	1014,4 67,6	3646,1 77,6	740,7 74,1	1180,4 168,6	242,7 75,9	8,7 48,4	7,7 96,9	1,1 122,9
„Przyjaciółka”	1896,3 126,4	5375,3 114,4	888,9 88,9	1720,3 245,8	358,4 112,0	14,1 78,4	11,3 141,2	1,6 172,4
Norma	1500,0	4700,0	1000,0	700,0	320,0	18,0	8,0	0,9

W 4 spośród 6 diet (z wyjątkiem jadłospisów zawartych w czasopismach „Kobieta i Życie” oraz „Shape”) najniższą zawartość wykazano w przypadku witaminy D. Procent realizacji normy na tę witaminę wahał się od 49,7 do 66,9 (tab. II). Foliiany oraz witamina B₁ występowały poniżej normy w połowie ocenianych diet opublikowanych w czasopismach „Naj”, „Pani Domu”, „Claudia” (odpowiednio 46,8 – 69,4 % oraz 55,3 – 93,2 % realizacji normy). Ilości witaminy PP oraz B₁₂ jedynie w przypadku diety zamieszczonej w czasopiśmie „Naj” były zgodne z zaleceniami. Witaminy A, E, B₂, B₆ oraz C w przypadku wszystkich diet dostarczane były w ilości przekraczającej normę. Witamina A dostarczana była w ilości 1,1 do 3,5-krotnie wyższej niż zalecenia. Norma na witaminę C realizowana była w najwyższym stopniu w przypadku jadłospisów zamieszczonych w czasopiśmie „Kobieta i Życie” (407 % normy) (tab. II). Diety poniżej 1000 kcal oceniane przez *Sińską* i współpr. (14) cechowały się niedoborami witamin A, E oraz z grupy B, przy jednocześnie znacznych niedoborach pełnowartościowego białka i składników mineralnych. Również diety redukcyjne otyłych dzieci w wieku 7–9 lat oraz otyłych dziewcząt w wieku 13–15 lat odznaczały się niską podażą witamin. Spożycie witamin dla dziewcząt

Tabela II. Zawartość witamin w dietach redukcyjnych z wybranych czasopism dla kobiet
 Table II. The content of vitamins in the diets of reduction of selected magazines for women

Czasopismo	A (μg) % realizacji normy	D (μg) % realizacji normy	E (mg) % realizacji normy	B ₁ (mg) % realizacji normy	B ₂ (mg) % realizacji normy	PP (mg) % realizacji normy	B ₆ (mg) % realizacji normy	Foliany (μg) % realizacji normy	B ₁₂ (μg) % realizacji normy	C (mg) % realizacji normy
"Kobieta i Życie"	2079,0 297,0	6,4 127,5	13,2 164,8	1,7 156,8	2,3 212,3	17,9 128,0	3,0 233,6	635,9 159,0	26,1 1087,6	305,2 407,0
"Shape"	2452,3 350,3	8,5 170,3	13,6 170,3	1,8 165,8	2,5 226,0	19,2 136,9	3,1 234,6	639,2 159,8	8,7 360,7	246,5 328,7
"Claudia"	1419,3 202,8	2,6 52,8	15,5 193,7	0,6 55,3	1,2 112,2	12,4 88,4	2,0 153,4	277,5 69,4	1,9 78,1	218,4 291,2
"Naj"	833,3 119,0	3,3 66,9	8,7 108,6	1,0 93,2	1,2 112,7	14,1 100,7	2,0 153,1	187,0 46,8	2,4 100,0	120,8 161,1
"Pani Domu"	1648,9 235,6	2,5 49,7	17,1 214,4	0,9 84,1	1,7 155,0	11,8 84,4	2,0 151,8	230,9 57,7	3,2 133,4	162,7 217,0
"Przyjaciółka"	2341,1 334,4	2,9 58,4	13,3 166,6	1,2 110,0	2,5 225,6	24,1 172,3	3,4 263,3	486,8 121,7	5,7 236,7	255,4 340,5
Norma	700,0	5,0	8,0	1,1	1,1	14,0	1,3	400,0	2,4	75,0

i dzieci w stosunku do zaleceń wynosiło odpowiednio: witaminy E 54 i 78%, tiaminy 59 i 80%, niacyny 60 i 71% (15). Zwraca się uwagę na korzystne działanie witamin antyoksydacyjnych, do których zalicza się witaminę A, C oraz E. Witaminy te hamują utlenianie nienasyconych kwasów tłuszczowych w organizmie, zapobiegając rozwojowi miażdżycy.

WNIOSKI

1. Przeprowadzona analiza zawartości witamin i składników mineralnych w dietach opublikowanych w czasopismach dla kobiet wykazała, iż większość z ocenianych jadłospisów nie odpowiadała normom.

2. Stwierdzono niedostateczną podaż żelaza, wapnia oraz witaminy D i folianów, natomiast fosfor, witamina A oraz witamina C dostarczane był w ilościach znacznie przekraczających normy.

E. Bator, M. Bienkiewicz, J. Chlebowska, M. Bronkowska

PER CENT CONTRIBUTIONS FROM SLIM DIETS PUBLISHED IN WOMEN'S MAGAZINES TO THE DAILY REQUIREMENTS FOR SELECTED VITAMINS AND MINERALS

Summary

One of the greatest challenges of modern medicine and nutrition is an increase in the prevalence of overweight and obesity and their complications. Studies have shown that physical appearance has the crucial importance in personal and professional life. Media promote the image of a slim body, causing disorders in the perception of the size of their own bodies, especially among girls and women. This has resulted in an excessive interest in slim diets.

The aim of the study was the assessment of the value of selected vitamins and minerals in selected slim diets published in popular magazines for women, with reference to the dietary guidelines. The assessment showed that most of the menus were not optimal. The supply of iron, calcium and vitamin D and folate was insufficient, while phosphorus, vitamin A and vitamin C were supplied in amounts far exceeding the standards.

PIŚMIENNICTWO

1. World Health Organization.: Obesity and overweight. Fact. Sheet. No. 311. September 2006. –
2. Centrum Badania Opinii Społecznej. Komunikat z badań – Polak zadbany – troska o sylwetkę i własne ciało. BS130/2009. –
3. Friedman K., Reichmann S., Costanzo R., Musante G.J.: Body image partially mediates the relationship between obesity and psychological distress. *Obes. Res.* 2002; 10(1): 33-41. –
4. Kołoto H., Woynarowska B.: Samoocena masy ciała i odchudzanie się młodzieży w okresie dojrzewania. *Prz. Ped.* 2004; 34(3/4): 196-201. –
5. Szponar L., Wolnica K., Rychlik E.: Album fotografii produktów i potraw. Wyd. IŻŻ Warszawa, 2000. –
6. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Wyd. IŻŻ Warszawa, 2012. –
7. Wawrzyniak A., Hamulka J., Kielek K.: Ocena wartości odżywczej diet odchudzających. *Roczn. PZH.* 2007; 58(2): 427-435. –
8. Hamulka J., Wawrzyniak A., Targowska E.: Ocena wartości odżywczej wybranych diet odchudzających publikowanych w prasie kobiecej. *Żyw. Człow. Metabol.*, 2003; 30: 341-346. –
9. Friedrich M., Sadowska J.: Wpływ składu diety i jej suplementacji witaminami z grupy B na ilość i skład kwasów tłuszczowych około narządowej tkanki tłuszczowej u szczura. *Żyw. Człow. Metabol.*, 2005; 32: 302-315. –
10. Rogalska-Niedźwiedz M., Charzewska J., Chwojnowska Z., Chabros E., Wajszczyk B.: Źródła wapnia w dietach kobiet. *Żyw. Człow. Metabol.*, 2003; 30: 411-413.

11. *Ostrowska L., Stefańska E., Czapska D., Karczewski J.*: Czy długoterminowe stosowanie diety redukującej masę ciała wymaga suplementacji składnikami mineralnymi?. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(3): 636-641. – 12. *Walasek L., Ligocki P.*: Niedobór magnezu jako czynnik potencjalizujący reakcję stresową organizmu. *Żyw. Człow. Metabol.*, 2003; 30: 233-235. – 13. *Rogowski W., Kasprzak J.D.*: Rola potasu i zaburzeń gospodarki potasowej u pacjentów leczonych kardiologicznie. *Polski Przegląd Kardiologiczny*, 2002; 4(1): 57-60. – 14. *Sińska B., Gulińska E., Heropolitańska-Janik J.*: Mity i prawdy o dietach odchudzających. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Lublin – Polonia*, 2003; 58(13): 95-99. – 15. *Buczek S., Jabłoński E.*: Składniki mineralne i witaminy w diecie redukcyjnej dzieci otyłych. *Pediatrica Współczesna Gastroenterologia, Hepatologia i Żywnienie Dziecka*, 2004; 6(2): 121-125.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37/41

Kamila Pokorska-Niewiada, Sandra Watrak, Mikołaj Protasowicki

ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W CZEKOLADACH MLECZNYCH

Katedra Toksykologii Wydziału Nauk o Żywności i Rybactwa
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie

Kierownik: prof. dr hab. inż. *M. Protasowicki*

Oznaczono zawartość wybranych makroelementów (Ca, K, Mg, Na), mikroelementów (Cu, Fe, Mn, Zn) i pierwiastków toksycznych (Cd i Pb) w czekoladach mlecznych dostępnych na rynku polskim. Analizy wykonano przy zastosowaniu technik GF-AAS i ICP-AES.

Hasła kluczowe: GF-AAS, ICP-AES, mikroelementy, makroelementy, pierwiastki toksyczne.

Key words: GF-AAS, ICP-AES, microelements, macroelements, toxic elements.

Wyroby czekoladowe są źródłem wielu składników korzystnie oddziałujących na organizm, m.in. witamin, acylogliceroli, kwasów tłuszczowych, alkaloidów, oraz antyoksydantów. Wykazano także, że spożywanie czekolady może być wykorzystane w terapii hipotensyjnej stosowanej podczas leczenia nadciśnienia tętniczego (1). Czekolada może być również źródłem cennych składników mineralnych takich jak: magnez, cynk, selen, potas, miedź. Spożywanie czekolady działa antystresowo. Polecana jest dla rekonwalescentów w celu poprawy apetytu, jak i podczas chorób gardła oraz wzmoczonego wysiłku fizycznego i umysłowego (2). Spożycie czekolady z roku na rok rośnie, a miłośnikami czekolady częściej są kobiety niż mężczyźni. Popularność czekolady w dużym stopniu zależy od wieku konsumentów, natomiast najczęściej po nią sięgają ludzie młodzi (3). Celem pracy było określenia zawartości wybranych pierwiastków w czekoladach mlecznych dostępnych na rynku polskim.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 14 rodzajów czekolad mlecznych zakupionych w supermarketach na terenie miasta Szczecin. W celu przeprowadzenia analizy zawartości wybranych pierwiastków naważono ok. 0,5 g próbki z dokładnością do 0,001 g. Następnie mineralizowano je za pomocą 3 cm³ stężonego kwasu azotowego techniką mikrofalową w aparacie MDS 2000 firmy CEM. Po zakończonej mineralizacji próbki przenoszono ilościowo do uprzednio zważonych polietylenowych butelek i rozcieńczano do obj. 25 cm³. Otrzymane roztwory przechowywano w temperaturze pokojowej do czasu wykonania analiz. Oznaczenie zawartości makro- i mikroelementów wykonano metodą emisyjnej spektrometrii atomowej w plazmie

indukcyjnie sprzężonej (ICP-AES) w aparacie Jobin Yvon JY-24, natomiast kadm i ołów oznaczono metodą bezpłomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (GF-AAS) z elektrotermiczną atomizacją w kuwecie grafitowej w aparacie Perkin – Elmer ZL 4110. Analiza materiału odniesienia wykazała wysoką zgodność oznaczonych zawartości wybranych pierwiastków z wartościami referencyjnymi. Wartość odzysku dla badanych metali wynosiła 92,4–110,2 %.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki oznaczeń zawartości wybranych makroelementów w analizowanych czekoladach mlecznych zestawiono w tab. I, natomiast pozostałych pierwiastków w tab. II.

Tab e l a I. Zawartość podstawowych makroelementów w czekoladach mlecznych (mg/100 g)

Table I. Content of essentials macroelements in milk chocolates (mg/100 g)

Lp.	Ca	K	Mg	Na
1	96,4 ± 16,8	554,6 ± 64,4	49,0 ± 2,2	62,3 ± 15,4
2	222,4 ± 5,9	790,2 ± 31,6	100,9 ± 16,6	103,1 ± 8,8
3	120,7 ± 35,0	731,5 ± 64,4	51,5 ± 9,9	57,8 ± 4,9
4	105,2 ± 14,2	545,7 ± 125,7	110,2 ± 15,3	61,4 ± 5,0
5	161,5 ± 11,5	730,5 ± 29,7	176,2 ± 7,8	47,8 ± 0,4
6	163,0 ± 26,2	791,2 ± 48,5	162,5 ± 9,1	51,5 ± 3,1
7	118,3 ± 16,6	646,2 ± 50,7	135,7 ± 5,6	54,3 ± 7,9
8	113,9 ± 4,4	676,2 ± 72,3	111,4 ± 18,8	69,0 ± 11,4
9	163,9 ± 7,4	531,1 ± 91,4	119,4 ± 11,8	53,8 ± 2,0
10	194,1 ± 7,7	669,8 ± 110,0	152,3 ± 14,1	47,8 ± 7,2
11	156,0 ± 26,4	626,1 ± 46,7	124,3 ± 3,6	44,1 ± 9,9
12	181,3 ± 20,5	571,3 ± 88,5	110,6 ± 13,4	39,2 ± 7,9
13	167,6 ± 13,1	517,3 ± 77,3	87,4 ± 5,2	36,3 ± 10,4
14	155,3 ± 9,4	585,8 ± 75,9	115,0 ± 9,9	42,7 ± 6,5

1 – Tip; 2 – Terravita; 3 – Alpine Milk; 4 – Alpinella; 5 – Schogetten; 6 – Alpen Gold; 7 – Bąbolada; 8 – Duet; 9 – Goplana; 10 – Wedel-mleczna; 11 – Wawel-Jagiellońska; 12 – Gross; 13 – Bellarom; 14 – Wedel-Tatrzaska

Wapń w produktach spożywczych występuje naturalnie, ale może też być do nich dodawany (4). Ze wszystkich składników czekolady to mleko w proszku jest głównym źródłem tego pierwiastka. Średnia zawartość wapnia w analizowanych czekoladach wynosiła 146 mg/100 g produktu. Podobne wyniki uzyskali *Ieggli* i współpr. (5) analizując czekolady o różnej zawartości kakao. Nieco wyższe wyniki, bo 190 mg/100 g oraz 250 mg/100 g czekolady uzyskali *Steinberg* i współpr. (6) oraz *Ogunwolu* i współpr. (7). Potas wpływa na równowagę kwasowo-zasadową organizmu oraz reguluje czynności mięśni i nerwów (4). Najwyższą zawartość potasu w analizowanych czekoladach stwierdzono w czekoladzie Alpen Gold. Uzyskane wyniki są niemal dwukrotnie wyższe, niż podawane w dostępnych publikacjach (6, 7, 8, 9). Magnez uważa się za najbardziej pożądany składnik czekolady. W organizmie jest on składnikiem kości i zębów oraz bierze udział w termoregulacji organizmu (4). Średnia zawartość magnezu w badanych produktach wynosiła 107,8 mg/100 g

czekolady. Wyniki badań własnych były niemal dwukrotnie wyższe, niż przedstawiane w literaturze zagranicznej (5, 10). Sód jest nie tylko naturalnym składnikiem żywności, ale również dodawany jest w czasie jej przemysłowego przetwarzania, i to zarówno ze względu na swoje cechy organoleptyczne, jak i na wykazywane właściwości konserwujące i funkcjonalne (4). Badane czekolady zawierały średnio 52,7 mg sodu/100 g produktu i wartości te są zbliżone do publikowanych przez innych autorów (5, 9).

Miedź jest pierwiastkiem biorącym udział w tworzeniu wiązań krzyżowych w kolagenie i elastynie, melaniny oraz w utrzymaniu struktury keratyny. Średnia zawartość miedzi w czekoladach wynosiła 3,37 mg/kg. Porównywalne zawartości tego pierwiastka podawali też inni autorzy (8). Żelazo w organizmie człowieka odpowiada przede wszystkim za procesy oddychania tkankowego. Badane czekolady mleczne zawierały średnio 39,27 mg/kg żelaza. Wartości te były podobne do podawanych dla różnych rodzajów czekolad dostępnych na rynku krajowym (3), jednak autorzy zagraniczni w czekoladach mlecznych stwierdzali zawartość żelaza na poziomie trzykrotnie niższym (6). Jednym z najcenniejszych mikroelementów jest cynk, który w organizmie człowieka pełni funkcje katalityczne, strukturalne oraz regulacyjne. Badane czekolady zawierały 8,21 mg tego pierwiastka w 1 kg produktu. Analizy wykonane przez innych autorów wykazują ponad dwukrotnie wyższe wartości (3, 6). W badanych czekoladach mlecznych zawartość manganu wahała się w granicach od 1,87 do 7,71 mg/kg. Dla porównania *leggli* i współpr. (5) w czekoladach mlecznych wykazali zawartość manganu w granicach od 0,2 do 5,2 mg/kg.

Tabela II. Zawartość mikroelementów i pierwiastków toksycznych w czekoladach mlecznych (mg/kg)

Table II. Content of microelements and toxic elements in milk chocolates (mg/kg)

Lp.	Cu	Fe	Mn	Zn	Cd	Pb
1	1,98 ± 0,17	26,5 ± 4,9	2,15 ± 0,24	5,0 ± 0,7	0,009 ± 0,005	0,032 ± 0,006
2	2,21 ± 0,14	39,3 ± 2,8	2,26 ± 0,07	8,2 ± 1,9	0,006 ± 0,003	0,025 ± 0,005
3	3,23 ± 0,06	41,8 ± 1,5	3,64 ± 0,12	10,2 ± 1,6	0,008 ± 0,003	0,019 ± 0,004
4	2,32 ± 0,11	53,7 ± 12,5	3,19 ± 0,36	2,4 ± 0,1	0,008 ± 0,002	0,042 ± 0,011
5	4,42 ± 0,39	59,5 ± 2,1	5,60 ± 0,18	5,6 ± 0,1	0,009 ± 0,002	0,092 ± 0,010
6	4,24 ± 0,50	53,6 ± 8,0	4,80 ± 0,27	7,7 ± 2,7	0,007 ± 0,002	0,063 ± 0,013
7	3,22 ± 0,23	27,0 ± 1,8	5,19 ± 0,39	7,7 ± 0,5	0,004 ± 0,002	0,052 ± 0,016
8	2,45 ± 0,06	26,5 ± 4,5	4,98 ± 0,03	5,8 ± 0,4	0,004 ± 0,001	0,009 ± 0,006
9	4,22 ± 0,47	32,0 ± 3,1	7,02 ± 0,80	12,3 ± 1,9	0,008 ± 0,001	0,009 ± 0,003
10	4,52 ± 0,07	48,2 ± 7,2	7,26 ± 0,05	10,0 ± 0,7	0,006 ± 0,002	0,040 ± 0,005
11	4,18 ± 0,05	27,7 ± 0,6	6,85 ± 0,04	12,8 ± 0,3	0,009 ± 0,002	0,005 ± 0,002
12	3,58 ± 0,14	49,0 ± 5,0	4,14 ± 0,16	7,6 ± 0,7	0,011 ± 0,001	0,020 ± 0,008
13	3,04 ± 0,13	43,0 ± 9,8	3,77 ± 0,20	6,0 ± 0,3	0,012 ± 0,002	0,025 ± 0,006
14	3,51 ± 0,10	23,7 ± 3,3	5,02 ± 0,30	13,7 ± 2,9	0,008 ± 0,001	0,057 ± 0,003

1 – Tip; 2 – Terravita; 3 – Alpine Milk; 4 – Alpinella; 5 – Schogetten; 6 – Alpen Gold; 7 – Bąbolada; 8 – Duet; 9 – Goplana; 10 – Wedel-mleczna; 11 – Wawel-Jagiellońska; 12 – Gross; 13 – Bellarom; 14 – Wedel-Tatrzańska

Kadm i ołów należą do pierwiastków wysoce toksycznych i dlatego pomimo tak szerokiej gamy zalet wynikających ze spożycia czekolady należy zwrócić uwagę na fakt, że w swoim składzie czekolada zawiera pierwiastki, które zagrażają zdrowiu człowieka. Średnia zawartość kadmu w badanych czekoladach mlecznych wynosiła

0,008 mg/kg. Nieco wyższe zawartości tego pierwiastka podawali wcześniej inni autorzy, w czekoladach mlecznych 0,011 mg/kg (11) oraz 0,013 mg/kg w czekoladzie i wyrobach czekoladowych (12). Według niektórych danych zawartość kadmu w czekoladach mlecznych wynosiła od 0,008 do 0,041 mg/kg. Średnia zawartość ołowiu w analizowanych czekoladach mlecznych wynosiła 0,035 mg/kg. Nieznacznie wyższe zawartości ołowiu stwierdziła *Figurska-Ciura* (11). W czekoladach mlecznych pochodzących z krajów Unii Europejskiej zaobserwowano zawartość ołowiu na tym samym poziomie, natomiast w czekoladach importowanych spoza Unii Europejskiej ilości te były niższe (12).

WNIOSKI

1. Analizowane produkty mogą stanowić cenne źródło makro- i mikroelementów. W odniesieniu do norm żywienia (13) ustalono, że 100 g badanych czekolad dostarcza organizmowi człowieka 30% dziennej dawki magnezu, 17% potasu i 14% wapnia.

2. Badane czekolady mogą stanowić cenne źródło mikroelementów, zwłaszcza żelaza (49% zalecanej dawki dziennego spożycia żelaza dla kobiet do 50 roku życia) oraz miedzi (48%).

3. W świetle Rozporządzenia Europejskiego Urzędu ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) (14) dotyczącego ustalenia wartości najniższych dawek wyznaczających $BMDL_{0,1}$ dla dzieci oraz $BMDL_{10}$ dla dorosłych, analizowane czekolady należy uznać za bezpieczne pod względem zawartości w nich ołowiu. Wartość tolerowanego tygodniowego pobrania kadmu TWI wynosząca 2,5 $\mu\text{g/kg}$ masy ciała (15) jest dużo wyższa, niż zawartość tego pierwiastka w badanym materiale.

K. Pokorska-Niewiada, S. Watrak, M. Protasowicki

CONTENT OF MINERAL ELEMENTS IN MILK CHOCOLATES

Summary

Concentrations of macroelements (Ca, K, Mg, Na), microelements (Cu, Fe, Mn, Zn) and toxic elements (Cd and Pb) were determined in milk chocolates. The analyses were performed by GF-AASi and ICP-AES techniques. The average contents of selected elements were as follows: 1464.2 mg/kg (Ca); 6307.0 mg/kg (K); 1078.5 mg/kg (Mg); 527.1 mg/kg (Na); 3.37 mg/kg (Cu); 39.27 mg/kg (Fe); 4.7 mg/kg (Mn); 8.21 mg/kg (Zn); 0.008 mg/kg (Cd); 0.035 mg/kg (Pb). The effects of eating chocolate are still arguable. The science is able to explain a lot of attributes which contribute to chocolate popularity. Although it does not seem reasonable to advertise chocolate as a healthy food, eating moderate amounts of chocolate can be good for our well-being.

PIŚMIENNICTWO

1. Hii C. L., Law C. L., Suzannah S., Misnawi M., Cloke M.: Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). As. J. Food Ang-Ind. 2009; 2(04): 702-722. – 2. Bonenberg K.: Prawda i legendy o tabliczce czekolady. Aura, 2007; 8: 34-35. – 3. Czerwińska D.: Kuszająca tabliczka. Dlaczego warto jeść czekoladę. Prze. Gast. 2006; 1: 21-22. – 4. Gawęcki J., Hryniewicz L.: Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 2008. – 5. Iggli C.V.S., Bohrer D., Nascimento P.C., Carvahlo L.M.: Determina-

tion of sodium, potassium, calcium, magnesium, zinc and iron in emulsified chocolate samples by flame atomic absorption spectrometry. *Food Chem.* 2011; 124: 1189-1193. – 6. *Steinberg F.M., Bearden M.M., Keen C.L.*: Cocoa and chocolate flavonoids: Implication for cardiovascular health. *J. Am. Diet. Assoc.* 2003; 103(2): 215-223. – 7. *Ogunwolu S.O., Akinwale T.O.*: Production and nutritional composition of non-conventional chocolate products in the tropics. *Nutr. Food Sci.* 2003; 33: 120-124. – 8. *Bruinsma K., Taren D. L.*: Chocolate: Food or drug?. *J. Amer. Diet. Ass.* 1999; 99(10): 1249-1256. – 9. *Pedro A.R. Nilva, Oliviera E, Cadore S.*: Study of the mineral content of chocolate flavoured beverages. *Food Chem.* 2004; 95: 94-100. – 10. *Yun-Jung Bae, Mi-Hyun Kim, Mi-Kyeong Chol.*: Analysis of Magnesium Contents in Commonly Consumed Foods and Evaluation of its Daily Intake in Korean Independent-Living Subjects. *Biol. Trace Elem. Res.* 2010, 135(1-3): 182-199.

11. *Figurska-Ciura D., Styczyńska M., Malicki A., Brużewicz Sz.*: Zawartość wybranych metali ciężkich oraz zanieczyszczeń mikrobiologicznych w wyrobach czekoladowych. *Acta Sci. Pol-Med. Veter.* 2006; 1(1): 57-63. – 12. *Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., Brulińska-Ostrowska E., Plewa M., Biernat U., Karłowski K.*: Monitoring zanieczyszczenia żywności pierwiastkami szkodliwymi dla zdrowia. Cz. I. Produkty zbożowe pszenne, warzywne, cukiernicze oraz produkty dla niemowląt i dzieci (rok 2004). *Roczn. PZH.* 2008; 59(3): 251-266. – 13. *Bulhak-Jachymczyk B., Jarosz M.*: Składniki mineralne w: Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób zakaźnych. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2008. – 14. Scientific Opinion on the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on lead in food. *The EFSA Journal* 2010; 8(4): 1570. – 15. Scientific Opinion on the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. *The EFSA Journal* 2009; 980: 1-139.

Adres: 71-459 Szczecin, ul. Papieża Pawła VI 3

Jolanta Florczak, Joanna Chudy, Milena Barasińska, Bolesław Karwowski

WYBRANE SKŁADNIKI ODŻYWCZE GRZYBÓW DZIKO
ROSNĄCYCH USZAKA BZOWEGO (*HIRNEOLA AURICULA JUDAE*),
BOCZNIAKA OSTRYGOWATEGO (*PLEUROTUS OSTREATUS*)
I ZIMÓWKI AKSAMITNOTRZONOWEJ (*FLAMMULINA*
VELUTIPES)*

Zakład Bromatologii Katedry Toksykologii i Bromatologii
Uniwersytetu Medycznego w Łodzi
Kierownik: dr hab. B. Karwowski

Badano skład chemiczny grzybów, które zebrano w środowisku miejskim Łodzi: uszaka bzowego, bocznika ostrygowatego i zimówki aksamitnotrzonowej. Oznaczono zawartość: białka, węglowodanów, „tłuszczu surowego” i wybranych składników mineralnych.

Hasła kluczowe: skład chemiczny, uszak bzowy, bocznik ostrygowaty, zimówka aksamitnotrzonowa.

Key words: chemical composition *Hirneola auricula judae*, *Pleurotus ostreatus* and *Flammulina velutipes*.

Grzyby wielkoowocnikowe zasiedlają różne obszary kuli ziemskiej, niektóre rosną wczesną wiosną, inne latem, a także późną jesienią. Do późnojesiennych grzybów można zaliczyć bocznika i zimówkę aksamitnotrzonową, która rośnie nawet podczas łagodnej zimy pod cienką warstwą śniegu, a uszak bzowy owocuje właściwie przez cały rok. Gatunki te, zaliczane są do saprofitów rozkładających martwe drewno i inne szczątki roślinne. Niektóre z uszakowatych to pasożyty innych rodzajów grzybów i roślin uprawnych.

Szkody w parkach, miejscach zielonych może powodować właśnie uszak bzowy, który niszczy bez czarny (*Sambucus nigra*) oraz drzewa z rodzaju *Acer*. Spotkać go można również na robinii i bukach. W Stanach Zjednoczonych najczęściej pasożytuje na drzewach iglastych. Występuje na całej kuli ziemskiej, z wyjątkiem terenów północnych. W Polsce uszak bzowy jest gatunkiem towarzyszącym człowiekowi. Spotkać go można na terenach zielonych takich, jak: parki, przydroża. Nie zaobserwowano jego występowania w dzikich zbiorowiskach roślinnych.

Bocznik, w warunkach naturalnych rośnie na martwych pniakach, kłodach, karpach drzew liściastych, najczęściej bukach, wierzbach, brzozech i topolach. Jednak może też się rozwijać na pniach żywych drzew w miejscu ich skańceń, wtedy jest pasożytem. W Polsce bocznik jest praktycznie grzybem zimowym. Owocniki

* Praca finansowana z prac statutowych Uniwersytetu Medycznego w Łodzi nr 503/3-045-02/503-01

pojawiają się późną jesienią, od października do grudnia. Jednak przy łagodnej zimie grzyby te można spotkać aż do marca. W warunkach naturalnych występuje najczęściej na pniakach topolowych i wierzbowych, a także na akacjach (robiniach akacjowatych) i bukach. Jest bardzo ceniony przez grzybiarzy ze względu na swoje walory smakowe oraz możliwość przygotowywania z niego różnych potraw. Ponadto, rośnie on w okresie, gdy brak jest innych grzybów.

Zimówka aksamitnotrzonowa (płomienica zimowa, zimówka aksamitna) jest również saprofitem. W przyrodzie występuje prawie na całym świecie, a w szczególności w krajach Azji: w Japonii i na Tajwanie. Zasiedla głównie pnie, pniaki, gałęzie różnych gatunków drzew liściastych, w szczególności topól i wierzb. Jej owocniki występują w skupieniach, w różnych stadiach rozwojowych. Pojawiają się zimą (stąd ich nazwa), nie są wrażliwe na mróz i nie gniją. Zwykle rozwijają się w temp. 0°C i niższej, przestają rosnać podczas dużych mrozów, gdy są zamrożone lub pokryte śniegiem. Po rozmrożnięciu rosną dalej. Gdy zima jest łagodna zimówka może rosnać nawet do marca (1).

Zimówka aksamitnotrzonowa posiada szereg właściwości leczniczych: wzmacnia system immunologiczny, rozrzedza krew, zwalcza stres i bezsenność, poprawia trawienie, obniża poziom cholesterolu, ma również działanie przeciwcukrzycowe, przeciwzapalne, przeciwbakteryjne i przeciwwirusowe. Zawiera ergotioneinę, która jest antyoksydantem. Z zimówki wyizolowano także kwaśną glikoproteinę zwaną proflaminą (PRF), która wykazuje właściwości przeciwnowotworowe oraz polisacharyd wiążący białko-EA6, który podany pacjentom z guzami litymi po operacji chirurgicznej hamował ich ponowny przyrost, poprzez wpływ na zwiększenie oporności komórkowej, humoralnej i produkcję interleukiny 2 (2, 3).

Uszak bżowy wykorzystywany jest na szeroką skalę w kuchni chińskiej, jako przysmak dodawany do posiłków. W Polsce traktowany jest jako grzyb średniej wartości smakowej, można go kupić w postaci suszu. *Hirneola auricula judae* posiada również szereg właściwości leczniczych. W medycynie ludowej Chin ucho bżowe było stosowane od setek lat pod różnymi postaciami (najstarsze zapisy na temat ucha judaszowego pochodzą jeszcze z czasów panowania w Chinach dynastii Tang), jako środek: podnoszący odporność organizmu, działający wzmacniająco, pomagający w walce z bólem zębów i brzucha, przynoszący ulgę cierpiącym z powodu hemoroidów, wpływający korzystnie na układ krążenia, przeciwdziałający nadciśnieniu, uelastyczniający naczynia krwionośne, poprawiający wygląd skóry i paznokci. Z uszaka bżowego wyizolowano polisacharydy o właściwościach antykoagulacyjnych. Badania wykazały również obecność substancji aktywnych, które hamują nadmierną krzepliwość krwi, działają przeciwzapalnie, obniżają poziom cholesterolu, stymulują system odpornościowy, hamują powstawanie złośliwych nowotworów tkanki łącznej (4, 5).

Bocznik ostrygowaty jest grzybem pochodzącym z Chin, ale obecnie jest rozpowszechniony na całym świecie. W tradycyjnej medycynie chińskiej i japońskiej boczniki są stosowane jako środek przedłużający życie, wzmacniające żyły i obniżające ciśnienie śródgałkowe, przynoszące ulgę w bólu, przemęczeniu i drętwieniu mięśni, łagodzące dolegliwości związane z bólami stawów, ułatwiające usuwanie substancji toksycznych z organizmu. Naukowcy japońscy wykazali obecność aktywnej substancji (pleuran), która może powodować zmniejszanie guzów nowotwo-

rowych. Bocznik zawiera polisacharydy i glikoproteiny, które bardzo korzystnie wpływają na układ odpornościowy, pomagają zwalczać zakażenia wirusowe, bakteryjne czy grzybicze (6, 7).

Celem pracy było oznaczenie składu chemicznego bocznika ostrygowatego, zimówki aksamitnotrzonowej i uszaka bżowego, które zebrano na terenach zielonych łódzkiego osiedla Retkinia.

MATERIAŁ I METODY

Badano susz owocników uszaka bżowego, bocznika ostrygowatego i zimówki aksamitnotrzonowej. Grzyby pozyskano ze środowiska naturalnego w listopadzie 2011 r. Owocniki uszaka bżowego i bocznika ostrygowatego rosły wokół ściętych pni drzew, oddalonych od siebie zaledwie kilka metrów, na trawniku osiedla Retkinia (Łódź). Owocniki zimówki w postaci dużej kępy rosły bezpośrednio na drzewie klonu. Zakres badań analitycznych obejmował oznaczenie zawartości: – wilgoci, za pomocą metody suszarkowej (temp. 105°C) (8); – azotu ogólnego za pomocą metody *Kjeldahla* (8); – azotu związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie wg *Bielozierskiego i Proskuriakowa* (9); – azotu związków niebiałkowych nierozpuszczalnych w wodzie (chityny) wg *Więckowskiej* (10, 11); – węglowodanów po hydrolizie kwasowej za pomocą metody *Bertranda* (8); – substancji tłuszczowych, tzw. „tłuszczu surowego” za pomocą metody *Soxhleta* (8); – niektórych składników mineralnych: miedzi, cynku, żelaza oraz wapnia i magnezu za pomocą spektrometru absorpcji atomowej AVANTA Ver. 2.02.

Przeprowadzono mineralizację „na sucho” w piecu mufowym w temp. 450°C, po której próbki w postaci białego popiołu rozpuszczano w roztworze kwasu azotowego o stęż. 1 mol/dm³. W mineralizatach przygotowanych z grzybów oznaczano bezpośrednio poziom miedzi, żelaza i cynku. Do oznaczania magnezu i wapnia próbki rozcieńczano za pomocą roztworu chlorku lantanu (5 g/dm³), który spełniał rolę buforu spektralnego. Zawartość metali obliczano na podstawie równań regresji krzywych kalibracji przygotowanych z roztworu wzorcowego wielopierwiastkowej matrycy Ultra Scientific. Warunki pracy aparatu : przepływ powietrza – 10 dm³/min; przepływ acetyleny – 2 dm³/min; szczelina – 0,5 nm; prąd lampy – 5–7 mA; długość fali dla: Cu = 324,7; Zn = 213,86; Fe = 248,3; Ca = 422,7; Mg = 285,2. Precyzję i odzysk metody sprawdzono za pomocą materiału referencyjnego LGC Standards Sp. z o.o. NSCSZC73014 Tea. Średni odzysk oznaczanych metali wyniósł dla: Zn – 102,6%; Cu – 91,62%; Fe – 88,4% ; Mg – 91,29%; Ca – 87%.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W suszu uszaka bżowego oznaczona zawartość wilgoci wynosiła średnio 9,49 g/100 g; w boczniku 7,32; natomiast w zimówce 6,21. Poziom substancji azotowych w uszaku bżowym wynosił w g/100 g s. m.: azotu ogólnego – 2,65; azotu związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie – 0,28; azotu związków niebiałkowych nierozpuszczalnych w wodzie – 0,35. Obliczona zawartość chityny w uszaku to 5,09

g/100 g suchej masy. Azot związków niebiałkowych stanowi 23,8% azotu ogólnego, natomiast azot białkowy 76,19% azotu ogólnego. Obliczone białko rzeczywiste ($N \times 6,25$) wynosi 12,62 g/100 g s.m.

W boczniaku ostrygowatym zawartość azotu ogólnego w 100 g s.m. wynosi 3,64 g. Stwierdzono, że z ogólnej ilości azotu na azot białkowy przypada 47,14%, na azot związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie – 36,92%, a na azot związków niebiałkowych nierozpuszczalnych w wodzie – 15,94%. Zawartość chityny jest wysoka i wynosi 8,4 g/100 g s.m. Obliczona zawartość białka rzeczywistego wynosi 10,73 g/100 g s.m.

W zimówce aksamitnotrzonowej zawartość azotu ogólnego w 100 g s. m. wynosi 4,12. Z ogólnej ilości azotu na azot białkowy przypada 67,53%, na azot związków niebiałkowych rozpuszczalnych w wodzie 18,78%, a na azot związków niebiałkowych nierozpuszczalnych w wodzie 13,68%. Zawartość chityny – 8,16 g/100 g s.m. Obliczona zawartość białka rzeczywistego wynosi 17,37 g/100 g s.m.

Tabela I. Porównanie wyników badań suszu uszaka bżowego, boczniaka ostrygowatego i zimówki aksamitnotrzonowej (g/100 g s.m.)

Table I. Comparison of results for dried *Hirneola auricula judae*, *Pleurotus ostreatus* and *Flammulina velutipes* mushrooms (g/100 g DM)

Badany parametr	Uszak bżowy	Bocznik ostrygowaty	Zimówka aksamitnotrzonowa
Azot ogólny n=6	2,65 ± 0,100	3,64 ± 0,097	4,12 ± 0,067
Azot zw. niebiałk. rozp. w wodzie n=6	0,28 ± 0,016	1,34 ± 0,024	0,77 ± 0,007
Chityna n=6	5,09 ± 0,212	8,40 ± 0,413	8,16 ± 0,037
Azot chitynowy n=6	0,35 ± 0,015	0,58 ± 0,029	0,56 ± 0,039
Azot białkowy n=6	2,02 (76,19%)	1,72 (47,14%)	2,78 (67,53%)
Węglowodany n=8	45,82 ± 0,264	48,49 ± 0,287	32,48 ± 0,408
Tłuszcz „surowy” n=6	nie oznaczono	3,90 ± 0,319	6,41 ± 0,578
Popiół n=6	6,89 ± 0,043	6,48 ± 0,158	10,67 ± 0,582

n – liczba próbek; $x_{\text{sr}} \pm \text{SD}$ – odchylenie standardowe

Wiadomo, że o składzie chemicznym grzybów decyduje podłoże na którym rosną. Zatem najlepsze warunki rozwoju miała zimówka, która rosła bezpośrednio na drzewie. Oznaczono w niej najwyższą zawartość azotu ogólnego (4,12 g/100 g s.m.).

Ogólna zawartość węglowodanów oznaczona po hydrolizie za pomocą metody *Bertranda* w g/100 g s.m. wynosi: w uszaku bżowym – 45,82, w boczniaku – 48,49 i najmniej w zimówce – 32,54.

Oznaczona zawartość „tłuszczu surowego” jest wyższa w zimówce aksamitnotrzonowej (6,41 g/100 g s.m.) w porównaniu do bocznika ostrygowatego (3,89 g/100 g s.m.).

Zawartość popiołu w g/100 g s.m. w uchu bżowym wynosi – 6,89, w boczniku – 6,48, natomiast w zimówce najwięcej – 10,67.

Oznaczanie mikro- i makroelementów przeprowadzono po mineralizacji grzybów „na sucho”. W przygotowanych roztworach podstawowych oznaczono: miedź, cynk, żelazo, wapń i magnez. Zawartość ich w uszaku bżowym wynosiła w mg/100 g s.m.: miedzi – 0,15; cynku – 3,64; żelaza – 32,39; wapnia – 141,93; magnezu – 147,43.

Dla porównania poziom tych pierwiastków w boczniku rosnącym na tym samym trawniku, na stanowisku oddalonym o 4 m od uszaka bżowego wynosił w mg/100 g s.m.: miedzi – 0,27; cynku – 4,39; żelaza – 8,43; wapnia – 83,24; magnezu – 131,95.

Zawartość metali w zimówce, która rosła bezpośrednio na drzewie wynosi w mg/100 g s.m.: miedzi – 0,26, cynku – 2,19, żelaza – 13,48, wapnia – 79,25 i magnezu – 152,27.

T a b e l a II. Zawartość substancji mineralnych w uszaku bżowym, boczniku ostrygowatym i zimówce aksamitnotrzonowej (mg/100 g s.m.)

T a b e l e II. Mineral content of *Hirneola auricula judae*, *Pleurotus ostreatus* and *Flammulina velutipes* mushrooms (mg/100 g DM)

Składnik mineralny	Uszak bżowy	Bocznik ostrygowaty	Zimówka aksamitnotrzonowa
Miedź n=6	0,15 ± 0,033	0,27 ± 0,030	0,26 ± 0,055
Cynk n=6	3,64 ± 0,029	4,39 ± 0,152	2,19 ± 0,057
Żelazo n=6	32,39 ± 1,498	8,43 ± 0,222	13,48 ± 0,82
Wapń n=6	141,93 ± 12,095	83,24 ± 0,90	79,248 ± 0,33
Magnez n=6	147,43 ± 0,587	131,94 ± 2,076	152,27 ± 1,038

n – liczba próbek; $\bar{x}_{\pm SD}$ – odchylenie standardowe

Grzyby odznaczają się zdolnością do gromadzenia znacznych ilości pierwiastków, wśród nich zarówno metali i niemetalu. Zawierają mikroelementy niezbędne dla organizmu człowieka, ale również mogą gromadzić metale ciężkie, takie jak : kadm, rtęć, ołów (12). Badania przeprowadzone przez wielu badaczy (13–15) wykazały decydujący wpływ rodzaju podłoża na skład chemiczny grzybów. Zwraca się uwagę na fakt, że zawartość substancji mineralnych w grzybach zależy od typu podłoża na którym rosną grzyby, odczynu gleby, liczby i rodzaju pierwiastków znajdujących się w podłożu, biodostępności tych składników oraz warunków środowiskowych. Stwierdzono, że wchłanianie metali z podłoża jest cechą gatunkową, a stopień kumulacji poszczególnych mikroelementów uwarunkowany jest genetycznie (16).

Na podstawie norm żywienia człowieka (17) można obliczyć w jakim stopniu po spożyciu 10 g s.m. grzybów zostanie zrealizowane zalecane dzienne pobranie składników mineralnych.

Tabela III. Realizacja dziennego pobrania składników mineralnych w % z 10 g s.m grzybów

Table III. Contribution (%) to the recommended daily allowance for the minerals from the intake of 10 g dried mushrooms

Składnik mineralny	Uszak bżowy	Boczniać ostrygowaty	Zimówka aksamitnotrzonowa
Miedź	1,67	3,00	2,89
Cynk	3,90	4,70	2,30
Żelazo	20,20	6,50	10,50
Wapń	1,49	0,83	0,79
Magnez	4,00	3,77	4,35

Grzyby są w stanie zmagazynować metale w dużych ilościach. Zdarza się, że są to wartości przekraczające stężenie jakie jest w podłożu, na którym wyrosły. Zjawisko to jest szczególnie znane dla związków rtęci i kadmu. W związku z tymi właściwościami do gromadzenia metali (w tym toksycznych) należy zwracać szczególną uwagę na miejsce pochodzenia grzybów. Zbieranie ich w środowisku miejskim nie jest polecane ze względu na zanieczyszczenie środowiska (komunikacja miejska). Pozyskiwane w środowisku naturalnym (lasy na obrzeżach miasta) inne gatunki, mniej znane takie jak: boczniać ostrygowaty, zimówka aksamitnotrzonowa czy ucho bżowe mogą stanowić składnik naszej diety i być źródłem białka i składników mineralnych.

J. Florczak, J. Chudy, M. Barasińska, B. Karwowski

CONTENTS OF SELECTED NUTRIENTS IN WILD-GROWN *HIRNEOLA AURICULA JUDAE*, *PLEUROTUS OSTREATUS* AND *FLAMMULINA VELUTIPES* MUSHROOMS

Summary

Selected nutrients were assessed in *Hirneola auricula judae*, *Pleurotus ostreatus* and *Flammulina velutipes* mushrooms collected in the urban environment of the city of Lodz. Contents of proteins, carbohydrates, crude fat and some minerals: copper, zinc, iron, calcium and magnesium were determined.

Moisture content was determined by drying in an oven at 105°C. Total nitrogen was determined by the Kjeldahl method, while the non-protein nitrogen compounds soluble in water were determined by the Bieloziński and Proskuriakow method. Colorimetric method was used for the determination of non-protein nitrogen compounds insoluble in water (chitin). Protein nitrogen content was calculated from the contents of total nitrogen, non-protein water-soluble nitrogen compounds and non-protein nitrogen compounds insoluble in water. Carbohydrates were determined by the Bertrand method. Soxhlet method was applied to determine lipid content.

Total ash was determined by roasting. After dry mineralization, selected minerals (copper, zinc, iron, calcium and magnesium) were determined using atomic absorption spectroscopy (AVANTA).

PIŚMIENNICTWO

1. Gumińska B., Wojewoda W.: Grzyby i ich oznaczanie, PWRiL, Warszawa 1988. – 2. Maruyama H., Ikekawa T.: Immunomodulation and antitumor activity of a mushroom product, Proflamin isolated from *Flammulina velutipes* (W.Curt.:Fr.) Singer (*Agaricus mycetideae*) International Journal of Medicinal Mushrooms, 2007; 9. – 3. Florczak J., Karmańska A., Wędzisz A.: Właściwości lecznicze grzybów wielkoowocnikowych. Bromat. Chem. Toksykol. 2008; 41(3): 815-819. – 4. Yuan Z., Cui J., Tateuchi H.: Hypoglycemic effect of water – soluble polysaccharide from *Auricularia auricula-judae* Quel. on Genetically Diabetic KK- Ay Mice. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 1998; 62(10). – 5. Ma Z., Wang J., and Zhang L. : Structure and chain conformation of β -glucan isolated from *Auricularia auricula-judae*. Biopolymers, 2008; 89. – 6. Jedinak A., Silva D.: *Pleurotus ostreatus* inhibits proliferation of human breast and colon cancer cells through p-53-dependent as well as p-53-independent pathway. International Journal of Oncology, 2008; 33(6). – 7. Rejewska J., Bałasińska B.: Związki biologicznie aktywne zawarte w grzybach jadalnych i ich korzystny wpływ na zdrowie. Hig. Med. Dośw. 2004; 58: 352-357. – 8. Krauze S., Bożyk Z., Piekarski Z.: Podręcznik analityka żywnościowego, PZWIL, Warszawa, 1962. – 9. Biełozierski A., Proskuriakow M.: Praktyczeskoje rukowodstwo po biochemii, Moskwa, 1951 tłum.pol.Warszawa, 1954. – 10. Więckowska E.: Oznaczanie chityny w grzybach. Mikologia Stosowana 1968; 1(2): 65.
11. Więckowska E.: Oznaczanie chityny na podstawie zawartości glukozoaminy. Chemia Analityczna, 1968; 13(6): 1310. – 12. Stankiewicz U., Gayny B.: Poziom zanieczyszczeń metalami niektórych grzybów dziko rosnących, Roczn. PZH, 1994; 45: 1-2. – 13. Lipka J.: Grzyby jako źródło mikroelementów. Wiadomości Zielarskie 1990, 5. – 14. Sarosiek J., Kwapuliński J., Mirosławski J., Wiechula D., Rochel R., Iwanek K., Manasar A., Manderla J.: Kumulacyjne właściwości wybranych gatunków grzybów z obszaru Wyżyny Żarkowsko-Częstochowskiej. Prace Botaniczne, 1997; 72: 71-83. – 15. Kowalewska I., Bielawski L., Falandysz J.: Niektóre pierwiastki i ich współczynnik biokoncentracji w koźlarzu czerwonym *Leccinum rufum* z terenu Wyżyny Lubelskiej, Bromat. Chem. Toksykol., 2007; 40(3): 329-335. – 16. Enke M., Matschiner M., Achtzehn K.M.: Schwermetallanreicherungen in Pilzen. Die Nahrung 1997; 21: 331-335. – 17. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Warszawa, Instytut Żywności i Żywienia, 2012, Pol-Health (www. izz.wzw.pl.).

Adres: 90-151 Łódź, ul. Muszyńskiego 1

Katarzyna Piasecka-Jóźwiak, Joanna Rozmierska, Danuta Kotyrba

WYKORZYSTANIE KULTUR STARTEROWYCH I INULINY DO OTRZYMYWANIA ZAKWASOWEGO PIECZYWA PSZENNEGO O CECHACH FUNKCJONALNYCH I OBNIŻONEJ WARTOŚCI ENERGETYCZNEJ

Zakład Technologii Fermentacji

Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
Kierownik: dr hab. K. Stecka, prof. IBPRS

W pracy oceniono możliwość zastosowania zakwasu piekarskiego do poprawy właściwości sensorycznych pieczywa tostowego z inuliną o cechach funkcjonalnych. Dodatek inuliny wprowadzano jako prebiotyk oraz w celu obniżenia wartości energetycznej, jako zamiennik tłuszczu i cukru. Zastosowanie etapu fermentacji mlekowej inicjowanej przez kulturę starterową złożoną z wyselekcjonowanych bakterii, pozwoliło na otrzymanie pieczywa tostowego zawierającego około 5% inuliny i odznaczającego się przyjemnym smakiem i aromatem.

Słowa kluczowe: pieczywo o cechach funkcjonalnych, kultury starterowe LAB.
Key words: bread with functional properties, LAB starter cultures.

Wzrasta popularność żywności określanej jako funkcjonalna to jest wpływającej pozytywnie na fizjologiczne funkcje organizmu, w sposób wykraczający ponad efekt wynikający z jej wartości odżywczej. W związku z tym, można zaobserwować m.in. zwiększone zainteresowanie pieczywem z pełnego ziarna. Zastosowanie inuliny w produkcji pieczywa zwiększa zawartość błonnika pokarmowego w pieczywie i sprzyja rozwojowi korzystnej mikroflory jelitowej wykazując działanie prebiotyczne, nadaje zatem pieczywu cechy funkcjonalne. Dodatek inuliny stosuje się jako zamiennik cukru i/lub tłuszczu, co powoduje obniżenie wartości energetycznej produktów żywnościowych w stosunku do ich tradycyjnych odpowiedników.

Inulina, a zwłaszcza długołańcuchowa inulina HP należy do niepodlegających trawieniu (niestrawnych), niskoenergetycznych węglowodanów wchodzących w skład błonnika pokarmowego. Biochemiczne i fizjologiczne właściwości inuliny i oligofruktanów powodują, że są one zaliczane do prebiotyków, wpływają bowiem na ekologię mikroorganizmów w jelitach (skład mikrobioty jelit) stymulując selektywnie wzrost i/lub aktywność jelitowych bakterii fermentacji mlekowej, przede wszystkim z rodzaju *Bifidobacterium* (1, 2, 3, 4, 5).

Biorąc pod uwagę właściwości prebiotyczne i żywieniowe/odżywcze inuliny jej zawartość w pieczywie powinna być jak największa, jednak wprowadzanie dodatku inuliny do pieczywa powoduje znaczne pogorszenie jego właściwości organoleptycznych. Już 1–4% dodatek inuliny wpływa na reologiczne właściwości ciasta chlebowego, między innymi obniżając wodochłonność mąki, powoduje także zmniejszenie

objętości chleba i zwiększenie jego twardości. W związku z tym dodatek inuliny jest zazwyczaj ograniczony do ok. 3–5% w stosunku do mąki (6, 7, 8).

Na stężenie/zawartość inuliny w pieczywie ma także wpływ obecność/aktywność metaboliczna drobnoustrojów. Stwierdzono, że ubytek inuliny w stosunku do jej ilości dodanej do ciasta, zależy od rodzaju drożdży stosowanych do produkcji ciasta, a także stopnia spolimeryzowania inuliny i mieści się w przedziale 6–53% (7). W badaniach Makras i współpr. (9) wykazano z kolei, zróżnicowany stopień metabolizowania inuliny przez wyizolowane z jelit człowieka bakterie z rodzaju *Lactobacillus*, podobne wyniki w odniesieniu do szczepów z rodzaju *Bifidobacterium* uzyskali Falony i współpr. (10). Wskazuje to na potrzebę selekcjonowania mikroorganizmów przeznaczonych do kultur starterowych do ciast tak, aby uzyskać jak najwyższe stężenie inuliny w produkcie końcowym – pieczywie.

Uznany sposób podwyższania jakości oraz właściwości odżywczych pieczywa jest wprowadzanie części mąki przewidzianej recepturą, w postaci zakwasu piekarskiego. Prowadzenie produkcji pieczywa z inuliną „na zakwasie” powinno zatem poprawić charakterystykę sensoryczną takiego pieczywa. Aktywność metaboliczna drobnoustrojów ma wpływ zarówno na aromat, jak i strukturę ciast. Tradycyjnie fermentacja zakwasów prowadzona jest spontanicznie, w oparciu o naturalnie występujące w mące konsorcja złożone z bakterii fermentacji mlekowej (LAB) i drożdży, obecnie jednak coraz częściej do inicjowania fermentacji stosowane są kultury starterowe LAB lub LAB i drożdży złożone z odpowiednio selekcjonowanych drobnoustrojów.

Celem pracy było otrzymanie pieczywa z dodatkiem inuliny odznaczającego się wysokimi walorami organoleptycznymi i cechami funkcjonalnymi poprzez zastosowanie kultury starterowej złożonej z autochtonicznych, wyselekcjonowanych bakterii fermentacji mlekowej (LAB).

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano kulturę starterową składającą się z 3 szczepów bakterii mlekowych: *Lactobacillus plantarum* KKP 2044p, *Weisella cibaria* KKP 2042p, *Weisella cibaria* KKP 2043p, zawierającą minimum 10^9 jtk/g (11). Bakterie wyizolowano uprzednio ze spontanicznie fermentujących zakwasów pszennych i selekcjonowano biorąc pod uwagę zdolność do syntetyzowania związków pozytywnie wpływających na aromat pieczywa oraz ograniczony stopień metabolizowania inuliny przez bakterie, w celu uniknięcia zmniejszenia się zawartości inuliny w stosunku do jej ilości dodanej do ciasta.

Z udziałem opracowanej kultury starterowej otrzymano zakwas piekarski, a następnie pieczywo pszenne tostowe, które oceniono pod względem właściwości sensorycznych oraz wartości odżywczej w porównaniu do standardowego pieczywa tostowego pszennego. W recepturze ciasta uwzględniono 8,5% (w stosunku do całości użytej mąki) dodatek inuliny HPX (Orafti), która stanowiła zamiennik tłuszczu i cukru.

Próbne wypieki wykonano stosując zakwas piekarski, o wydajności 200% (porcja mąki do wody 1:1) przygotowany z mąki pszennej typ 550. Z zakwasem wpro-

wadzano 20% mąki przewidzianej recepturą, korzystano ponadto z mąki pszennej graham (typ 1850) w ilości 25% całości mąki. Do zapoczątkowania fermentacji zakwasu stosowano kulturę starterową w ilości 0,5% w stosunku do mąki.

Fermentację zakwasu prowadzono w temp. 30°C przez 18 h. Ciasta przygotowywano w oparciu o trzy receptury (w trzech wariantach): pieczywo tostowe z dodatkiem 8,5% inuliny, zastępującej tłuszcz i cukier, pieczywo tostowe z udziałem kwasu piekarskiego i inuliny oraz pieczywo tostowe, z zastosowaniem dodatku tłuszczu (6%) i cukru (3%) – stanowiące próbę kontrolną. We wszystkich wariantach uwzględniono dodatek polepszacza Super Soft firmy Zeelandia w ilości 1%, a także 1% CMC (karboksymetylocelulozy, POCH).

Wydajność ciasta ustalano na podstawie organoleptycznej oceny konsystencji biorąc także pod uwagę wpływ inuliny na wodochłonność farinograficzną mąki. Po mieszeniu ciasto poddawano fermentacji w masie w temp. 28–30°C przez 30 min. Po tym czasie ciasto dzielono na kęsy o masie 590 g, które poddawano rozrostowi w formach, w komorze fermentacyjnej o temp. 35°C i wilgotności względnej powietrza 75%. Rozrost prowadzono do stanu rozrostu normalnego, który oceniano organoleptycznie na podstawie sprężystości kęsa. Bochenki wypiekano w piecu komorowym w temp. 240°C, przez ok. 45 min (próby kontrolne) lub w temp. 220°C, przez ok. 50 min.

Ocenę jakości pieczywa przeprowadzono wg PN-A-74108:1996. Analizę składników odżywczych pieczywa przeprowadzono w oparciu o standardowe metody AOAC. Zawartość inuliny i błonnika pokarmowego oznaczono za pomocą testów enzymatycznych Megazyme.

Obliczenia wartości energetycznej pieczywa dokonano przyjmując dla błonnika i inuliny wartość 2 kcal/g (zgodnie z Unijną Dyrektywą Komisji 2008/100/WE i Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 8.01.2010) oraz odejmując ich sumę od ogólnej puli węglowodanów.

Jakość sensoryczną tostowego pieczywa zakwasowego z dodatkiem inuliny, w porównaniu do chleba bez dodatku kultury starterowej i chleba z inuliną oceniono stosując metodę profilowania sensorycznego, przyjmując 10-cio punktową skalę dla poszczególnych wyróżników. Ocenę sensoryczną przeprowadził panel sześciu osób, zgodnie z PN-ISO 6564: 1999. Wyniki analiz z przynajmniej dwóch niezależnych doświadczeń podano jako średnie arytmetyczne wraz z odchyleniem standardowym.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

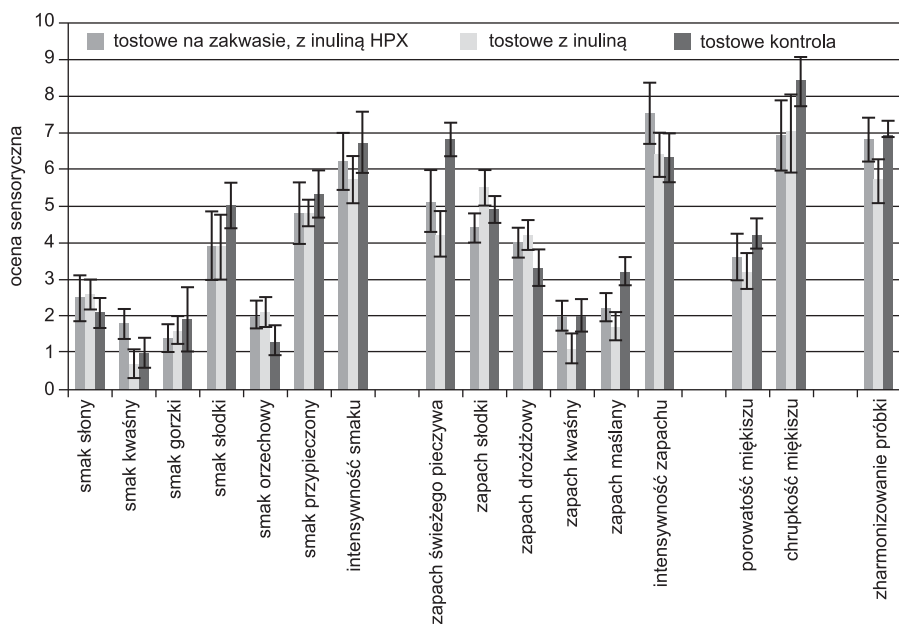
Wpływ dodatku inuliny i zakwasu piekarskiego na jakość pieczywa tostowego oceniono biorąc pod uwagę takie właściwości jak: objętość, wilgotność i kwasowość mięksamu oraz cechy sensoryczne. Wyniki przedstawiono odpowiednio w tab. I. i na ryc. 1.

Otrzymane chleby tostowe były zbliżone pod względem takich wyróżników jak wilgotność, kwasowość i pH mięksamu (tab. I). Zaobserwowano natomiast negatywny wpływ dodatku inuliny, a także jednoczesnego dodatku inuliny i zastosowania zakwasu piekarskiego na objętość pieczywa, co jest zgodne z doniesieniami literaturowymi (6, 7).

Tabela 1. Wpływ inuliny i zakwasu piekarskiego na niektóre wyróżniki jakości pieczywa

Table 1. Effect of inulin and sourdough on some quality parameters of bread

Próba	Objętość 100 g chleba (cm ³)	Wilgotność (%)	Kwasowość miękkiszu (stopnie)	pH miękkiszu
Próba kontrolna	540	37,9	3,0	5,0
Pieczyno tostowe z inuliną	500	42,4	3,1	5,0
Pieczyno tostowe z 20% udziałem kwasu piekarskiego i inuliny	478	43,1	3,6	4,8



Ryc. 1. Wpływ zastosowanie zakwasu piekarskiego i dodatku inuliny na właściwości sensoryczne pieczywa tostowego.

Fig. 1. Effect of sourdough and inulin addition on sensory properties of toast bread.

Na atrakcyjność pieczywa tostowego wpływają wyróżniki organoleptyczne związane ze smakiem, zapachem, teksturą. W pieczywie tostowym standardowo stosowany jest dodatek tłuszczu i cukru, które wpływają na smak i aromat, przyczyniają się także m.in. do podwyższenia chrupkości miękkiszu. Zastąpienie tłuszczu i cukru inuliną spowodowało głównie obniżenie intensywności odczuwania smaku i zapachu słodkiego oraz niewielkie zmniejszenie ogólnej intensywności smaku, oceniający zauważyli także zmniejszenie się chrupkości pieczywa. W odniesieniu do aromatu zaobserwowano, że dodatek inuliny zazwyczaj obniża odczucia zapachowe,

natomiast zastosowanie zakwasu oprócz inuliny zwiększa intensywność zapachu, w porównaniu do standardowego pieczywa tostowego, dotyczy to szczególnie zapachu drożdżowego, a także maślanego i kwaśnego. Ogółem pieczywo z inuliną, z udziałem 20% zakwasu, uzyskało bardzo dobre noty w ocenie sensorycznej, zbliżone do standardowego pszennego pieczywa tostowego bez dodatku inuliny.

Dodatek zakwasu w technologii pieczywa pszennego o obniżonej wartości energetycznej, z receptury którego wyeliminowano będące nośnikiem smaku tłuszcz i cukier, niweluje odczucie „pustego smaku” tego typu produktów co ma potwierdzenie w ocenie ogólnej intensywności smaku i ocenie zharmonizowania próbki pieczywa.

Otrzymane pieczywo zakwasowe odznaczało się stosunkowo wysoką zawartością inuliny tj. 5 g/100 g (tj. 7,9% w s.m.), ubytek inuliny w stosunku do ilości dodanej wynosił zatem tylko 6%. Porównanie wartości energetycznej trzech rodzajów pieczywa tostowego przedstawiono w tab. II.

Tabela II. Wpływ inuliny i zakwasu piekarskiego na wartość odżywczą pieczywa tostowego

Table II. Effect of inulin and sourdough on nutritional value of toast bread

Składniki pieczywa	Rodzaj pieczywa		
	pieczywo tostowe (kontrola)	pieczywo tostowe z inuliną	pieczywo tostowe z 20% udziałem kwasu piekarskiego i inuliny
Inulina*	0	5,0	5,0
Błonnik	4,5	5,9	6,1
Białko	4,7	5,7	5,9
Popiół	0,5	0,9	1,1
Tłuszcz	2,5	0,3	0,3
Woda	37,9	42,4	43,1
Węglowodany z różnicy	49,9	39,8	38,5
Wartość energetyczna (kcal/100 g)	249,9	206,5	202,5

Zastąpienie tłuszczu i cukru w tradycyjnej recepturze pieczywa tostowego inuliną zaowocowało obniżeniem wartości energetycznej pieczywa o ok. 18%. Dzięki zastosowaniu do przygotowania zakwasu kultury starterowej z wyselekcjonowanych bakterii fermentacji mlekowej, odznaczających się niskim stopniem metabolizowania inuliny, otrzymano pieczywo o wysokiej zawartości inuliny. W ocenie konsumenckiej pieczywo o obniżonej wartości energetycznej było zbliżone do pieczywa tradycyjnego, co zważywszy na wyeliminowanie z receptury wysokoenergetycznych składników uznano za spełnienie wymagań odnośnie do pieczywa funkcjonalnego.

Biorąc pod uwagę podwyższenie walorów organoleptycznych pieczywa z dodatkiem inuliny poprzez zastosowanie zakwasu piekarskiego, można stwierdzić, że takie pieczywo stanowi atrakcyjną propozycję dla tzw. świadomych konsumentów, dbających o zdrowe odżywianie lecz preferujących białe pieczywo.

WNIOSKI

1. Zastosowanie w technologii pieczywa tostowego, z dodatkiem inuliny, zakwasu piekarskiego przyczynia się do podwyższenia jakości sensorycznej wypieków.

2. Wykorzystanie kultury starterowej, złożonej z wyselekcjonowanych bakterii fermentacji mlekowej do inicjowania fermentacji ciasta pozwala na uzyskanie pieczywa tostowego o zawartości inuliny HPX 5% i obniżonej kaloryczności, co nadaje mu cechy funkcjonalne.

K. Piasecka-Jóźwiak, J. Rozmierska, D. Kotyrba

APPLICATION OF STARTER CULTURES TO OBTAIN/PRODUCE WHEAT SOUR BREAD
WITH FUNCTIONAL PROPERTIES AND LOWER ENERGY VALUE

S u m m a r y

The article presents the possibility of application of the starter culture, consisting of selected lactic acid bacteria (LAB), to improve the sensory properties of toast bread with inulin. Awas added as a prebiotic and as a fat and sugar replacement to reduce energy value of product. The use of lactic acid fermentation stage, initiated by the starter culture, allows to obtain a toast containing about 5% of the inulin prebiotic and significantly improve the sensory characteristics of bread. Consequently, the composition and method of manufacture of a sourdough bread with 18% lower energy value, compared to the bread produced using the traditional recipe, and with functional features has been developed.

PIŚMIENNICTWO

1. *Guarner F.*: Studies with inulin-type fructans on intestinal infections, permeability, and inflammation. *J. Nutr.*, 2007; 137(11 Suppl.): 2568-2571. – 2. *Roberfroid M.B.*: Introducing inulin-type fructans. *Br. J. Nutr.*, 2005; 93(Suppl 1): 13-25. – 3. *Roberfroid M.B.*: Inulin-type fructans: functional food ingredients. *J. Nutr.*, 2007; 137(11 Suppl): 2493-2502. – 4. *Kleessen B., Hartmann L., Blaut M.*: Oligofructose and long-chain inulin: influence on the gut microbial ecology of rats associated with a human faecal flora. *Br. J. Nutr.*, 2001; 86(2): 291-300. – 5. *Pompei A., Cordisco L., Raimondi S., Amaretti A., Pagnoni U.M., Matteuzzi D., Rossi M.*: In vitro comparison of the prebiotic effects of two inulin-type fructans. *Anaerobe*. 2008; 14(5): 280-286. – 6. *Karolini-Skaradzińska Z., Bihuniak P., Piotrowska E., Wdowiak L.*: Properties of dough and qualitative characteristics of wheat bread with addition of inulin. *Pol. J. Food Nutr. Scie.*, 2007; 57(49b): 267-270. – 7. *Meyer D., Peters B.*: Enhancing the nutritional value of bread with inulin. *Agrofood Industry hi-tech*, 5/6 2009; 20(3): 48-50. – 8. *Praznik W., Cieślík E., Filipiak-Florkiewicz A.*: Soluble dietary fibres in Jerusalem artichoke powders: composition and application in bread. *Nahrung* 2002; 46(3): 151-7. – 9. *Makras Van Acker G., De Vuyst L.*: *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* 8700:2 degrades inulin-type fructans exhibiting different degrees of polymerization. *Appl Environ Microbiol.* 2005; 71(11): 6531-6537. – 10. *Falony G., Lazidou K., Verschaeren A., Weckx S., Maes D., De Vuyst L.*: In vitro kinetic analysis of fermentation of prebiotic inulin-type fructans by *Bifidobacterium species* reveals four different phenotypes. *Appl. Environ. Microbiol.*, 2009; 75(2): 454-61.

11. Patent RP 217701 Bakteryjna kultura starterowa do pieczywa z inuliną. – 12. PN-A-74108:1996 Pieczywo. Metody badań. – 13. Dyrektywa Komisji Europejskiej 2008/100/WE. – 14. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 8.01.2010. – 15. PN-ISO 6564: 1999 Analiza sensoryczna. Metodologia. – 16. AOAC Official Methods of Analysis, 1996, 16 th ed., Association of Official Analytical Chemists

Grażyna Jaworska, Ewelina Gwóźdź, Krystyna Pogoń, Marek Klimek

ZMIANY JAKOŚCI NAPOJU GREJPFRUTOWEGO W CZASIE PRZECHOWYWANIA

Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Grzybów
Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Kierownik: dr hab. inż. P. Gębczyński, Prof. UR

W pracy oceniono zmiany jakości handlowego nektaru grejpfrutowego magazynowanego w różnych warunkach przez 12 miesięcy. Ocena obejmowała badanie poziomu podstawowych wyróżników składu chemicznego oraz parametrów barwy. Zmiany jakości nektaru przechowywanego przez 12 miesięcy w warunkach chłodniczych były porównywalne do tych jakie zaszły podczas 9 miesięcy składowania w warunkach otoczenia i komorze termostatowej T2 lub podczas 3 miesięcy magazynowania w komorze termostatowej T1.

Słowa kluczowe: nektar grejpfrutowy, przechowywanie, właściwości przeciwutleniające, barwa.

Key words: grapefruit beverage, storage, antioxidant activity, colour.

Soki owocowe należą do produktów o stosunkowo długiej przydatności do spożycia i w praktyce handlowej termin ten upływa po 12 miesiącach od daty produkcji. Jednak niewłaściwe warunki przechowywania mogą prowadzić do obniżenia wartości żywieniowej i pogorszenia cech sensorycznych tych produktów (1), a także do zmniejszenia zawartości substancji biologicznie aktywnych takich, jak polifenole i witamina C (2). Badania prowadzone nad wpływem warunków i czasu magazynowania tych produktów mają na celu wytypowanie sposobu postępowania z produktem handlowym, ograniczającego zmiany parametrów jakościowych w trakcie przechowywania.

Soki, nektary i napoje owocowe są powszechnie spożywane. Wynika to z ich wartości odżywczej, kształtowanej z jednej strony przez niską kaloryczność, a z drugiej przez wysoką zawartość witamin, soli mineralnych i aktywnych biologicznie składników, do których należą antyoksydanty takie, jak karotenoidy, związki polifenolowe, w tym flawonoidy oraz witamina C (3, 4, 5).

Celem pracy było określenie zmian jakości nektaru grejpfrutowego podczas 12 miesięcy magazynowania w różnych warunkach. Ocenie poddano wybrane wskaźniki fizykochemiczne, zawartość kwasu L-askorbinowego i witaminy C, polifenoli ogółem, aktywność przeciwutleniającą oraz wartość parametrów barwy nektaru.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem badanym był handlowy nektar grejpfrutowy (zgodny z definicją Dyrektywy UE 2012/12/UE z 19.04.2012) wyprodukowany przez Tymbark GMW Sp. z o.o. Sp. K. Nektar otrzymano poprzez rozcieńczenie koncentratu grejpfrutowego, z dodatkiem cukru do uzyskania ekstraktu $10,6 \pm 1\%$ i kwasu L-askorbinowego w ilości 0,03%. Nektar został poddany pasteryzacji i aseptycznemu zapakowaniu do opakowań kartonowych.

Nektar grejpfrutowy podzielono na 4 partie i przechowywano przez 12 miesięcy w różnych warunkach:

A – w magazynie o temp. ($18-22^{\circ}\text{C}$) i wilgotności otoczenia,

C – w magazynie o temp. chłodniczej ($6-8^{\circ}\text{C}$),

T1 – w komorze termostatowej o temp. w zakresie $25-31^{\circ}\text{C}$ i w wilgotności $25-35\%$,

T2 – w komorze termostatowej o temp. $39-40^{\circ}\text{C}$ i wilgotności 15%. Do analiz przeznaczono nektar grejpfrutowy bezpośrednio po jego wyprodukowaniu oraz w trakcie magazynowania, po każdych kolejnych 3 miesiącach składowania.

Parametry fizykochemiczne

Zawartość ekstraktu, suchej masy, popiołu i kwasowość miareczkową oznaczono wg standardów AOAC (1995) (6).

Właściwości przeciwutleniające

Zawartość polifenoli ogółem oznaczono metodą z wykorzystaniem odczynnika Folina-Ciocalteu (7) w 80% ekstraktach metanolowych zakwaszonych 0,5% HCl i wyrażono w mg (+)-katechniny.

Zawartość kwasu L-askorbinowego i witaminy C oznaczono metodą HPLC wg EN 14130:2003 (8). Próbkę nektaru zostały rozcieńczone za pomocą 2% kwasu metafosforowego, odwirowane i oczyszczone na SPE. Analizę prowadzono za pomocą chromatografu cieczonego firmy Merck z kolumną RP-18 z wykorzystaniem kwasu fosforowego o stęż. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ jako eluentu, przy prędkości przepływu $1 \text{ cm}^3/\text{min}$. Absorbancję odczytywano przy długości fali 254 nm. Suma kwasu L-askorbinowego i L-dehydroaskorbinowego została wyznaczona po redukcji L-cysteiną zgodnie z EN 14130:2003 (8).

Aktywność przeciwutleniającą względem rodnika DPPH i kationorodnika ABTS oznaczono metodą opisaną przez *Pekkarinen* i współpr. (9) oraz *Re* i współpr. (10) w 80% ekstraktach metanolowych zakwaszonych kwasem HCl o stęż. 0,5%. Aktywność przeciwutleniającą określono w mmolach Troloxu.

Barwa

Barwę oznaczono metodą instrumentalną w systemie CIE: Lab (1976). Pomiaru parametrów barwy dokonano za pomocą wielofunkcyjnego spektrofotometru stacjonarnego MINOLTA CM-3500d. Na podstawie pomiaru wyznaczono następujące

parametry L^* – jasność barwy ($L^* = 0$ czern, $L^* = 100$ biel), a^* – udział barwy zielonej ($a^* < 0$) lub czerwonej ($a^* > 0$), b^* – udział barwy niebieskiej ($b^* < 0$) lub żółtej ($b^* > 0$), C^* – nasycenie barwy oraz h^* – kąt tonu barwy. Przy wykonywaniu pomiarów stosowano maskownicę o średnicy otworu pomiarowego 8 mm. Nektar umieszczono w szklanych kiuwetach o średnicy 34 mm i wysokości 25 mm.

Analiza statystyczna

W celu wykazania wpływu warunków przechowywania na zmiany jakościowe nektaru grejpfrutowego, zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji w oparciu o test rozstępu Duncana przy poziomie istotności $\alpha=0,05$. Badania przeprowadzono w trzech seriach i dwóch powtórzeniach ($n=6$). Obliczenia statystyczne przeprowadzono za pomocą programu Statistica 10.0 (Stat-Soft).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zawartość ekstraktu w nektarze grejpfrutowym bezpośrednio po produkcji kształtowała się na poziomie 10,48% (tab. I). Jednocześnie w 100 cm³ wykazano 9,96 g suchej masy i 0,20 g soli mineralnych. Kwasowość miareczkowa nektaru w przeliczeniu na kwas cytrynowy wynosiła 0,70 g w 100 cm³. Magazynowanie nektaru w różnych warunkach nie spowodowało istotnych zmian w wartości omawianych parametrów.

Tabela I. Parametry fizykochemiczne w 100 cm³ nektaru grejpfrutowego (po 0, 3, 6, 9 i 12 miesiącach przechowywania)

Table I. Physical and chemical parameters in 100 cm³ of grapefruit beverage

Parametr	Minimalne i maksymalne wartości	Średnie wartości
Sucha masa (g)	9,78±0,38 – 9,95±0,33	9,85
Ekstrakt (%)	10,46±0,06 – 10,50±0,08	10,48
Popiół (g)	0,19±0,02 – 0,21±0,02	0,20
Kwasowość (g kwasu cytrynowego)	0,69±0,04 – 0,74±0,06	0,70

Zawartość polifenoli ogółem w badanym nektarze grejpfrutowym oceniona bezpośrednio po produkcji była na poziomie 48,0 mg w 100 cm³. W trakcie dwunastomiesięcznego okresu magazynowania nastąpiły zmiany zawartości polifenoli ogółem w badanym nektarze. Po 6 miesiącach zanotowano obniżenie o 8–21% w stosunku do nektaru nieprzechowywanego. W czasie dalszego przechowywania w nektarze magazynowanym w warunkach chłodniczych obserwowano istotny wzrost poziomu omawianych związków, w konsekwencji po 12-miesięcznym magazynowaniu w warunkach chłodniczych istotny wzrost ilości tych związków o 22%. Natomiast w pozostałych nektarach zaobserwowano obniżenie poziomu polifenoli ogółem o 13–17%. Stwierdzone zmiany ilości polifenoli ogółem pod-

czas magazynowania nektaru grejpfrutowego w warunkach chłodniczych były prawdopodobnie spowodowane przemianami związków fenolowych o charakterze hydrolitycznym lub kondensacyjnym, co mogło wpłynąć na ich reaktywność z odczynnikiem Folina–Ciocalteu (11). Klimczak i Małecka (1) także stwierdziły w trakcie 12 miesięcznego przechowywania soków pomarańczowych i grejpfrutowych w 3 różnych temp. (18°, 28° i 38°C) wahania ilości polifenoli ogółem. Po tym okresie ubytki związków fenolowych wynosiły w zależności od rodzaju soku od 13 do 29%.

Witamina C jest uważana za najmniej stabilną spośród wszystkich witamin, gdyż łatwo ulega rozpadowi zarówno na etapie przechowywania surowców, ich przetwarzania, a także podczas magazynowania produktów finalnych (12). Jest ona związkiem nietrwałym, a jej straty w procesie gotowania sięgają 50–70% (13). Według Lebedzińskiej i współpr. (14) soki i napoje owocowe są bogatym źródłem witaminy C, a jej zawartość w tych produktach waha się od 11,7 do 52,6 mg w 100 cm³, przy czym grejpfrutowy zawierał 16,1 mg. Badany nektar grejpfrutowy bezpośrednio po produkcji zawierał 37,0 mg witaminy C w 100 cm³, z czego 99% stanowił kwas L-askorbinowy.

W czasie magazynowania zawartość witaminy C podlegała wyraźnie zmniejszeniu, a ubytki zależały od warunków magazynowania. Najmniejsze straty obserwowano w nektarach przechowywanych w warunkach chłodniczych, gdyż wynosiły one 56%. W przypadku pozostałych nektarów przechowywanych w warunkach otoczenia (A) oraz komorach termostatowych (T1 i T2) ubytki były na zbliżonym poziomie i sięgały 89–91%. Kabasakalis i współpr. (15) oraz Klimczak i współpr. (16) wykazali, że spadek zawartości witaminy C podczas 6 miesięcznego składowania soku pomarańczowego w temperaturze pokojowej sięgał od 20 do 30%, podczas gdy w analizowanym doświadczeniu notowano spadek od 27 do 57%.

Poziom aktywności przeciwutleniającej w badanym nektarze przedstawiono w tab. II.

Bezpośrednio po otrzymaniu, wartość aktywności przeciwutleniającej 1 cm³ nektaru grejpfrutowego wynosiła 94 μmola TE względem kationorodnika ABTS i 12 μmola względem rodnika DPPH. W trakcie 12 miesięcy składowania we wszystkich nektarach aktywność przeciwutleniająca, niezależnie od metody pomiaru uległa istotnemu systematycznemu obniżeniu. Mniejsze zmiany aktywności przeciwutleniającej zanotowano względem rodnika DPPH niż kationorodnika ABTS. Największą dynamikę zmian obserwowano w ciągu pierwszych 3 miesięcy magazynowania, gdzie zanotowano obniżenie się aktywności przeciwutleniającej względem kationorodnika ABTS o 48–53% i względem rodnika DPPH o 2–10%. Po 12 miesiącach magazynowania aktywność przeciwutleniająca względem kationorodnika ABTS była mniejsza o 83–92%, a względem rodnika DPPH o 13–55%, niż oznaczona przed magazynowaniem. Najwyższą aktywność przeciwutleniającą zanotowano w nektarze przechowywanym w warunkach chłodniczych. Analiza korelacji liniowej wykazała dość silną zależność ($r = 0,70$) pomiędzy aktywnością przeciwutleniającą oznaczoną względem kationorodnikiem ABTS, a rodnikiem DPPH. Nie zanotowano zależności pomiędzy zawartością polifenoli ogółem, a aktywnością przeciwutleniającą oznaczoną zarówno wobec kationorodnika ABTS i rodnika DPPH.

Tabela II. Właściwości przeciwutleniające nektaru grejpfrutowego (w 100 cm³)Table II. Antioxidant properties of grapefruit beverage (in 100 cm³)

Parametr	Czas	Warunki przechowywania					Średnia
		nieprzechowywany	A temperatura (18–22°C), wilgotność otoczenia	C temperatura chłodnicza (6–8°C)	T1 komora termostatowa (25–31°C) wilgotność 25–35%	T2 komora termostatowa (39–40°C) wilgotność 15%	
Polifenole ogółem (mg)	0	48±0					48a
	3		36±6	43±2	35±3	36±2	37b
	6		37±5	44±1	34±1	40±1	39b
	9		37±4	56±4	42±6	44±4	45c
	12		40±4	59±1	42±6	43±3	46b,c
	Średnia	48a	37b	50a	38ba	37b	
Kwas L-askorbinowy (mg)	0	36,7±0,8					36,7a
	3		24,6±0,5	27,2±0,8	21,0±0,6	21,5±1,2	23,6b
	6		22,0±0,7	27,1±0,5	15,0±0,7	21,1±0,7	21,3c
	9		15,0±0,7	22,0±1,3	10,2±0,4	16,4±1,6	15,9d
	12		1,5±0,3	17,4±0,3	0,8±0,1	1,3±0,2	5,2e
	Średnia	36,7a	15,7b	23,4d	11,7c	15,7b	
Witamina C (mg)	0	37±0,5					37,0a
	3		28,4±0,8	28,6±0,7	21,7±1,0	23,8±0,4	25,6b
	6		22,5±0,6	27,5±0,5	16,2±1,3	22,4±0,4	22,1c
	9		16,0±0,8	25,4±0,7	11,5±1,0	18,2±1,0	17,7d
	12		3,5±0,8	20,7±0,6	3,2±0,2	4,2±0,2	7,9e
	Średnia	37,0a	17,6b	25,5d	13,1c	17,1b	
Aktywność przeciwutleniająca względem kationorodnika ABTS (μmol TE/1ml)	0	94±2					94a
	3		48±2	47±2	49±1	44±2	47b
	6		31±2	25±4	20±1	28±1	26c
	9		20±2	18±2	17±2	19±7	19d
	12		8±0	16±2	13±4	9±1	12e
	Średnia	94a	27b	27b	25b	25b	
Aktywność przeciwutleniająca względem rodnika DPPH (μmol TE/1ml)	0	12,0±0,2					12,0a
	3		11,5±2,0	11,8±1,0	10,8±0,3	11,0±0,3	11,3a
	6		8,0±0,4	11,4±0,3	6,9±1,3	8,8±1,1	8,8b
	9		8,7±1,3	11,0±0,7	6,0±0,3	8,8±0,8	8,8b
	12		8,1±0,8	10,5±0,6	5,4±0,2	8,5±0,8	8,1b
	średnia	12,0a	9,1b	11,3a	7,4c	9,3b	

Średnia ± odchylenie standardowe; a,b – najmniejsze istotne różnice między średnią kwadratów (przy $\alpha = 0,05$)

Barwa jest wskaźnikiem jakości, który jako pierwszy jest oceniany przez konsumenta. Występowanie niepożądanego barwy, zapachu i smaku jest głównym czynnikiem dyskwalifikującym soki owocowe (17, 18). Ze względu na rolę jaką odgrywa w ocenie produktów żywnościowych dąży się do obiektywnej jej oceny. W tym celu stosuje się różne systemy opisu parametrów barwy. Jednym z najczęściej stosowanych jest system CIE Lab: 1976, który jest wykorzystywany powszechnie do oceny barwy świeżych oraz przetworzonych owoców i warzyw (19).

Tabela III. Barwa nektaru grejfrutowego

Table III. Colour of grapefruit beverage

Parametr	Czas magazynowania	Warunki magazynowania					Średnia
		nieprzechowywany	A temperatura (18–22°C), wilgotność otoczenia	C temperatura chłodnicza (6–8°C)	T1 komora termostatowa (25–31°C), wilgotność 25–35%,	T2 komora termostatowa (39–40°C), wilgotność 15%	
L*	0	63,60±0,19					62,68a
	3		63,88±0,04	64,29±0,02	62,94±0,03	63,43±0,10	63,60a
	6		63,18±0,01	62,95±0,68	61,14±0,30	62,04±0,10	63,63b
	9		62,61±0,03	63,98±0,01	57,70±0,08	62,76±0,03	62,32b
	12		61,04±0,99	63,14±0,53	56,02±0,06	62,10±0,31	62,03c
	Średnia	62,23a	62,58b	63,60a	59,57c	63,59b	
a*	0	14,56±0,28					14,56a
	3		12,08±0,11	12,06±0,03	11,55±0,04	11,57±0,01	11,81b
	6		10,93±0,13	10,06±0,50	10,98±1,22	11,49±0,11	10,92c
	9		12,24±0,02	12,72±0,06	14,24±0,02	12,41±0,02	12,81d
	12		10,06±2,14	10,21±1,10	14,53±0,11	10,84±1,32	11,41b,c
	Średnia	14,56a	11,32b	11,34b	12,73c	11,58b	
b*	0	30,70±0,08					30,70a
	3		30,11±0,76	28,93±0,06	37,04±0,07	35,82±0,09	32,98b
	6		34,19±0,22	26,37±1,37	39,21±1,81	36,91±0,07	34,69c
	9		37,85±0,06	32,70±0,13	48,11±0,03	37,27±0,05	38,37d
	12		36,31±3,51	29,53±1,91	50,36±0,12	37,06±1,91	38,31d
	Średnia	30,70a	34,61b	29,58a	43,38c	36,76d	
c*	0	33,97±0,19					33,97a
	3		37,13±0,02	31,34±0,07	38,80±0,08	37,64±0,08	36,23b
	6		35,89±0,25	28,23±1,45	40,72±2,08	38,66±0,04	36,38b
	9		39,78±0,05	35,09±0,14	50,17±0,04	39,28±0,05	40,47c
	12		37,69±3,94	31,25±1,16	52,41±0,14	38,62±2,21	39,99c
	Średnia	33,97a	37,62b	31,69d	45,22c	38,55b	
h*	0	64,63±0,37					64,63a
	3		71,02±0,02	67,38±0,01	72,68±0,03	72,10±0,05	70,79b
	6		72,28±0,08	69,12±0,04	74,39±0,96	72,71±0,19	72,33c
	9		72,07±0,04	68,75±0,02	73,51±0,01	71,58±0,01	71,34d
	12		74,65±1,73	70,97±0,77	73,91±0,07	73,75±1,08	73,32e
	Średnia	64,63a	72,51b	69,05d	73,63c	72,53b	

Średnia ± odchylenie standardowe ; a,b – najmniejsze istotne różnice między średnią kwadratów (przy $\alpha = 0,05$)

Wartość poszczególnych parametrów barwy w nektarze grejfrutowym bezpośrednio po produkcji oraz w trakcie rocznego magazynowania przedstawiono w tab. III. W wyniku magazynowania przez okres 12 miesięcy nastąpiła zmiana wartości parametrów barwy. Parametr L* opisujący jasność nektaru uległ istotnemu zmniejszeniu podczas magazynowania w komorze termostatowej T2 i w warunkach otoczenia w stosunku do pozostałych. W wyniku składowania nektarów zanotowano niewielki spadek wartości parametrów L* świadczący o ciemnieniu nektaru, który w komorze chłodniczej wynosił 6%, a w warunkach otoczenia 2%. Podczas przechowywania

wywania wartość parametru a^* charakteryzującego barwę czerwoną uległa zmniejszeniu o 31% i o 30% odpowiednio dla prób przechowywanych w temperaturze otoczenia i komorze chłodniczej. W przypadku komór termostatowych zanotowano niewielki wzrost wartości parametru a^* . Natomiast udział barwy żółtej (parametr b^*) w nektarze grejpfrutowym uległ zwiększeniu o 20–64%, za wyjątkiem produktu magazynowanego w warunkach chłodniczych, bowiem w tym przypadku zanotowano spadek o 4%. Największy wzrost parametru b^* zanotowano w produkcie przechowywanym w komorze termostatowej T1 z początkowej wartości 30% do 50%. W czasie 12-miesięcznego magazynowania nektaru w różnych warunkach obserwowano wspólną tendencję przejawiającą się jako ciemnienie i przechodzenie barwy w kierunku odcieni brązu.

W badanych nektarach grejpfrutowych obserwowano zmiany parametrów barwy C^* i h^* , przy czym kierunek tych zmian był ściśle skorelowany ze zmianami wartości parametrów L^* , a^* i b^* , które stanowią podstawę do wyznaczenia wartości parametrów C^* i h^* .

Najmniejsze zmiany wartości parametrów barwy zanotowano w przypadku magazynowania produktu w komorze chłodniczej.

WNIOSKI

1. Magazynowanie nektaru grejpfrutowego przez 12 miesięcy nie wpłynęło istotnie na wartość podstawowych parametrów fizykochemicznych.

2. Roczny okres magazynowania doprowadził do wahanía zawartości polifenoli ogółem oraz obniżenia zawartości kwasu L-askorbinowego i witaminy C, a także aktywności przeciwutleniającej względem ABTS i względem DPPH.

3. W trakcie magazynowania zanotowano zmiany wszystkich ocenianych parametrów barwy (L^* , a^* , b^* , C^* , h^*).

4. 12-miesięczny okres magazynowania nektaru grejpfrutowego w warunkach chłodniczych (6–8°C), odpowiada okresowi 3-miesięcznego składowania nektaru w komorze termostatowej T1 (25–31°C) oraz 9-miesięcznego magazynowania w komorze termostatowej T2 (39–41°C) i w warunkach otoczenia (18–22°C).

G. Jaworska, E. Gwóźdź, K. Pogoń, M. Klimek

GRAPEFRUIT BEVERAGE QUALITY CHANGES DURING STORAGE

Summary

The aim of this study was to establish qualitative changes of commercial grapefruit beverage during storage. Product was stored for 12 months: in a cool chamber (6–8°C), at room temperature (18–22°C), in thermostatic chamber T1 (25–31°C) and in thermostatic chamber T2 (39–40°C). Quality was analysed after every three months of storage, including assessment of basic physical and chemical parameters (dry weight, total acidity, ash, polyphenols and vitamin C), antioxidant activity and colour.

The content of dry weight and ash and total acidity was not affected by 12 months of storage. In this case the significant decreases of total polyphenols (by 13–17%) were observed. From the other hand, the increases by 22% of mentioned above compounds were observed in the investigated beverage (stored in cool chamber). In all analyzed samples a decrease in content of vitamin C (56–91%) and in antioxidant

activity against ABTS (12-55%) and DPPH (13-55%) was observed. Changes were also observed in the value of colour parameters (L^* , a^* , b^*), with the least evident changes after storage in cool chamber and the most visible after storage in thermostatic chamber T1. Qualitative changes of grapefruit beverage during 12-month storage in the cool chamber were comparable to 9-month storage at room temperature and thermostatic chamber T2 and to 3 months storage in thermostatic chamber T1.

PIŚMIENNICTWO

1. Klimczak I., Malecka M.: Wpływ warunków przechowywania na profil związków polifenolowych i jakość sensoryczną wybranych soków cytrusowych. StatSoft Polska, 2008; 311-319. – 2. Kalisz S., Wolniak M.: Zmiany wybranych wyróżników jakościowych podczas przechowywania soków odtwarzanych z koncentratów. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007; 54(5): 203-212. – 3. Czapski J.: Wpływ procesów przetwórczych na właściwości antyoksydacyjne owoców i warzyw. Przem. Ferm. i Owoc. Warz., 2007; 51(4): 8-9. – 4. Oszmiański J.: Soki owocowe o wysokiej aktywności biologicznej. Przem. Ferm. i Owoc. Warz., 2007; 51(4): 12-16. – 5. Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B.: Składniki bioaktywne w żywności funkcjonalnej. Przem. Spoż., 2005; 59(4): 20-22. – 6. AOAC. Official Methods of the Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. (14thed) USA. Arlington, 1995. – 7. Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R.M.: Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Fohlin-Ciocalteu reagent. Meth. Enzymol., 1999; 299(1): 152-178. – 8. EN 14130. Foodstuffs – Determination of vitamin C by HPLC. European Committee for Standarization, Brussels, Belgium, 2003. – 9. Pekkarinen S.S., Stöckmann H., Schwarz K., Heinonen M., Hopia A.I.: Antioxidant activity and partitioning of phenolic acids in bulk and emulsified methyl linoleate. J. Agric. Food Chem., 1999; 47(4): 3036-3043. – 10. Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Ewans C.: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free Radic. Biol. Med., 1999; 26 (9-10): 1231-1237.
11. Zieliński H., Castillo M.D., Przygodzka M., Ciesarova Z., Kukurova K., Zielińska D.: Changes in chemical composition and antioxidative of rye ginger cakes during their shelf-life. Food Chem., 2012; 135(4): 2965-2973. – 12. Michalak-Majewska M., Żakiewicz-Sobczak W., Kalbarczyk J.: Ocena składu i właściwości soków owocowych preferowanych przez konsumentów. Bromat. Chem. Toksykol., 2009; 42(3): 836-841. – 13. Maćkowiak K., Torliński L.: Współczesne poglądy na rolę witaminy C w fizjologii i patologii człowieka. Now. Lek., 2007; 76(4): 349-356. – 14. Lebiedzińska A., Czaja J., Petrykowska K., Szefer P.: Soki i nektary owocowe źródłem witaminy C. Bromat. Chem. Toksykol., 2012; 45(3): 390-396. – 15. Kabasakalis V., Siopidou D., Mashatou E.: Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. Food Chem., 2000; 70(3): 325-328. – 16. Klimczak I., Malecka M., Szlachta M., Gliszczynska-Świgło A.: Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of storage juices. J. Food Comp. Anal., 2007; 20: 313-322. – 17. Peleg H., Naim M., Zehavi U., Rouseff R.L., Nagy S.: Pathways of 4-vinylguajacol formation from ferulic acid in model solution of orange juice. J. Agric. Food Chem., 1992; 40: 764-767. – 18. Shahidi F., Naczk M.: Phenolics in food and Nutraceuticals. CRC Press. LLC, 2004. – 19. Łysiak G., Florkowski W.J., Prussia S.E.: Dojrzałość zbiorcza i warunki przechowywania brzoskwiń. Hasło Ogrodnicze, 2005; 4: 72-74.

Adres: 30-149 Kraków, ul. Balicka 122

Anna Wrzodak, Maria Grzegorzewska

JAKOŚĆ SENSORYCZNA KAPUSTY PEKIŃSKIEJ W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA*

Zakład Przechowalnictwa i Przetwórstwa Warzyw
Instytutu Ogrodnictwa w Skierniewicach
Kierownik: prof. dr hab. R. Kosson

Przedmiotem badań była ocena sensoryczna kapusty pekińskiej wykonana metodą ilościowej analizy opisowej (QDA). Czynnikiem różnicującym było miejsce i sposób przechowywania. Kapusta pekińska odmiany „Bilko” F₁ przechowywana w normalnej atmosferze przewyższała wartościami smakowo-zapachowymi kapustę składowaną w warunkach kontrolowanej atmosfery. Kapusta pekińska składowana w warunkach produkcyjnych odznaczała się lepszą jakością sensoryczną pod względem większości wyróżników smakowo- zapachowych w porównaniu do kapusty przechowywanej w warunkach laboratoryjnych.

Hasła kluczowe: ocena sensoryczna, kapusta pekińska, metoda ilościowej analizy (QDA), przechowywanie, kontrolowana atmosfera.

Key words: sensory analysis, Chinese cabbage, *Quantitative Descriptive Analysis* method, storage, controlled atmosphere.

W Polsce jednym z ważniejszych żywieniowo gatunkiem z rodziny kapustowatych jest kapusta pekińska (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis*). Jest ona bogatym źródłem składników odżywczych wpływających korzystnie na organizm człowieka. Zawiera glukozynolany, flawonoidy, karotenoidy, witaminy z grupy B, witaminę C (27 mg·100 g⁻¹), witaminy K, H, i U. Niski udział tłuszczów i cukrów powoduje, że jest produktem niskokalorycznym (1, 2, 3, 4).

Popularność kapusty pekińskiej w Polsce rośnie z roku na rok, głównie z powodu zalet smakowych i możliwości wykorzystania jej jako podstawowy składnik surówek w miesiącach zimowych.

Trwałość przechowalnicza kapusty pekińskiej jest zależna od warunków klimatycznych panujących w okresie tworzenia się i dojrzewania główek, dojrzałości fizjologicznej główek w czasie zbioru, odmiany oraz warunków przechowywania (5). Przy zachowaniu optymalnych warunków przechowywania, kapustę pekińską można składować przez okres od 3 do 5 miesięcy. Zastosowanie kontrolowanej atmosfery (KA) oraz odpowiedniej wilgotności względnej powietrza pozwala wydłużyć okres

* Praca została wykonana w ramach Programu Wieloletniego „Rozwój zrównoważonych metod produkcji ogrodniczej w celu zapewnienia wysokiej jakości biologicznej i odżywczej produktów ogrodniczych oraz zachowania bioróżnorodności środowiska i ochrony jej zasobów”, finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi.

przechowywania kapusty pekińskiej o kolejne 2 miesiące, ponieważ w KA następuje zahamowanie żółknięcia liści zewnętrznych i wysychania główek kapusty (6, 7).

W czasie przechowywania następuje pogorszenie jakości oraz spadek zawartości związków odżywczych. Jednak produkt po przechowaniu powinien odpowiadać wymogom handlu i być atrakcyjny dla konsumentów. Konsumenti kupując kapustę kierują się głównie wyglądem główek, barwą liści i ewentualnie zapachem.

Analiza sensoryczna warzyw świeżych i przechowywanych jest niezwykle istotnym elementem potwierdzającym ich przydatność do handlu. Do dokładnego scharakteryzowania właściwości sensorycznych warzyw najczęściej wykorzystuje się metodę ilościowej analizy opisowej – QDA (*Quantitative Description Analysis*) (8). W metodzie tej zakłada się, że smakowitość nie jest pojedynczym atrybutem jakości sensorycznej, lecz kompleksem wielu pojedynczych cech (wyróżników), oddzielnie ocenianych pod względem ich jakości oraz natężenia (9).

Podjęto badania, których celem było określenie wpływu miejsca przechowywania (warunki produkcyjne i laboratoryjne) oraz warunków składowania (normalna i kontrolowana atmosfera) na jakość sensoryczną kapusty pekińskiej.

MATERIAŁ I METODY

Kapusta pekińska odmiany „Bilko”F₁ była uprawiana i przechowywana w warunkach produkcyjnych w Rowiskach. Równolegle drugą partię materiału roślinnego przechowywano w warunkach laboratoryjnych w chłodni doświadczalnej IO w Skierniewicach. Kapustę składowano w komorach chłodniczych przez okres 5-ciu miesięcy zachowując temp. przechowywania na poziomie 2°C w obu lokalizacjach.

W drugim doświadczeniu przechowywano kapustę pekińską w miejscowości Lubików k/Sannik w warunkach kontrolowanej atmosfery oraz w Skierniewicach (chłodnie IO) w normalnej atmosferze (NA) i kontrolowanej atmosferze (KA). W obu lokalizacjach główki kapusty pekińskiej przechowywano w KA zawierającej 2%CO₂–2%O₂ w temp. 1–1,5°C przez 3 miesiące.

Do oceny sensorycznej kapusty pekińskiej zastosowano metodę analizy opisowej QDA, zgodnie z procedurą ujętą normą PN-ISO 11035 (10). Przy wyborze wyróżników (charakterystycznych cech zapachowo-smakowych) brała udział grupa 10 ekspertów, o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej – zespół przeszkolony w technikach ocen. Grupa ekspertów wytypowała listę 9 wyróżników jakościowych dla kapusty pekińskiej. Intensywność każdego wyróżnika oceniano na ciągłej skali graficznej w przedziale od 0 do 10 cm długości, oznaczonej odpowiednimi określeniami brzegowymi. Wszystkie oceny wykonano w dwóch sesjach powtórzeniowych dla każdego układu ocen.

Oceny profilowe przeprowadzono w laboratorium sensorycznym, spełniającym wszystkie wymagania określone normą PN-ISO 8589 (Analiza sensoryczna – Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej) (11), na indywidualnych 6 stanowiskach oceny, za pomocą skomputeryzowanego programu ANALSENS przystosowanego do przygotowania testów, zapisu ocen indywidualnych oraz statystycznej obróbki wyników. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach. Wyniki

analizowano za pomocą jednoczynnikowej analizy wariancji w modelu blokowym, traktując sesję jako bloki w programie *Statistica*. Porównania wielokrotne średnich wykonano za pomocą procedury Tukey'a. Analizy wykonano na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Wyróżniki jakości sensorycznej zastosowane w ocenie kapusty pekińskiej:

- zapach surowej kapusty pekińskiej, zapach ostry, zapach obcy (niewyczuwalny – bardzo intensywny);
- twardość liści (miękkie – twarde);
- chrupkość liści (mało chrupkie – bardzo chrupkie);
- smak surowej kapusty pekińskiej: ostry, gorzki, obcy (niewyczuwalny – bardzo intensywny);
- ocena ogólna jakości (zła – bardzo dobra).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Zestawienie wyników średnich z oceny profilowej kapusty pekińskiej, na podstawie przyjętych deskryptorów jakości, zostały przedstawione odpowiednio w tab. I i II.

Wyróżniki jakości sensorycznej kapusty pekińskiej dotyczące zapachu, tekstury i smaku wybrane przez panel sensoryczny w tym doświadczeniu były podobne do zastosowanych wyróżników w pracy Gajewskiego (12).

Analiza sensoryczna liści kapusty pekińskiej odmiany „Bilko”F₁ wykazała istotny wpływ miejsca przechowywania na uzyskane noty poszczególnych wyróżników jakości. Liście kapusty pekińskiej oceniane bezpośrednio po zbiorze odznaczały się istotnie wyższą twardością i chrupkością, większą intensywnością smaku i zapachu typowego dla kapusty pekińskiej, zapachu i smaku ostrego oraz wyższymi notami oceny ogólnej jakości, w porównaniu do kapusty ocenianej po przechowaniu. Kapusta pekińska przechowywana w miejscowości Rowiska została oceniona wyżej pod względem intensywności zapachu i smaku typowego dla kapusty pekińskiej, liście były bardziej twarde i chrupkie, ponadto uzyskała wyższe noty oceny ogólnej jakości w porównaniu do kapusty przechowywanej w Skierniewicach (tab. I). Wpływ na niższe noty oceny ogólnej jakości kapusty pekińskiej przechowywanej w Skierniewicach mogła mieć wysoka intensywność zapachu obcego zidentyfikowanego jako zapach „stęchły”, „piwniczny”.

Wyniki analizy sensorycznej wskazują na wyższą jakość smakowo-zapachową próbek kapusty składowanej w warunkach normalnej niż kontrolowanej atmosfery (tab. II). Po 3 miesiącach przechowywania kapusta pekińska przechowywana w normalnej atmosferze uzyskała najwyższe noty oceny ogólnej jakości (7,57 j.u.) w porównaniu do główek przechowywanych w KA w obu lokalizacjach (odpowiednio KA Lubików 6,47 j.u. i KA Skierniewice 6,69 j.u.). Najwyższą intensywnością smaku i zapachu typowego dla kapusty pekińskiej odznaczały się główki kapusty składowane w warunkach normalnej atmosfery. Zapach obcy określony przez panel sensoryczny jako „stęchły”, „przechowalniczy” był najbardziej intensywny w kapuście przechowywanej w miejscowości Lubików w warunkach kontrolowanej atmosfery (0,58 j.u.).

Tabela I. Zestawienie wyników średnich z oceny profilowej kapusty pekińskiej odmiany „Bilko”F₁ na podstawie przyjętych wyróżników jakości. Wartości średnie z 12 wyników jednostkowych, wyrażone w jednostkach umownych – j.u. (skala 0–10).

Table I. Summary of the average results of the assessment of profile of Chinese cabbage cv. 'Bilko'F₁ based on accepted quality descriptors. The mean values of 12 individual results expressed in arbitrary units (scale of 0-10).

Wyróżniki jakości	Przed przechowaniem	Miejsce przechowania	
		Skierniewice	Rowiska
Zapach:			
1. Kapusty	6,52 ^b	5,72 ^a	6,04 ^a
2. Ostry	2,20 ^a	1,89 ^a	2,09 ^a
3. Obcy	0 ^a	0,17 ^b	0,03 ^a
Tekstura:			
4. Twardość	6,62 ^b	6,05 ^a	6,40 ^b
5. Chrupkość	6,67 ^b	6,17 ^a	6,19 ^a
Smak:			
6. Kapusty	7,24 ^b	6,56 ^a	6,72 ^a
7. Ostry	1,98 ^b	1,34 ^a	1,74 ^a
8. Gorzki	0,64 ^b	0,33 ^a	0,31 ^a
9. Obcy	0 ^a	0 ^a	0,02 ^a
Ocena ogólna jakości	7,27 ^b	6,67 ^a	6,79 ^a

Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach dla przechowywania nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a na poziomie istotności $p=0,05$; Warunki przechowywania: temp. 2°C oraz wilgotność względna powietrza na poziomie 95%, przez 5 miesięcy.

Tabela II. Zestawienie wyników średnich z oceny profilowej kapusty pekińskiej odmiany „Bilko”F₁ na podstawie przyjętych wyróżników jakości. Wartości średnie z 12 wyników jednostkowych, wyrażone w jednostkach umownych – j.u. (skala 0–10).

Table II. Summary of the average results of the assessment of profile of Chinese cabbage cv. "Bilko"F₁ based on accepted quality descriptors. The mean values of 12 individual results expressed in arbitrary units (scale of 0-10).

Wyróżniki jakości	Przed przechowaniem	Miejsce i sposób przechowania		
		KA Lubików	NA Skierniewice	KA Skierniewice
Zapach:				
1. Kapusty	6,13 ^a	5,66 ^a	6,43 ^a	5,97 ^a
2. Ostry	2,07 ^b	0,48 ^a	0,45 ^a	0,47 ^a
3. Obcy	0 ^a	0,58 ^a	0 ^a	0,20 ^a
Tekstura:				
4. Twardość	6,69 ^a	6,94 ^a	6,95 ^a	6,25 ^a
5. Chrupkość	6,85 ^{ab}	6,67 ^{ab}	7,10 ^b	6,09 ^a
Smak:				
6. Kapusty	7,05 ^a	6,85 ^a	7,37 ^a	6,85 ^a
7. Ostry	1,67 ^b	0,60 ^a	0,74 ^a	0,39 ^a
8. Gorzki	0 ^a	0,01 ^a	0,02 ^a	0,26 ^a
9. Obcy	0 ^a	0 ^a	0 ^a	0 ^a
Ocena ogólna jakości	7,18 ^{ab}	6,47 ^a	7,57 ^b	6,69 ^a

Średnie oznaczone tą samą literą w kolumnach dla przechowywania nie różnią się istotnie wg testu Tukey'a na poziomie istotności $p=0,05$; Warunki przechowywania: KA; 2%CO₂–2%O₂, 1–1,5°C i 95% wilgotności, przez 3 miesiące, NA; temp. 1–1,5°C oraz wilgotność względna powietrza na poziomie 95%.

Uzyskane wyniki nie potwierdzają w pełni doniesień *Adamickiego* i *Gajewskiego* (6), oraz *Adamickiego* i *Czerko* (5), że przechowywanie kapusty pekińskiej w warunkach kontrolowanej atmosfery pozwala na przedłużenie okresu jej składowania. W przeprowadzonych badaniach w KA nastąpił szybszy spadek jakości sensorycznej kapusty pekińskiej niż w warunkach normalnej atmosfery. Wybór odmiany kapusty pekińskiej do doświadczenia jest uzasadniony badaniami prowadzonymi przez *Rooster* (13) i *Adamickiego* i *Gajewskiego* (6), którzy wskazują odmianę „Bilko”F₁ jako odpowiednią do długotrwałego przechowywania.

WNIOSKI

1. Kapusta pekińska przed przechowaniem odznaczała się większą intensywnością wszystkich wyróżników jakości sensorycznej w porównaniu do kapusty obiektów przechowywanych przez okres pięciu miesięcy.
2. Kapusta pekińska przechowywana w normalnej atmosferze przewyższała wartościami smakowo-zapachowymi kapustę składowaną w warunkach kontrolowanej atmosfery. Kapusta pekińska po przechowaniu w warunkach NA odznaczała się istotnie większą intensywnością zapachu i smaku typowego dla kapusty i uzyskała wyższe noty oceny ogólnej jakości w porównaniu do kapusty składowanej w KA.
3. Jakość sensoryczna kapusty pekińskiej przechowywanej w warunkach produkcyjnych była wyższa w porównaniu do kapusty składowanej w warunkach laboratoryjnych.

A. Wrzodak, M. Grzegorzewska

SENSORY QUALITY OF CHINESE CABBAGE DEPENDING ON THE STORAGE CONDITIONS

Summary

The sensory quality of Chinese cabbage cv. ‘Bilko’F₁ before and after three months of storage at normal (NA) and controlled atmosphere (CA) was examined. Quality of the cabbage was evaluated by trained assessors, using the quantitative descriptive analysis (QDA). Nine descriptors selected by a panel of experts were used to describe the sensory quality of Chinese cabbage. The results of the investigations showed that Chinese cabbage after storage in normal atmosphere was higher in flavour than cabbage stored at controlled atmosphere conditions. Chinese cabbage stored in NA received the highest overall score because of the high intensity of its smell and taste.

PIŚMIENNICTWO

1. *Bartoszek A., Forc A., Grześkowiak J.*: Antioxidative properties of some vegetable products traditional for diets in Central Europe. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2002; 11/52: 67-70. – 2. *Sikorska-Zimny K.*: Składniki prozdrowotne w warzywach kapustnych. *Nowości Warzywnicze*, 2010; 51: 51-63. – 3. *Cieślak E.*: Prozdrowotne właściwości warzyw. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 2009; 539: 87-97. – 4. *Kusznierewicz B., Piasek A., Lewandowska J., Śmiechowska A., Bartoszek A.*: Właściwości przeciwnowotworowe kapusty białej. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007; 6(55): 20-34. – 5. *Adamicki F., Czerko Z.*: Przechowywalność warzyw i ziemniaka, 2002; PWRiL. Poznań. – 6. *Adamicki F., Gajewski M.*: Effect of controlled atmosphere on the storage of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L.

var. *pekinensis* (Lour.) Olsson). Veg. Crops Res. Bull., 1999; 50: 61-70. – 7. Porter K.L., Kleber A., Collins G.: Chilling injury limits low temperature storage of ‘Yuki’ Chinese cabbage. Postharvest Biol. Technol. 2003; 28: 153-158. – 8. Meilgaard M., Civille G.V., Carr B.T. 1999: Sensory Evaluation Techniques. 3rd ed., CRC Press, Boca Raton London. – 9. Barylko-Pikielna N., Matuszewska I.: Sensoryczne badania żywności. Podstawy-Metody-Żywności. 2009. Wyd. Naukowe PTTŻ, Kraków. – 10. PN-ISO 6564:1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości.

11. PN-ISO 8589:1998. Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej. – 12. Gajewski M.: Modeling of sensory quality of Chinese cabbage cultivars (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis* (Lour.) Olsson). Veg. Crops Res. Bull., 2004; 60: 97-105. – 13. Rooster de L.: Chinese cabbage. Storage trial: new development. Proeftuinnieuws, 1999; 9: 17-18.

Adres: 96-315 Skierniewice, ul. Konstytucji 3-go Maja 1/3.

Maciej Bilek, Sabina Lachowicz¹, Janina Kaniuczak²

ZAWARTOŚĆ ANIONÓW NIEORGANICZNYCH W WODZIE PITNEJ UJĘĆ INDYWIDUALNYCH Z TERENU PODKARPACIA

Wydziałowe Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia
Rolniczego, Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik: prof. dr hab. inż. *J. Kaniuczak*

¹ Katedra Technologii i Oceny Jakości Produktów Roślinnych
Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik: dr hab. prof. UR *A. P. Kuczyński*

² Katedra Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii
Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik : prof. dr hab. inż. *J. Kaniuczak*

Celem pracy było oszacowanie zawartości anionów nieorganicznych w próbkach wody przeznaczonej do spożycia, pobranych z użytkowanych na co dzień tradycyjnych studni kopanych oraz studni wierconych z terenu Podkarpacia, które nie są objęte nadzorem organów Państwowej Inspekcji Sanitarnej. Zastosowana metoda chromatografii jonowej umożliwiła jednoczesną ocenę stężeń czterech anionów nieorganicznych, dla których normy przekazuje aktualne rozporządzenie ministra zdrowia określające jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Słowa kluczowe: woda pitna, chromatografia jonowa, aniony nieorganiczne.
Key words: drinking water, ion chromatography, inorganic anions.

Chromatografia jonowa jest jedną z odmian wysokosprawnej chromatografii cieczowej. Najczęściej wykorzystywana jest do oznaczania nieorganicznych i organicznych jonów w wodach, m.in. w wodzie pitnej. Chromatografia jonowa ma również zastosowanie w rolnictwie, galwanotechnice, badaniach produktów żywnościowych, materiałów biologicznych, analizie farmaceutycznej oraz w ocenie stopnia czystości odczynników (1, 2, 3, 4, 5, 6).

Woda jest bardzo ważnym składnikiem środowiska w którym bytuje człowiek, warunkującym przebieg wszystkich procesów życiowych. W przyrodzie nigdy nie występuje ona jako substancja czysta. W jej skład wchodzi wiele rozpuszczalnych związków chemicznych, a także substancji występujących w postaci zawiesin, czy koloidów (7).

Za monitoring jakości wody przeznaczonej do spożycia przez człowieka odpowiada w Polsce Państwowa Inspekcja Sanitarna. Jej organy egzekwują normy określone w aktualnym rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. „Zmieniającym rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi”. Według tego aktu prawnego „woda jest bezpieczna dla

organizmu człowieka, jeżeli jest wolna od mikroorganizmów chorobotwórczych i pasożytów w liczbie stanowiącej potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego, wszelkich substancji w stężeniach stanowiących potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego oraz nie ma agresywnych właściwości korozyjnych” i spełnia wymagania mikrobiologiczne i chemiczne, opisane szczegółowo w załącznikach do rozporządzenia (8, 9).

W województwie podkarpackim nadzór nad jakością wody pitnej sprawowany jest przez Państwowego Granicznego Inspektora Sanitarnego w Przemyślu, Podkarpackiego Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego oraz dwudziestu państwowych powiatowych inspektorów sanitarnych. Wodociągi komunalne w takich miastach jak: Rzeszów, Przemyśl, Mielec, Dębica, Krosno, Jasło, Jarosław, Ustrzyki Dolne i Sanok zasilane są wodą, która pochodzi z ujęć powierzchniowych. W powiatach leżących na północy województwa mieszkańcy korzystają z wody dostarczonej przez duże wodociągi sieciowe, zlokalizowane poza zabudowaniami odbiorców, zaopatrujące ludność, bądź też zakłady produkcyjne. Natomiast w powiatach położonych w południowej części województwa, mieszkańcom dostarczana jest woda z dużej liczby wodociągów różnych przedsiębiorstw wodociągowych. Wytwarzają one niewielką ilość wody, która jest często niestabilna pod względem cech organoleptycznych i chemicznych. Dlatego też wiele przedsiębiorstw wodociągowych realizuje prace związane z ulepszaniem technologii uzdatniania wody pitnej, a nawet budową nowych odcinków wodociągów. Monitoring jakości wody powierzchniowej przeznaczonej do spożycia, prowadzony jest co roku przez Państwową Inspekcję Sanitarną (PIS), częściej natomiast przedsiębiorstwa wodociągowe przeprowadzają wewnętrzne kontrole jakości wody. Ilość takich kontroli ustalana jest indywidualnie przez dane firmy i w zależności od potrzeb (8, 10).

Zgodnie z rozporządzeniami Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi” oraz z dnia 20 kwietnia 2010 r. „Zmieniającym rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” prywatne ujęcia wody pitnej nie podlegają kontroli przez organy PIS z wyłączeniem wody wykorzystywanej do działalności handlowej lub publicznej oraz tych indywidualnych ujęć wodnych, które zaopatrują co najmniej 50 osób lub które dostarczają co najmniej średnio 10 m³ wody w ciągu doby (8).

Celem badań było oszacowanie zawartości czterech wybranych anionów nieorganicznych w próbkach wody pitnej, pobranej z siedmiu użytkowanych na co dzień tradycyjnych studni kopanych i siedmiu studni wierconych, zaopatrujących pojedyncze gospodarstwa.

MATERIAŁY I METODY

Próbki pochodziły z terenu całego województwa podkarpackiego i niezwłocznie po pobraniu w maju 2013 r. poddawane były analizie w Wydziałowym Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Rolniczego.

Analizę chromatograficzną poprzedzało półgodzinne odgazowywanie próbek na płuczce ultradźwiękowej i przesączenie ich przez filtr strzykawkowy MCE o średnicy porów 0,45 µm. Do analiz stosowano chromatograf jonowy Dionex ICS 1000,

sterowany przez program Chromeleon w wersji 6.8. Roztwór wzorcowy, zawierający siedem anionów, pochodził z firmy Thermo Scientific. Fazę ruchomą sporządzono rozcieńczając stukrotnie roztwór wyjściowy węglanu i wodorowęglanu sodu ($0,8 \text{ mol/dm}^3 \text{ Na}_2\text{CO}_3/0,1 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaHCO}_3$) firmy Thermo Scientific, dedykowany kolumnie analitycznej AS 14A. Stosowano przepływ izokratyczny o natężeniu strumienia fazy ruchomej wynoszącym $1 \text{ cm}^3/\text{min}$. Objętość dozowanych próbek wynosiła $25 \mu\text{l}$. Rozdział chromatograficzny prowadzono na kolumnie analitycznej IonPack AS 14A wraz z kolumną ochronną AS 14G firmy Thermo Scientific. Kolumnę termostatowano w temp. 30°C . Stosowano detekcję konduktometryczną, a temp. celki pomiarowej wynosiła 35°C . Do tłumienia przewodnictwa fazy zastosowano supresor ASRS-4 mm. Częstotliwość szczytywania danych ustalono na 5.0 Hz . Chromatogramy opracowywano w programie Chromeleon 6.8.

Analizę zawartości anionów nieorganicznych prowadzono w oparciu o własną, zwalidowaną procedurę analityczną. Specyficzność metody została potwierdzona poprzez porównanie czasów retencji pików uzyskanych dla badanych próbek z czasami retencji wzorców: chlorków, azotanów (III), siarczanów (VI) i azotanów (V). Określona została liniowość odpowiedzi detektora na zadane stężenia roztworów wzorcowych w zakresie od $5,0$ do $100,0 \text{ mg/dm}^3$ dla badanych anionów – chlorków, azotanów (III), siarczanów (VI) i azotanów (V). Precyzję opisaney metody analitycznej potwierdzano poprzez trzykrotne powtarzanie nastrzyku zestawu wzorców i każdej z próbek. Każdą serię analiz poprzedzało wykonanie kalibracji z użyciem zestawu wzorców siedmiu anionów nieorganicznych w tym chlorków, azotanów (III), siarczanów (VI) oraz azotanów (V) i wykreślenie pięciopunktowej krzywej kalibracyjnej.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Stężenia anionów nieorganicznych w próbkach wody pitnej, pobranej z siedmiu użytkowanych na co dzień tradycyjnych studni kopanych i siedmiu studni wierconych zestawiono w tab. I i II.

Tabela I. Zawartość anionów nieorganicznych w próbkach wody ze studni wierconych

Table I. Content of inorganic anions in the samples taken from the drilled wells

Nazwa próbki	Chlorki ($n=3$) (mg/dm^3) $\pm \text{SD}$	Azotany (V) ($n=3$) (mg/dm^3) $\pm \text{SD}$	Siarczany (VI) ($n=3$) (mg/dm^3) $\pm \text{SD}$
Studnia 1	$69,08 \pm 0,078$	$56,40 \pm 0,098$	$84,89 \pm 0,070$
Studnia 2	$57,50 \pm 0,102$	$60,57 \pm 0,138$	$17,77 \pm 0,067$
Studnia 3	$13,63 \pm 0,010$	$34,59 \pm 0,034$	$40,87 \pm 0,260$
Studnia 4	$13,66 \pm 0,118$	$11,02 \pm 0,028$	$44,55 \pm 0,038$
Studnia 5	$6,66 \pm 0,046$	$7,97 \pm 0,083$	$23,86 \pm 0,072$
Studnia 6	$6,08 \pm 0,009$	$7,87 \pm 0,040$	$23,49 \pm 0,065$
Studnia 7	$9,28 \pm 0,049$	$20,31 \pm 0,052$	$23,33 \pm 0,083$

Tabela II. Zawartość anionów nieorganicznych w próbkach wody ze studni kopanych

Table II. Content of inorganic anions in the samples taken from the dug wells

Nazwa próbki	Chlorki (n=3) (mg/dm ³) ± SD	Azotyny (III) (n=3) (mg/dm ³) ± SD	Azotany (V) (n=3) (mg/dm ³) ± SD	Siarczany (VI) (n=3) (mg/dm ³) ± SD
Studnia 1	32,35 ± 0,062	8,25 ± 0,012	56,59 ± 0,083	79,30 ± 0,062
Studnia 2	42,62 ± 0,010	–	–	76,44 ± 0,020
Studnia 3	14,11 ± 0,072	–	83,67 ± 0,026	89,79 ± 0,010
Studnia 4	8,12 ± 0,049	–	10,21 ± 0,070	37,64 ± 0,046
Studnia 5	23,45 ± 0,026	–	30,72 ± 0,015	58,32 ± 0,049
Studnia 6	11,98 ± 0,080	–	8,67 ± 0,043	44,09 ± 0,124
Studnia 7	16,52 ± 0,130	–	13,19 ± 0,036	37,31 ± 0,023

W próbkach wody pobranych z siedmiu użytkowanych na co dzień tradycyjnych studni kopanych stwierdzono obecność jonów chlorkowych, azotanowych (III) i (V) oraz siarczanowych (VI). Najwyższe stężenie azotanów (V) występowało w studni nr 3 i wynosiło 83,67 mg/dm³. Stężenie najniższe odnotowano w próbce pochodzącej ze studni nr 6 (8,67 mg/dm³). W wodzie ze studni nr 2 nie odnotowano obecności tego anionu. Najwyższa zawartość chlorków była w studni nr 2 i wynosiła 42,62 mg/dm³, zaś najniższa w studni nr 4 i wynosiła 8,12 mg/dm³. Azotany (III) stwierdzono jedynie w studni nr 1. Odnotowane stężenie wyniosło 8,25 mg/dm³. Największe stężenie siarczanów (VI) stwierdzono w studni nr 3 (89,79 mg/dm³), a więc tej samej, w której odnotowano najwyższe stężenie azotanów (V). Najniższe stężenie siarczanów (VI) stwierdzono w studni nr 7 i wynosiło ono 37,31 mg/dm³.

Natomiast w próbkach wody pobranych ze studni wierconych zidentyfikowano wyłącznie obecność jonów chlorkowych, azotanowych (V) i siarczanowych (VI). Najwyższe stężenie azotanów (V) występowało w próbce ze studni nr 2 (60,57 mg/dm³, a najniższe w próbce studni nr 6 (7,87 mg/dm³). Największe stężenie chlorków odnotowano w próbce studni nr 1 (69,08 mg/dm³), a najniższe w próbce studni nr 6 (6,08 mg/dm³). Najwyższe stężenie siarczanów (VI) występowało w próbce studni nr 1 (84,89 mg/dm³), a najniższe w próbce studni nr 2 (17,77 mg/dm³).

Średnie stężenie azotanów (V) i siarczanów (VI) w tradycyjnych studniach kopanych było wyższe (i wynosiło odpowiednio 29,01 mg/dm³ i 60,41 mg/dm³), niż w próbkach ze studni wierconych (28,39 mg/dm³ i 36,97 mg/dm³). Natomiast średnia zawartość chlorków była wyższa w próbkach ze studni wierconych (25,13 mg/dm³), niż z tradycyjnych studni kopanych (21,3 mg/dm³).

W Polsce aktualne wymagania, dotyczące wody pitnej, określone są w rozporządzeniu ministra zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. „Zmieniającym rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” (tj. rozporządzenie z dnia 29 marca 2007 „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi”). Stężenia poszczególnych jonów nie powinny przekraczać norm podanych w wyżej wymienionym rozporządzeniu i jego załącznikach. Zawartość azotanów (V) nie powinna przekraczać 50 mg/dm³, azotanów (III) 0,5 mg/dm³, zaś chlorków i siarczanów (VI) 250 mg/dm³ (8, 9, 11).

W badanych próbkach wody, pobranych ze studni wierconych nr 1 i nr 2 oraz z użytkowanych na co dzień tradycyjnych studni kopanych nr 1 i nr 3, stężenia azotanów przekroczyły normę 50 mg/dm^3 i wyniosły odpowiednio: 56,4; 60,57; 56,59 oraz $83,67 \text{ mg/dm}^3$. Ponadto, w wodzie z kopanej studni nr 1 odnotowano równoległe do przekroczenia normy dla azotanów (V) ponad szesnastokrotne przekroczenie ponad normę (czyli $0,5 \text{ mg/dm}^3$) stężenia azotanów (III). Wyniosło ono $8,25 \text{ mg/dm}^3$. Zatem na czternaście badanych próbek wody pitnej cztery nie spełniały wymogów precyzowanych przez ustawodawcę dla anionów nieorganicznych (8, 9). Przekroczenia dopuszczalnych norm dotyczą azotanów (III) i (V), które mogą pojawić się w wodzie pitnej m.in. poprzez zanieczyszczenie ściekami komunalnymi i bytowo-gospodarczymi, a także na skutek skażenia studni spływem z pól nawożonych nawozami azotowymi. Przy stałej ekspozycji na stężenia przekraczające dopuszczalne normy dla wody pitnej, azotany (III) i (V) są szkodliwe dla organizmu człowieka, wywołując m.in. methemoglobinemię i będąc prekursorami rakotwórczych nitrozwiązków (11, 12, 13, 14, 15).

WNIOSKI

1. Stężenia azotanów (V), przekraczające normę 50 mg/dm^3 , odnotowano w próbkach wody z dwóch tradycyjnych studni kopanych i dwóch studni wierconych.
2. W przypadku jednej wody ze studni kopanej stwierdzono znaczne przekroczenie ponad normę stężenia azotanów (III), podczas gdy w próbkach ze studni wierconych nie stwierdzono obecność tych jonów.
3. W przypadku chlorków i siarczanów, zarówno w wodach z tradycyjnych studni kopanych, jak i w wodach ze studni wierconych, nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych norm.
4. Chromatografia jonowa jest wszechstronną i czułą metodą analityczną, pozwalającą na jednoczesną analizę kilku anionów, zawartych w rozporządzeniach dotyczących jakości wody pitnej.

M. Bilek, S. Lachowicz, J. Kaniuczak

CONTENT OF INORGANIC ANIONS IN THE SAMPLES COLLECTED FROM THE PRIVATE WATER INTAKES IN THE AREA OF PODKARPACIE REGION

Summary

The aim of this study was to assess content of some inorganic anions in the drinking water samples collected from the private water intakes. Under Polish law, they are not subject to the supervision by the State Sanitary Inspection. The samples were collected from the area of Podkarpacie region. Seven drilled and seven dug wells were examined. We analyzed the content of inorganic anions using ion chromatography system Dionex 1000. Ion chromatography method allowed the simultaneous evaluation of four inorganic anions, nitrites, nitrates, chlorides and sulfates, covered by the standards specified in the Minister of Health Regulation of 2007 and 2010. Concentrations of nitrates exceeding the value of 50 mg l^{-1} specified by the standard was found in the samples of water collected from two dug wells (56.59 mg l^{-1} and 83.67 mg l^{-1} , respectively) and two drilled wells (56.4 mg l^{-1} and 60.57 mg l^{-1} , respectively). In one drinking water sample collected from the dug well, the concentration of nitrites was 8.25 mg l^{-1} , i.e. significantly higher than the value of 0.5 mg l^{-1} specified by the standard. For chlorides and sulfates, both in drilled and dug wells, the value of 250 mg l^{-1} specified in the standard was not exceeded.

PIŚMIENNICTWO

1. *Bilek M., Stawarczyk M., Stepień A., Pieniążek M.*: Analiza wybranych parametrów jakościowych i zdrowotnych win wytrawnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2013; 44(4): 440-448. – 2. *Bilek M., Stawarczyk K., Kaniuczak J.*: Fluorki w wybranych herbatach ekspresowych. *Zesz. Nauk. Pol.-Wsch. Oddz. PTIE i PTG Oddział w Rzeszowie*, 2013; 16: 7-12. – 3. *Bilek M., Strzemiński M., Pieniążek R., Kaniuczak J.*: Ocena zawartości anionów nieorganicznych w meteorytach metodą chromatografii jonowej. *Zesz. Nauk. Pol.-Wsch. Oddz. PTIE i PTG Oddział w Rzeszowie*, 2013; 16: 13-18. – 4. *Michalski R.*: Chromatografia jonowa. Podstawy i zastosowania. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne Warszawa 2005: 7-21, 77-130. – 5. *Michalski R., Lyko A.*: Zastosowania nowoczesnych metod i technik instrumentalnych w analityce środowiskowej. III Ogólnopolski Kongres Inżynierii Środowiska. Politechnika Lubelska Wydział Inżynierii Środowiska. Lublin 2009: 157-163. – 6. *Michalski R.*: Różne oblicza chromatografii jonowej. *Michalski R. (red.): Chromatografia jonowa. Stan obecny i Perspektywy Rozwojowe. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Zabrze* 2009: 7-38. – 7. *Piasecka-Kwiatkowska D., Zielińska-Dawidziak M.*: Chemiczna ocena jakości wody. Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu Poznań 2010: 2-6. – 8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007. W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. – 9. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 kwietnia 2010. Zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. – 10. *Nowak J., Rybak T.*: Jakość wód powierzchniowych wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności w wodę przeznaczoną do spożycia w województwie podkarpackim wg badań wykonanych w latach 2007-2011. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Rzeszowie Rzeszów 2012: 6-14.
11. *Gierak A.*: Analiza jonów nieorganicznych w wodzie metodą chromatografii jonowej. *Ochr. Środ.*, 1997; 19(2): 19-27. – 12. *Balcerzak M., Janiszewska J.*: Wieloanionowa analiza materiałów środowiskowych techniką chromatografii jonowej. *Ochr. Środ. Zas. Nat.*, 2011; 50: 78-87. – 13. *Barczak B.*: Czy azotany w warzywach są groźne. *Aura*, 1996; 24(9): 25-26. – 14. *Gertig H., Duda G.*: Żywność, a zdrowie i prawo. Wydawnictwo PZWL Warszawa 2004: 287-293. – 15. *Lutyński R., Steczek-Wojdyła M., Wojdyła Z., Kroch S.*: The Concentrations of Nitrates and Nitrites in Food Products and Environmental and the Occurrence of Acute Toxic Methemoglobinemia. *Przegl. Lek.* 1996; 53(4): 351-355.

Adres: 35-601 Rzeszów, ul. Ćwiklińskiej 2

Anna Lenart-Boroń, Agnieszka Pawłowska

PORÓWNANIE CZYSTOŚCI MIKROBIOLOGICZNEJ CZYSZCZONYCH I NIECZYSZCZONYCH OWOCÓW Z WYBRANYCH PUNKTÓW HANDLOWYCH NA TERENIE KRAKOWA

Katedra Mikrobiologii Wydziału Rolniczo-Ekonomicznego
Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie
Kierownik: prof. dr hab. *M.J. Chmiel*

Przeprowadzono analizę czystości mikrobiologicznej powierzchni niemytych oraz mytych owoców – jabłek, śliwek, winogron oraz brzoskwiń zakupionych w trzech punktach handlowych miasta Krakowa – dwóch placach targowych i dyskoncie spożywczym. Największą liczebność mikroorganizmów, w tym mikroorganizmów potencjalnie chorobotwórczych stwierdzono na powierzchni brzoskwiń. Stwierdzono, że proces mycia znacząco zmniejszył liczbę mikroorganizmów na powierzchni badanych owoców.

Hasła kluczowe: owoce, czystość mikrobiologiczna owoców, mikroorganizmy.
Key words: fruit, microbiological purity of fruits, microorganisms.

Owoce od zawsze stanowiły ważny składnik pożywienia ludzi. Często są stosowane jako dodatek do głównych posiłków w celu uzupełnienia ich w dodatkowe walory żywieniowe, ponieważ stanowią doskonałe źródło węglowodanów, witamin, soli mineralnych oraz wielu innych składników odżywczych. Ludzie chętnie po nie sięgają, zarówno ze względów smakowych, jak i z przyczyn zdrowotnych (1). Owoce są produktami nie poddawanyymi przed spożyciem obróbce termicznej ani żadnym zabiegom sterylizacyjnym, co w pewnych przypadkach może nieść ryzyko wystąpienia na nich niepożądanych, patogennych drobnoustrojów, a w konsekwencji zagrożenie dla zdrowia konsumentów. W Polsce nie ma żadnych norm uwzględniających liczebności bakterii i grzybów na powierzchni owoców, a ponadto nie przeprowadza się badań systematycznie to kontrolujących (2). Targowiska są miejscem gdzie nie stosuje się przepisów sanitarnych. Owoce niczym nie osłonięte sprzedaje się często pod gołym niebem, a więc są one narażone na kontakt z zanieczyszczonym powietrzem oraz kupującymi ludźmi, którzy wybierając najlepsze mają w nawyku często je dotykać w celu sprawdzenia ich świeżości. W konsekwencji patogeny mogą bardzo szybko się rozprzestrzeniać, a brak kontroli takich miejsc może budzić obawy co do czystości mikrobiologicznej owoców tam zakupionych (3).

Drobnoustroje, które są organizmami wszędobylskimi, bytują również na powierzchni owoców. Mogą one występować w małych ilościach, nie zagrażających zdrowiu człowieka. Jednak sposób przechowywania owoców, przewożenia, jak

również ich bezpośredni kontakt ze zwierzętami i ludźmi zarażonymi niebezpiecznymi patogenami, może spowodować, że na ich powierzchni pojawią się zjadliwe formy drobnoustrojów, które mogą doprowadzić do poważnych zatruc pokarmowych (4).

Celem przeprowadzonych badań było porównanie czystości mikrobiologicznej mytej oraz niemytej powierzchni kilku grup owoców – jabłek, winogron, śliwek i brzoskwiń z wybranych punktów handlowych na terenie miasta Krakowa.

MATERIAŁY I METODY

Analizę przeprowadzono z wykorzystaniem trzech grup owoców: winogron, śliwek i jabłek, zakupionych w trzech często wybieranych przez mieszkańców Krakowa punktach handlowych – dwóch placach targowych- Nowym Kleparzu i Placu Imbramowskim oraz dyskoncie spożywczym Biedronka. Dodatkowo przeanalizowano czystość powierzchni brzoskwiń, zakupionych na Nowym Kleparzu.

Po zakupie owoców i przewiezieniu ich do laboratorium, dokonano oznaczenia liczebności następujących grup mikroorganizmów: ogólna liczba bakterii mezofilnych (podłoże Trypticase Soy Agar – TSA, Biocorp Polska; inkubacja w temp. 37°C przez 48 godz.), ogólna liczba grzybów (podłoże Malt Extract Agar – MEA, Biocorp Polska; inkubacja w temp. 28°C przez 5 dni), gronkowce (podłoże Chapman – BTL Polska; inkubacja w temp. 37°C przez 48 godz.), *Salmonella* i *Shigella* (agar SS – BTL Polska; inkubacja w temp. 37°C przez 48 godz.), bakterie grupy coli i *Escherichia coli* (podłoże Endo, inkubacja w temp. 37°C i 44°C przez 48 godz.). Oznaczenie wykonano na powierzchni owoców niemytych oraz mytych pod bieżącą wodą, w trzech powtórzeniach, przy użyciu techniki posiewu rozcieńczeń popłuczyn ze skórek owoców (5). Po upływie czasu inkubacji wyrosłe drobnoustroje zliczano i przeliczano na g skórek owoców. Wyniki wyrażono jako średnią liczbę jtk/g z trzech powtórzeń.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono z użyciem programu Statistica (StatSoft, USA), obliczając statystyki opisowe oraz wykonując jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) w celu oceny istotności różnic liczebności wyizolowanych drobnoustrojów pomiędzy owocami mytymi oraz niemytymi, a także pomiędzy owocami zakupionymi w poszczególnych punktach handlowych.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W tab. I przedstawiono średnią liczebność badanych grup mikroorganizmów na powierzchni śliwek, winogron i jabłek zakupionych w trzech punktach handlowych. Uzyskane wyniki wskazują, że na powierzchni wszystkich mytych owoców liczebność badanych grup drobnoustrojów była znacząco zmniejszona. Istotność różnic pomiędzy liczebnością badanych drobnoustrojów na powierzchni mytych i niemytych owoców potwierdziły wyniki analizy wariancji (tab. II B, $p < 0,05$). Jedynie w przypadku śliwek zakupionych w Biedronce zaobserwowano nieznacznie większą liczebność gronkowców na owocach mytych. Mogło być to spowodowane

faktem, iż sporadycznie woda bieżąca używana do mycia świeżych produktów może stanowić źródło zakażenia mikrobiologicznego (6). W przypadku pięciu z sześciu badanych grup drobnoustrojów największą ich liczbę stwierdzano na niemytych owocach zakupionych na jednym z dwóch placów targowych. Tylko w przypadku bakterii *Escherichia coli* największą ich liczbę obserwowano na owocach zakupionych w dyskoncie spożywczym. Najczęściej najwyższą liczbę badanych drobnoustrojów obserwowano na niemytych owocach zakupionych na Nowym Kleparzu (tab. I). Również w tym przypadku analiza statystyczna potwierdziła istotność różnic w liczebności większości badanych drobnoustrojów (tab. II A, $p < 0,05$). Wyniki uzyskane w niniejszych badaniach są zbliżone do wyników *Bis* i *Mędréli-Kuder* (3), które na powierzchni owoców zakupionych na Nowym Kleparzu stwierdziły wysoką liczebność drobnoustrojów, w tym chorobotwórczych bakterii *Salmonella*, *Shigella*, a także paciorkowców kałowych i bakterii grupy coli. Liczebności bakterii zaobserwowane w cytowanych badaniach były jednak dużo wyższe (od 11000 jtk/g do 800000 jtk/g) niż w analizach przedstawionych w niniejszej pracy (od 4317 jtk/g w przypadku śliwek do 146011 jtk/g dla winogron). Podobnie w przypadku grzybów – maksymalna liczebność stwierdzona w badaniach *Bis* i *Mędréli-Kuder* (3) to 48000 jtk/g, podczas gdy największa liczebność grzybów obserwowana w niniejszych badaniach wyniosła 8244 jtk/g na Placu Imbramowskim (śliwki), najwyższa liczebność grzybów zarejestrowana na Nowym Kleparzu to 2817 jtk/g (jabłka). W niniejszych badaniach stwierdzono wyższą liczebność grzybów pleśniowych na placach targowych niż w dyskoncie spożywczym. *Grzyb* i współpr. (7) badali poziom zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza na wybranych targowiskach w Krakowie. Stwierdzili, że w punktach handlowych, mieszczących się na otwartym powietrzu, znajduje się wysokie stężenie pyłów, na których osiadają mikroorganizmy, w tym zarodniki grzybów. Podmuchy wiatru mogą w łatwy sposób przenosić zanieczyszczenia mikrobiologiczne (w tym grzyby), które następnie osiadają na znajdujących się w pobliżu świeżych produktach spożywczych. Może więc to dowodzić, że w zamkniętych pomieszczeniach liczebność grzybów będzie mniejsza.

Tabela I. Liczebność grup mikroorganizmów na powierzchni badanych owoców zakupionych w wybranych punktach handlowych

Table I. The number of microbial groups on the surface of the analyzed fruits purchased in the selected sales points

	Owoce myte			Owoce niemyte		
	Nowy Kleparz	Plac Imbramowski	Biedronka	Nowy Kleparz	Plac Imbramowski	Biedronka
Bakterie mezofilne						
Śliwki	3475	6400	2250	4317	12722	4767
Winogrona	10950	735	8450	146011	23283	16656
Jabłka	6350	2930	11750	79862	39983	17317
Średnia	6925	3355	7483	76730	25330	12913
Odchylenie std.	3771	2856	4823	70899	13745	7063

Tabela I. Liczebność grup mikroorganizmów na powierzchni badanych owoców zakupionych w wybranych punktach handlowych (cd.)

Table I. The number of microbial groups on the surface of the analyzed fruits purchased in the selected sales points (cont.)

	Owoce myte			Owoce niemyte		
	Nowy Kleparz	Plac Imbramowski	Biedronka	Nowy Kleparz	Plac Imbramowski	Biedronka
Gronkowce						
Śliwki	1160	2360	2665	1380	3015	1810
Winogrona	6193	3935	3237	139523	7438	4600
Jabłka	950	1526	1790	7798	2908	5493
Średnia	2768	2607	2564	49567	4454	3968
Odchylenie std.	2968	1223	729	77970	2585	1921
Grzyby pleśniowe						
Śliwki	443	1366	273	2258	8244	253
Winogrona	1057	301	440	1070	1177	1038
Jabłka	923	555	240	2817	1217	641
Średnia	808	740	318	2048	3546	644
Odchylenie std.	323	556	107	892	4069	393
Bakterie grupy coli						
Śliwki	0	3	0	40	17	0
Winogrona	0	0	0	187	7	10
Jabłka	13	0	0	210	17	147
Średnia	4	1	0	146	13	52
Odchylenie std.	8	2	0	92	6	82
<i>Escherichia coli</i>						
Śliwki	7	7	3	10	13	17
Winogrona	0	0	0	1	0	0
Jabłka	0	0	0	0	0	3
Średnia	2	2	1	4	4	7
Odchylenie std.	4	4	2	5	8	9
<i>Salmonella</i>						
Śliwki	0	0	0	7	0	0
Winogrona	0	0	0	320	0	0
Jabłka	0	0	0	0	30	3
Średnia	0	0	0	109	10	1
Odchylenie std.	0	0	0	183	17	2

Tabela II. Wartości analizy wariancji ANOVA dla różnic w liczebności drobnoustrojów na powierzchni owoców A) zakupionych w różnych punktach handlowych; B) mytych bądź nieumytych

Table II. Results of analysis of variance for the differences in the number of microorganisms on the surface of fruits A) purchased in different sales points; B) washed or unwashed

A) Miejsce zakupu		B) Mycie owoców	
Zmienna	F	Zmienna	F
Bakterie mezofilne	4,85*	Bakterie mezofilne	16,89*
Gronkowce	3,68*	Gronkowce	234,71*
Grzyby pleśniowe	3,33*	Grzyby pleśniowe	5,00*
Bakterie grupy coli	4,72*	Bakterie grupy coli	29,75*
<i>Escherichia coli</i>	1,78	<i>Escherichia coli</i>	39,87*
<i>Salmonella</i>	1,79	<i>Salmonella</i>	2,02

* wartości istotne przy $p < 0,05$.

Zaobserwowane różnice w liczebności badanych grup drobnoustrojów pomiędzy wybranymi punktami handlowymi, również targowiskami, mogą być spowodowane zakupem owoców od różnych dostawców. Każdy z nich w inny sposób nabywa, transportuje i przechowuje owoce, co ma wpływ na zasiedlającą je mikroflorę. Zanieczyszczone mikrobiologicznie owoce, które przed spożyciem nie zostaną poddane obróbce, bądź oczyszczeniu, mogą przyczynić się do poważnych zakażeń (8).

Na powierzchni części badanych owoców stwierdzono obecność bakterii grupy coli, *E. coli* oraz chorobotwórczych bakterii *Salmonella* (tab. I). Szczególnie wysoką liczebność tych mikroorganizmów zanotowano na powierzchni nieumytych brzoskwiń (tab. III). Niemniej jednak, liczebność wymienionych drobnoustrojów na badanych owocach nie przekroczyła minimalnej dawki infekcyjnej, która może mieć zastosowanie u większości zdrowych konsumentów. Dla bakterii *E. coli* oraz *Salmonella* jest ona dosyć wysoka i wynosi odpowiednio $10^6 - 10^8$ jtk oraz 10^5 jtk (9). Istotny jest fakt, iż w przypadku osób ze znacznie osłabioną odpornością spożycie nawet niewielkiej ilości bakterii może skutkować wystąpieniem zakażenia (9).

Tabela III. Liczebność grup mikroorganizmów na powierzchni brzoskwiń zakupionych na placu targowym „Nowy Kleparz”

Table III. The number of microbial groups on the surface of peaches purchased on the „Nowy Kleparz” marketplace

	Brzoskwinie myte	Brzoskwinie nieumyte
Bakterie mezofilne	176533	356200
Gronkowce	39453	274772
Grzyby pleśniowe	3135	7300
Bakterie grupy coli	3130	5443
<i>Escherichia coli</i>	0	417
<i>Salmonella</i>	0	320

Zaobserwowana wysoka liczebność drobnoustrojów może wynikać z nieprawidłowego sposobu postępowania podczas zbioru i przechowywania owoców (3). Zbyt długie magazynowanie owoców może często przyczyniać się do ich wysychania, a zatem utraty jędrności i wzmożonej podatności na rozwój mikroflory gnilnej i grzybów mikroskopowych.

Oprócz wymienionych wcześniej owoców, przeprowadzono również analizę czystości mikrobiologicznej brzoskwiń zakupionych na Nowym Kleparzu. Z powodu braku dostępności tych owoców, nie było możliwe porównanie ich czystości mikrobiologicznej z pozostałymi punktami handlowymi. Na powierzchni tych owoców zaobserwowano bardzo wysoką liczebność wszystkich badanych grup mikroorganizmów (tab. III). Ponadto liczebność gronkowców na brzoskwiniach niemytych stanowi zagrożenie wystąpienia zakażenia układu pokarmowego, gdyż zawiera się w przedziale dawki infekcyjnej tej bakterii ($10^5 - 10^6$ kolonii bakterii na jeden gram produktu (4)). Obserwacje te można wytłumaczyć faktem, iż sama powierzchnia brzoskwiń, pokryta charakterystycznymi włoskami (trichomy), sprzyja przyleganiu i gromadzeniu się dużej liczby drobnoustrojów, a ponadto może również chronić je przed działaniem mającym na celu zmniejszenie ich liczebności – nie tylko myciem, które jest działaniem mechanicznym, ale również przed działaniem promieniowania UV (10). Należy zaznaczyć, iż mimo że umycie owoców w znaczący sposób obniżyło liczbę drobnoustrojów na ich powierzchni (liczba jtk gronkowców nie osiągnęła poziomu dawki infekcyjnej na powierzchni brzoskwiń mytych), to liczebności mikroorganizmów obserwowane na powierzchni umytych brzoskwiń były nadal wysokie – wyższe niż w przypadku pozostałych owoców.

WNIOSKI

1. Na powierzchni badanych owoców stwierdzono obecność potencjalnie patogennych dla człowieka drobnoustrojów, które po spożyciu mogą wywoływać m. in. zatrucia pokarmowe.
2. Struktura powierzchni owoców może mieć istotny wpływ na liczebność mikroorganizmów na nich występujących.
3. Miejsce zakupu badanych owoców miało istotny wpływ na ich czystość mikrobiologiczną, która była znacząco niższa w przypadku owoców zakupionych na placach targowych.
4. Proces mycia pod bieżącą wodą znacząco obniża liczebność mikroorganizmów na powierzchni owoców. Jest to szczególnie ważne, ponieważ owoce uznawane są za „zdrowe” produkty żywnościowe. Pomimo nieprzekroczenia na powierzchni owoców dawki infekcyjnej większości potencjalnie chorobotwórczych drobnoustrojów, to w przypadku spożycia owoców zanieczyszczonych przez osoby o obniżonej odporności, mogłoby dojść do zatrucia pokarmowego bądź innych niepożądanych skutków zdrowotnych.

A. Lenart-Boroń, A. Pawłowska

COMPARISON OF MICROBIOLOGICAL PURITY OF WASHED AND UNWASHED FRUIT
FROM THE SELECTED SALES POINTS IN KRAKÓW

Summary

The aim of the presented study was to compare the microbiological purity of washed and unwashed surface of fruits – apples, grapes, plums and peaches, purchased in the selected sales points in Kraków – two marketplaces “Nowy Kleparz” and “Plac Imbramowski” as well as in the food discount store “Biedronka”. The number of mesophilic bacteria, fungi, staphylococci, coliform bacteria, including *Escherichia coli*, as well as *Salmonella* and *Shigella* was assessed. Among the examined fruits, the greatest microbial abundance was observed on the surface of peaches, whose trichome-covered cuticle may promote the adherence of microorganisms and even hinder their removal. The presence of large number of microorganisms, including the potentially pathogenic ones, was observed on the surface of almost all unwashed fruits, whereas significantly larger microbial numbers were found on the surface of fruits purchased in marketplaces. Furthermore, it was found that the process of washing is effective in reducing the number of undesired microorganisms from the fruit surface. This is in fact very important, because even though in most cases the number of potentially pathogenic microorganisms on the fruit surface did not exceed the infective dose, still the consumption of contaminated fruit by immunocompromised people could lead to food poisoning or other health issues.

PIŚMIENNICTWO

1. Włodarek D.: Znaczenie warzyw i owoców. Żywność dla zdrowia, 2009; 10: 15-16. – 2. Wieczorek C.: Mikologiczne skażenie żywności, Żywność, Wyd. PTTŻ, 2003; 3: 119-128. – 3. Bis H., Mędreła-Kuder E.: Czystość mikrobiologiczna wybranych owoców dostarczonych przez indywidualnych producentów na plac targowy Stary Kleparz w Krakowie, Bromatol. Chem. Toksykol., 2011; 44: 700-705. – 4. Żakowska Z., Stobińska H.: Mikrobiologia i higiena w przemyśle spożywczym, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2000; 516 ss. – 5. Libudzisz Z., Kowal K., Żakowska Z.: Mikrobiologia techniczna, t. 1. Mikroorganizmy i środowiska ich występowania, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2010. Warszawa, 356 ss. – 6. European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General. Risk Profile on the Microbiological Contamination of Fruits and Vegetables Eaten Raw. Report of the Scientific Committee on Food. Brussels; 2002. – 7. Grzyb J., Michalek J., Frączek K., Ropek D.: Microbial air contamination on the marketplaces in Krakow, Ecol. Chem. Eng. A, 2012; 3: 267-273. – 8. Beuchat L.R.: Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables, Microbes and Infection, 2002; 4 (4): 413-423. – 9. Hara-Kudo Y., Takatori K.: Contamination level and ingestion dose of foodborne pathogens associated with infections, Epidemiol. Infect., 2011; 139 (10): 1505-1510. – 10. Syamaladevi R.M., Xiaonan L., Sablani S.S., Insan S.K., Adhikari A., Killinger K., Rasco B., Dhingra A., Bandyopadhyay A., Annappure U.: Inactivation of *Escherichia coli* Population on Fruit Surfaces Using Ultraviolet-C Light: Influence of Fruit Surface Characteristics; Food Bioprocess Tech. 2013; 6: 2959-2973.

Adres: 30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 24/28

Dagmara Orzel, Mirosław Żmijewski¹, Monika Bronkowska,
Marzena Styczyńska

WPŁYW PRODUKTÓW PRZEMIAŁU ORZESZKÓW GRYKI DODAWANYCH DO DIET ZBILANSOWANYCH NA ABSORPCJE POZORNE WAPNIA I FOSFORU U SZCZURÓW WISTAR*

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

¹ Katedra Technologii Owoców, Warzyw i Zboż
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Kierownik: prof. dr hab. Z. Gil

Badano wpływ produktów przemiału gryki dodawanych do diet na absorpcje pozorne wapnia i fosforu u 64 szczurów Wistar, które w 4-tygodniowym doświadczeniu otrzymywały diety z 20% dodatkiem mąki, otrąb lub śruty gryczanej oraz z 20% dodatkiem pieczywa żytnio-gryczanego. Stwierdzono wzrost o ok. 10–13% absorpcji pozornej wapnia w grupie zwierząt karmionych dietą z dodatkiem mąki gryczanej, śruty gryczanej i pieczywa z dodatkiem mąki gryczanej w porównaniu do grupy kontrolnej. Nie stwierdzono wpływu dodatku produktów przemiału orzeszków gryki na absorpcje pozorną fosforu w badanych grupach szczurów.

Słowa kluczowe: gryka, absorpcja pozorna wapnia i fosforu, szczury Wistar.

Key words: buckwheat, apparent absorption of calcium and phosphorus, Wistar rats.

Produkty zbożowe stanowią podstawowy składnik codziennej diety człowieka, będący głównym źródłem energii. Na szczególną uwagę zasługuje pieczywo wzbogacane w naturalne dodatki takie, jak produkty gryczane, które poprawiają jego wartość odżywczą i przyczyniają się do zwalczania niedoborów składników odżywczych (1). W ciągu ostatnich kilkunastu lat wzrosło zainteresowanie mąką, śrutą czy otrębami gryczanymi, wskazując na korzystne ich oddziaływanie na zdrowie człowieka. Odznaczają się one cennymi właściwościami odżywczymi, dietetycznymi i zdrowotnymi (3, 4).

Gryka i produkty gryczane, bez potrzeby wzbogacania ich o dodatkowe składniki, mogą stanowić składnik żywności funkcjonalnej ze względu na korzystne biologiczne oddziaływanie na organizm (5). Ziarniaki gryki są bogatym źródłem naturalnych związków biologicznie aktywnych takich, jak: białka o wysokiej wartości odżywczej, białka wiążące tiaminę, skrobia, wielonienasycone kwasy tłuszczowe,

* Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2011–2013 jako projekt badawczy N N312 425140.

przeciwutleniacze oraz składniki mineralne (6). Gryka stanowi dobre źródło: żelaza, wapnia, fosforu, miedzi, cynku, które są szczególnie skoncentrowane w okrywach owocowych ziaren (7, 8).

Celem pracy była ocena wpływu produktów przemiału orzeszków gryki (mąki, śruty i otrąb) oraz pieczywa z ich udziałem dodawanych do diet zbilansowanych na absorpcję pozorne wapnia i fosforu u szczurów rasy Wistar.

MATERIAŁ I METODY

Do badań użyto 64 samce szczurów Wistar o początkowej masie ciała 150–250 g. Doświadczenie przeprowadzono w Zwierzętarni Uniwersytetu Medycznego im. Piastów Śląskich we Wrocławiu. Zwierzęta przebywały w warunkach hodowli zgodnie z wymogami określonymi przez II Lokalną Komisję Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach przy Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu (uchwała

Tabela 1. Skład diet doświadczalnych

Table 1. Composition of experimental diets

[illegible]

nr 112/2012). Szczury miały zapewnioną swobodę poruszania oraz stały dostęp do paszy i wody. Pomieszczenia były klimatyzowane, wilgotność względna powietrza kształtowała się na poziomie 60–70%, temp. powietrza wynosiła $23 \pm 3^\circ\text{C}$. Zwierzęta miały dostęp do światła regulowany przez dobowy cykl oświetlenia, zmiana wyściółki następowała co dwa dni.

Badania przeprowadzono w dwóch 4-tygodniowych etapach. W czasie trwania eksperymentu wszystkie grupy zwierząt były karmione półsyntetycznymi dietami dla gryzoni laboratoryjnych AIN-93M odpowiednio zmodyfikowanymi (9). W każdym etapie badań 32 szczury podzielono na 4 grupy (po 8 sztuk/grupę). Skład diet doświadczalnych przedstawiono w tab. I. Grupy kontrolne (K1 i K2) otrzymywały dietę AIN 93M. W pierwszym etapie badań grupy D1, D2 i D3 otrzymywały diety AIN 93M zmodyfikowane z 20% dodatkiem odpowiednio mąki, śruty i otrąb gryczanych. W drugim etapie grupy D4, D5 i D6 otrzymywały diety z 20% dodatkiem pieczywa żytnio-gryczanego odpowiednio z 50% udziałem mąki, śruty i otrąb gryczanych. Produkty przemiału gryki oraz pieczywo z ich udziałem sporządzono w Katedrze Technologii Owoców, Warzyw i Zbóż Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

W drugim tygodniu doświadczeń zwierzęta umieszczano w klatkach metabolicznych. Po trzydniowym okresie adaptacyjnym, przez trzy kolejne doby kontrolowano spożycie paszy oraz masy wydalonego kału. Kał przechowywano w temp. -18°C w plastikowych pojemnikach. Próby pasz i kału mineralizowano „na mokro” z 65% kwasem azotowym i nadtlaniem wodoru przy użyciu pieca mikrofalowego „Mars 5”. Oznaczono zawartość wapnia metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej z wykorzystaniem aparatu VARIAN AA 240FS i fosforu – metodą spektrofotometryczną (spektrofotometr VIS723G). Oznaczenia wapnia i fosforu w mineralizatach wykonano w zakresie stężeń odpowiednio $0,5\text{--}7,5\text{ mg/dm}^3$ i $0,5\text{--}6,0\text{ mg/dm}^3$. Dokładność oznaczenia badanych pierwiastków sprawdzono na podstawie odzysków w próbkach (Ca–97,6%, P–93,7%) oraz analizy ich zawartości w materiałach referencyjnych – SRM 1567a – Wheat Flour i RM 8414 Bovine Muscle Powder.

Do analizy statystycznej wyników wykorzystano program komputerowy Statistica 10.0 PL. Przy użyciu testu Shapiro–Wilka sprawdzono rozkład normalny otrzymanych zmiennych. W rozkładzie normalnym zmiennych wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA przy zastosowaniu testu NIR Fishera do porównań wielokrotnych, pomiędzy którymi nie występują różnice istotne statystycznie. W rozkładzie nienormalnym zmiennych przeprowadzono test nieparametryczny Kruskala–Wallisa dla porównania wielu prób niezależnych. Różnice pomiędzy otrzymanymi grupami wyników wyznaczono przy poziomie istotności ($p < 0,05$). W tab. II–III małymi literami a, b, c oznaczono różnice istotne statystycznie pomiędzy grupami.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W celu określenia absorpcji pozornej obliczono całodienne pobranie wapnia i fosforu z dietami oraz ich dobowe wydalanie z kałem zwierząt. W tab. II przedstawiono średnie zawartości wapnia i fosforu w badanych dietach. Nie stwierdzono

statystycznie istotnych różnic w zawartości wapnia w dietach, które wahały się w zakresie 4991,2–5363,1 mg Ca/kg. W dietach D2, D3 zawierających 20% dodatek: otrąb gryczanych i śruty gryczanej, stwierdzono o 32,4% i 60,7% wyższe zawartości fosforu w porównaniu do diet kontrolnych. W pozostałych dietach nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości tego pierwiastka.

Tabela II. Zawartości wapnia i fosforu w badanych dietach (mg/kg)

Table II. Calcium and phosphorus content in the studied diets (mg/kg)

Dieta dla grupy zwierząt:	Zawartość pierwiastków	
	Ca $\bar{x} \pm SD$ (mg/kg)	P $\bar{x} \pm SD$ (mg/kg)
K1	4991,2 $\pm$ 26,9 ^a	2140,0 $\pm$ 21,1 ^a
D1	5278,7 $\pm$ 26,3 ^a	2355,5 $\pm$ 23,4 ^a
D2	5324,5 $\pm$ 16,9 ^a	2735,5 $\pm$ 42,0 ^b
D3	5363,1 $\pm$ 71,3 ^a	3320,8 $\pm$ 13,8 ^b
K2	5043,1 $\pm$ 44,4 ^a	1993,1 $\pm$ 64,0 ^a
D4	5095,4 $\pm$ 11,1 ^a	2059,1 $\pm$ 15,4 ^a
D5	5158,5 $\pm$ 10,2 ^a	2060,3 $\pm$ 24,5 ^a
D6	5176,9 $\pm$ 43,4 ^a	2355,4 $\pm$ 31,1 ^a

$\bar{x} \pm SD$ – średnia $\pm$ SD odchylenie standardowe

W tab. III przedstawiono dzienne pobranie i wydalanie wapnia i fosforu oraz absorpcje pozorne tych pierwiastków w badanych grupach zwierząt. Wykazano statystycznie istotne wyższe o 24–34% pobranie wapnia z dietami zawierającymi produkty przemiału gryki (D1, D2, D3) w porównaniu do pozostałych grup zwierząt. Średnia ilość wydalanego wapnia z kałem wahała się od 5,8 mg/dobę do 14,3 mg/dobę. Wyjątek stanowiła grupa D3, otrzymująca paszę ze śrutą gryczaną, w której wydalanie tego pierwiastka było o 136,4% wyższe w porównaniu do pozostałych grup. Stwierdzono statystycznie istotne różnice w absorpcji pozornej wapnia. Dla grup kontrolnych absorpcja tego pierwiastka wynosiła ok. 77,7%. Największy wzrost absorpcji wapnia zaobserwowano w grupach zwierząt D1, D2 i D4, karmionych odpowiednio paszą z 20% dodatkiem: mąki gryczanej (88,2%), otrąb gryczanych (88,1%) oraz pieczywa żytnio-gryczanego z 50% udziałem mąki gryczanej (87,2%). Dodatek do diety pieczywa żytnio-gryczanego, ze względu na wcześniejszą obróbkę termiczną i niższą zawartość błonnika pokarmowego w porównaniu do surowych produktów przemiału gryki i pieczywa z dodatkiem śruty i otrąb gryczanych, mógł być przyczyną lepszej biodostępności wapnia.

Średnie pobranie fosforu z diet wahało się w zakresie 24,6–40,6 mg/dobę. Wyjątek stanowiła grupa zwierząt D3, karmiona paszą z dodatkiem śruty gryczanej, gdzie stwierdzono ponad 2-krotnie wyższe pobranie fosforu z diety w porównaniu do pozostałych grup. W grupie D3 stwierdzono także ponad 2-krotnie wyższą ilość wydalonego fosforu z kałem w porównaniu do pozostałych grup szczurów. W po-

zostałych grupach nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości tego pierwiastka w kale, którego ilość wahała się w zakresie 7,0–14,9 mg/dobę. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w absorpcji pozornej fosforu, która wahała się w zakresie 64,1–73,7% (tab. III).

Na biodostępność składników mineralnych w organizmie ma wpływ nie tylko rodzaj przyjmowanej diety, ale także wzajemne relacje synergistyczne i antagonistyczne pomiędzy poszczególnymi składnikami pożywienia, stan organizmu, obecność substancji ułatwiających i utrudniających przyswajanie makro- i mikroelementów z pożywienia. Do substancji utrudniających przyswajanie składników mineralnych zalicza się m.in. szczawiany, nadmiar tłuszczu, nieodpowiedni stosunek składników mineralnych, niewłaściwe proporcje aminokwasów, błonnik pokarmowy czy kwas fitynowy. Ten ostatni, występujący naturalnie w ziarnach gryki ze względu na zdolność do trwałego łączenia się w przewodzie pokarmowym z wapniem, żelazem, cynkiem i magnezem oraz tworzeniem z nimi nierozpuszczalnych soli może powodować trudności w prawidłowym wchłanianiu pierwiastków (10, 11). Obecność kwasu fitynowego w produktach gryczanych bogatych w składniki mineralne nie spowodowała obniżenia biodostępności tych pierwiastków, a obecność skrobi odpornej w produktach z przemiału gryki mogła korzystnie wpłynąć na większą przyswajalność wapnia w organizmach badanych zwierząt.

Tab e l a III. Pobranie z dietami i wydalanie z kałem wapnia i fosforu (mg/dobę) oraz absorpcje pozorne tych pierwiastków w badanych grupach zwierząt (%)

Table III. Calcium and phosphorus intake and excretion (mg/day) and the apparent absorption of these elements in studied groups of animals (%)

Grupa zwierząt	Ca			P		
	pobranie z diety $\bar{x} \pm SD$ mg/dobę	wydalanie z kałem $\bar{x} \pm SD$ mg/dobę	absorpcja pozorna $\bar{x} \pm SD$ (%)	pobranie z diety $\bar{x} \pm SD$ mg/dobę	wydalanie z kałem $\bar{x} \pm SD$ mg/dobę	absorpcja pozorna $\bar{x} \pm SD$ (%)
K1 (n=8)	92,4±7,3 ^{ab}	5,8±1,1 ^a	78,1±10,6 ^a	38,9±8,2 ^{ab}	11,8±2,7 ^{ab}	69,2±12,6 ^a
D1 (n=8)	107,6±10,9 ^b	11,8±2,7 ^{ab}	88,2±12,3 ^b	27,9±7,1 ^a	7,0±1,9 ^a	73,7±10,5 ^a
D2 (n=8)	107,7±9,8 ^b	7,9±2,5 ^a	88,1±9,9 ^b	37,4±7,5 ^{ab}	11,3±4,1 ^{ab}	71,3±8,6 ^a
D3 (n=8)	116,3±12,6 ^b	23,5±4,8 ^b	78,2±8,2 ^a	69,2±6,9 ^b	23,6±5,3 ^b	69,4±12,3 ^a
K2 (n=8)	80,5±8,4 ^a	8,0±1,6 ^{ab}	77,2±12,1 ^a	30,8±5,6 ^a	11,3±2,4 ^{ab}	64,1±16,3 ^a
D4 (n=8)	95,3± [?] ab	11,7±2,6 ^{ab}	87,2±10,5 ^b	39,4±4,4 ^{ab}	11,2±3,6 ^{ab}	68,9±12,8 ^a
D5 (n=8)	74,1±6,9 ^a	14,3±3,9 ^{ab}	80,6±12,4 ^{ab}	24,6±3,9 ^a	8,3±2,7 ^a	68,4±13,6 ^a
D6 (n=8)	91,9±8,6 ^{ab}	10,1±2,9 ^{ab}	82,6±9,3 ^{ab}	40,6±8,6 ^{ab}	14,9±3,5 ^{ab}	67,1±10,9 ^a

Brak jest opublikowanych badań dotyczących wpływu produktów przemiału gryki dodawanych do diet na wchłanianie składników mineralnych u zwierząt doświadczalnych. Ze względu na obecność skrobi odpornej w ziarniakach gryki wyniki porównano z badaniami prowadzonymi na szczurach karmionych dietami z jej udziałem. Badania większości innych autorów wykazały korzystny wpływ różnych rodzajów skrobi odpornej na lepszą przyswajalność składników mineralnych u zwierząt doświadczalnych. Podczas fermentacji skrobi odpornej z udziałem flory bakteryjnej powstają krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Obniżają one pH treści jelita ślepego, powodując dysocjację związków chemicznych. Zwiększa to poziom pierwiastków w łatwiej przyswajalnej formie jonowej. Kwasy te tworzą kompleksy ze składnikami mineralnymi, które są wchłaniane z przewodu pokarmowego na zasadzie transportu aktywnego. W badaniach *Orzeł* i współpr. (12) stwierdzono zwiększenie absorpcji pozornej wapnia o ok. 14% w grupie szczurów karmionych dietą wysokotłuszczową z dodatkiem skrobi odpornej RS4 w porównaniu do grupy kontrolnej. Wykazano wzrost o 28% absorpcji wapnia u zwierząt karmionych dietą z dodatkiem fruktooligosacharydów (13). *Younes* i współpr. (14) również potwierdzili korzystny wpływ skrobi odpornej na przyswajalność składników mineralnych. Wyniki ich badań wykazały u szczurów karmionych dietą z dodatkiem surowej skrobi ziemniaczanej wzrost absorpcji wapnia o 50% w stosunku do grupy kontrolnej. W badaniach *Lopez* i współpr. (15) stwierdzono wzrost absorpcji pozornej wapnia i fosforu w grupie szczurów otrzymujących skrobie oporną RS1 odpowiednio o 15% i 11% w porównaniu do grupy kontrolnej.

WNIOSKI

1. Stwierdzono statystycznie istotny wzrost o ok. 10–13% absorpcji pozornej wapnia w grupie zwierząt karmionych dietą z dodatkiem mąki gryczanej, śruty gryczanej i pieczywa z dodatkiem mąki gryczanej w porównaniu do grupy kontrolnej. Nie stwierdzono wpływu pozostałych dodatków: otrąb gryczanych, pieczywa z udziałem śruty gryczanej oraz otrąb gryczanych do diet na absorpcje pozorną wapnia w badanych grupach szczurów.

2. Nie stwierdzono wpływu dodatku produktów przemiału orzeszków gryki oraz pieczywa z ich dodatkiem do diet na absorpcje pozorną fosforu w badanych grupach szczurów.

D. Orzeł, M. Żmijewski, M. Bronkowska, M. Styczyńska

EFFECT OF BUCKWHEAT GRIST PRODUCTS ADDED TO BALANCED DIETS
ON APPARENT ABSORPTION OF CALCIUM AND PHOSPHORUS IN WISTAR RATS

Summary

A 4-week study was conducted in 64 rats which received diets with added 20% flour, bran or buckwheat grits and 20% rye-buckwheat bread. Mineral content in the feed and faecal samples was determined by atomic absorption spectrometry for calcium and by spectrophotometry for phosphorus. The apparent absorptions of calcium and phosphorus in groups of rats were calculated from the daily intakes of these elements with diets and their faecal excretion.

A 10–13% increase of the apparent absorption of calcium was observed in the group of animals fed a diet with buckwheat products and rye-buckwheat bread, compared to the control group. There was no effect of the addition of buckwheat products on the apparent absorption of phosphorus.

PIŚMIENNICTWO

1. *Fujarczuk M., Żmijewski M.*: Jakość pieczywa pszennego w zależności od dodatku otrąb pochodzących z różnych odmian gryki. *Żywność. Nauka. Technologia*, 2009; 6 (67): 91-101. – 2. *Kwiatkowski J.*: Agrotechniczne uwarunkowania produkcji gryki (*Fagopyrum esculentum* Moench) o wysokiej wartości technologicznej, odżywczej i reprodukcyjnej orzeszków. *Rozprawy i Monografie. UWM, Olsztyn*, 2010; 153. – 3. *Dojczew D., Kowalczyk K.*: Ogólna charakterystyka oraz właściwości prozdrowotne gryki. *Przegląd zbożowo-młynarski*, 2011; 6: 14-15. – 4. *Paulickova L., Vyzralova K., Holasova M., Fiedlerova V., Vavreinova S.*: Buckwheat as functional food. *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat. Czech Republic, Adv. Buck. Res.*, 2004; 587-592. – 5. *Ikeda K.*: Buckwheat: composition, chemistry and processing. *Adv. Food Nutr. Res.*, 2002; 44: 395-434. – 6. *Li S., Zhang H.*: Advances in the development of functional foods from buckwheat. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 2001; 41(6): 451-464. – 7. *Dziedzic K., Górecka D., Kobus-Cisowska J., Jeszka M.*: Możliwości wykorzystania gryki w produkcji żywności funkcjonalnej. *Nauka. Przyroda. Technologia*, 2010; 4(2): 2-6. – 8. *Danihelová M., Šturdík E.*: Nutritional and health benefits of buckwheat. *Potravinárstvo*, 2012; 6(3): 1-9. – 9. *Reeves P.G., Nielsen F.H., Fahey G.C.*: AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents: Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. *J Nutr.*, 2007; 12(13): 1939-1951. – 10. *Christa K., Soral-Śmietana M.*: Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. *Czech J Food Sci.*, 2008; 26(3): 153-162.
11. *Czerwińska D.*: Produkty zbożowe źródłem składników mineralnych w diecie. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 2012; 6: 2-4. – 12. *Orzeł D., Bronkowska M., Styczyńska M.*: Wpływ skrobi odpornej RS4 w dietach wysokotłuszczowych na absorpcje wapnia i fosforu u szczurów Wistar. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2009; 42(4): 1161-1166. – 13. *Ohta A., Sakai K., Aramaki K., Takasaki M., Inaba H., Tokunaga T.*: Effect of dietary short-chain fructooligosacharydes on the cecal microflora in gastrectomized rats. *J Nutr.*, 2001; 130: 1608-1612. – 14. *Younes H., Coudray Ch., Bellanger J., Demigne Ch., Rayssiguier Y., Remesy Ch.*: Effects of two carbohydrates (inulin and resistant starch) and their combination on calcium and magnesium absorption balance in rats. *Br. J Nutr.*, 2001; 86: 479-485. – 15. *Lopez H.W., Levrat-Verny M.A., Coudray C., Besson C., Krespine V., and Messenger A.*: Class 2 resistant starches lower plasma and liver lipids and improve mineral retention in rats. *J Nutr.*, 2001; 131: 1283-1289.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chełmońskiego 37/41

*Danuta Figurska-Ciura, Agata Gruszka, Dagmara Orzeł, Marzena Styczyńska,
Karolina Łoźna, Artur Gryszkin¹, Jadwiga Biernat*

WPLYW PREPARATU SKROBI OPORNEJ RS4 DODAWANEGO DO DIET O ZRÓŻNICOWANEJ ZAWARTOŚCI BIAŁKA I ŻELAZA NA ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W KOŚCIACH I SIERŚCI SZCZURÓW

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

¹ Katedra Technologii Rolnej i Przechowalnictwa
Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu
Kierownik: prof. dr hab. *A. Golachowski*

Badano wpływ preparatu skrobi opornej RS4, dodawanego do diet o zróżnicowanej zawartości białka i żelaza na zawartość żelaza, wapnia i magnezu w kościach oraz sierści szczurów doświadczalnych. Doświadczenie przeprowadzono na szczurach rasy Wistar, karmionych paszą o zróżnicowanej zawartości białka i żelaza bez lub z dodatkiem skrobi opornej RS4. Oznaczono zawartość wapnia, magnezu i żelaza w kościach i sierści zwierząt metodą płomieniowej absorpcyjnej lub emisyjnej spektrometrii atomowej.

Słowa kluczowe: skrobia oporna RS4, białko, żelazo, szczury doświadczalne.
Key words: RS4 resistant starch, protein, iron, laboratory rats.

Jednym ze składników żywności, który może modyfikować wchłanianie pierwiastków mineralnych z diety, jest skrobia oporna (Resistant Starch – RS). Jest to frakcja skrobi, która nie jest całkowicie trawiona w jelicie cienkim i w formie nie-naruszonej lub w postaci wielkocząsteczkowych produktów częściowej hydrolizy, przechodzi do jelita grubego (1). Skrobia ta, ze względu na potencjalne właściwości prozdrowotne, stała się przedmiotem licznych badań (1, 2, 3). W odniesieniu do metabolizmu składników mineralnych skrobia oporna odznacza się właściwościami odmiennymi od innych frakcji błonnika pokarmowego. Zwiększone spożycie różnych frakcji błonnika na ogół ogranicza wchłanianie pierwiastków mineralnych, natomiast wyniki badań wskazują, że skrobia oporna zwiększa przyswajalność, takich składników mineralnych jak, wapń, fosfor, żelazo, magnez, cynk i miedź (3). Wyróżnia się cztery rodzaje skrobi opornej, typu 1 (RS1), typu 2 (RS2), typu 3 (RS3) oraz typu 4 (RS4) (2). RS4 to skrobia, która została poddana modyfikacjom chemicznym lub fizycznym. Jej oporność wynika ze zmian w składzie i strukturze cząsteczki pod wpływem procesów estryfikacji, oksydacji, hydrolizy, sieciowania i działania termicznego (4, 5). Podczas modyfikacji chemicznej zachodzi proces

podstawienia grup wodorotlenowych, a pierścień piranozowy nie ulega zniszczeniu. Modyfikacjom chemicznym poddaje się również skrobię retrogradowaną. W procesie retrogradacji dochodzi do łączenia się łańcuchów amylozowych w roztworze wodnym. Fizyczne modyfikacje skrobi polegają przede wszystkim na tworzeniu agregatów polisacharydowych i obejmują obróbkę hydrotermiczną prowadzącą do zniszczenia struktury ziaren skrobi oraz ich skleikowania (6).

Właściwości fizjologiczne skrobi odpornej, wynikają głównie z jej korzystnego wpływu na pracę układu pokarmowego człowieka. Skrobia oporna jest składnikiem żywności zwiększającym jej masę i jednocześnie obniżającym wartość energetyczną (7). Spożywanie produktów, zawierających skrobię nieulegającą trawieniu, powoduje obniżenie poziomu glukozy we krwi (1) oraz insuliny potrzebnej do jej metabolizowania (4). Skrobia oporna wypełnia przewód pokarmowy w większym stopniu niż zwykła skrobia, skraca czas pasażu jelitowego oraz zapobiega zaparciom zwiększając masę i objętość kału. Niestrawiona w jelicie cienkim trafia do jelita grubego, gdzie zostaje wykorzystana przez mikroflorę jelitową w procesie fermentacji, w wyniku której powstają związki lotne tj. wodór, metan, dwutlenek węgla oraz krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe (8, 9). Pod wpływem wytwarzanych kwasów następuje obniżenie pH treści jelita grubego, co prowadzi do selekcji zamieszkujących je drobnoustrojów. Następuje stymulacja wzrostu szeregu korzystnych bakterii m.in. *Lactobacillus* i eliminacja drobnoustrojów patogennych. Prawdopodobnie wzrost kwasowości treści jelitowej jest też przyczyną lepszego wchłaniania składników mineralnych z diety. Powstałe w wyniku fermentacji kwasy obniżają stężenie cholesterolu, zwłaszcza frakcji LDL oraz triacylogliceroli we krwi i wątrobie. Skrobia oporna powoduje również obniżenie ilości mocznika we krwi. Powstający w procesie fermentacji kwas masłowy zapobiega powstawaniu komórek nowotworowych w jelicie grubym (10, 11).

Obniżenie pH w treści jelita grubego sprzyja dysocjacji związków mineralnych i wzrostowi liczby zjonizowanych form pierwiastków, które są łatwiej przyswajalne. Krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe stymulują również wydłużenie pasażu jelitowego, rozrost ścian jelita oraz zwiększają ich ukrwienie, co zwiększa rozpuszczalność jonów i ich wchłanianie (3). Podobny wpływ, na wchłanianie pierwiastków mineralnych mają wykazujące właściwości prebiotyczne oligosacharydy, które nie są trawione, ale stanowią pożywkę dla pożądaných bakterii przewodu pokarmowego stymulując ich rozwój (12, 13). Zainteresowanie skrobią oporną jako składnikiem diety ważnym w prewencji chorób żywieniowo zależnych systematycznie wzrasta. W tym kontekście pożądane jest badanie właściwości różnych rodzajów skrobi odpornej o potencjalnym zastosowaniu jako składnika żywności funkcjonalnej, nowej lub wygodnej.

Białko jest również składnikiem modyfikującym przyswajalność składników mineralnych np. wapnia i magnezu z pożywienia. Korzystny wpływ na bioprzyswajalność żelaza mają np. białka występujące w mięsie, natomiast białka pochodzące z mleka i produktów mlecznych, m.in. kazeina, lub białka sojowe wpływają niekorzystnie na przyswajalność tego pierwiastka (13).

Celem badań było określenie wpływu preparatu ziemniaczanej skrobi odpornej RS4 w postaci fosforanu monoskrobiowego wytworzonego z rozpuszczalnej skrobi ziemniaczanej i dodawanego do diet o zróżnicowanej zawartości białka i żelaza

na zawartość żelaza, wapnia i magnezu w kościach i sierści szczurów doświadczalnych.

MATERIAŁ I METODY

Badania biologiczne zostały przeprowadzone w warunkach hodowli zgodnie z wymogami określonymi przez II Lokalną Komisję Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach przy Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu (nr zgody 103/07). Badania stanowiły część projektu, w którym oceniano wpływ skrobi odpornej na gospodarkę mineralną u zwierząt otrzymujących diety o zróżnicowanej zawartości makroskładników i składników mineralnych (14). Doświadczenie prowadzono na 64 szczurach – samcach rasy Wistar. Zwierzęta, 6–8-tygodniowe, o masie początkowej ok. 200 g zostały podzielone losowo na 8 grup eksperymentalnych (I, II, III, IV, Ia, IIa, IIIa, IVa) po 8 osobników w każdej. W zwierzętarni panowało naturalne oświetlenie, temp. ok. 22°C i wilgotność ok. 60%. Eksperyment trwał 4 tygodnie. W tym czasie zwierzęta miały nieograniczony dostęp do odpowiednich diet doświadczalnych oraz wody. Spożycie paszy oraz wody kontrolowane było codziennie, natomiast raz w tygodniu kontrolowano masę ciała badanych zwierząt. Po zakończeniu doświadczenia szczury usypiano mieszaniną ketaminy i ksylazyny. Pobierano prawą tylną kończynę oraz sierść z czterech obszarów ciała zwierząt: śródbrzusza, lewej kończyny, karku wycinając powierzchnię ok. 2–3 cm². Pobrany materiał biologiczny zamrażano w temp. –18°C do czasu oznaczania pierwiastków mineralnych. Każda z grup zwierząt otrzymywała paszę o innym składzie. Grupie kontrolnej podawano standardową dietę dla gryzoni laboratoryjnych AIN-93M (15).

Tabela I. Skład diet w grupach doświadczalnych

Table I. The composition of diet in the experimental groups

Składnik diety	Grupa doświadczalna							
	I	Ia	II	IIa	III	IIIa	IV	IVa
	zawartość w diecie (g/kg)							
Skrobia pszenna	620	520	620	520	690	590	690	590
RS4	0	100	0	100	0	100	0	100
Sacharoza	100							
Kazeina	140	140	140	140	70	70	70	70
Celuloza	50							
Olej sojowy	40							
AIN-93M	35	35	35*	35*	35	35	35*	35*
AIN-93 VX	10							
Cholina	2,5							
Cysteina	1,8							

* – modyfikowana mieszanka mineralna o obniżonej zawartości żelaza odpowiadającej 17,5 mg/kg diety

Pozostałe diety w grupach doświadczalnych zostały zmodyfikowane pod względem zawartości białka (B) i żelaza (Fe) oraz dodatku skrobi opornej (RS4) w postaci fosforanu monoskrobiowego. Modyfikacja ta polegała na obniżeniu zawartości białka i/lub żelaza o 50% w stosunku do ilości zalecanej dla gryzoni laboratoryjnych oraz zastosowaniu 10% dodatku skrobi opornej RS4 zgodnie ze schematem przedstawionym w tab. I. Dodawany preparat skrobi wytworzono w Katedrze Technologii Rolnej i Przechowalnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, z rozpuszczalnej skrobi ziemniaczanej.

Sierść i kości udowe szczurów rozmrażano w temperaturze pokojowej, a następnie kości oczyszczano dokładnie z tkanki mięśniowej. Oznaczenia wykonywano w jednej próbie kości (cała kość udowa ok. 0,5 g) i dwóch próbach sierści (ok. 0,1 g), które odważono w naczyniach mineralizatora. Próby mineralizowano w 65% kwasie azotowym (5 cm³) z dodatkiem nadtlenu wodoru (1 cm³). Do materiału biologicznego znajdującego się w naczyniach dodawano kwas azotowy i nadtlenek wodoru a następnie próby kości pozostawiano na ok. 24 godz., a próby sierści na ok. 2 godz. w celu wstępnego rozpuszczenia. Mineralizację próbek prowadzono w piecu mikrofalowym MARS 5 w wysokociśnieniowym, mikrofalowym systemie zamkniętym z kontrolą temperatury, zgodnie z programem dostosowanym do rodzaju próbek. Mineralizat studzono, przenoszono ilościowo do fiolki kalibrowanej poj. 10 cm³ i uzupełniano wodą bidestylowaną. Zawartość żelaza i magnezu oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, a wapnia emisyjnej spektrometrii atomowej zgodnie z następującymi parametrami pracy aparatu VARIAN SPECTRA AA240 FS: dł. fali (nm): żelazo – 372, magnez – 285,2, wapń – 422,7, zakres detekcji (µg/cm³) żelazo 1 – 1000, magnez – 0,03 – 1, wapń – 0,01 – 3.

W celu przeprowadzenia oceny statystycznej uzyskanych wyników wykonano trzyczynnikową analizę wariancji ANOVA, za pomocą programu komputerowego „Statistica 9.1 PL” firmy StatSoft Inc., USA. Wobec odrzucenia hipotezy o normalności rozkładu otrzymanych wyników i/lub równości wariancji w porównywanych grupach do testowania różnic przy poziomie istotności <0,05 wykorzystano test mediany Kruskala-Walissa. W poszczególnych grupach przedstawiono wartości minimalne i maksymalne, mediany (Me) oraz wartość pierwszego (Q₁) i trzeciego (Q₃) kwartyla.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W trakcie eksperymentu nie stwierdzono zmian w wyglądzie oraz zachowaniu zwierząt doświadczalnych. Przyrosty masy ciała zwierząt nie różniły się statystycznie istotnie w badanych grupach, a zatem można stwierdzić, że dodanie skrobi opornej do diet, jak również modyfikacje ilości białka i żelaza zastosowane w eksperymencie nie wpływały znacząco na rozwój szczurów doświadczalnych. Przyrosty masy ciała zwierząt wyrażone jako mediana mieściły się w granicach od 30 g do 55 g. Najwyższy przyrost stwierdzono w I grupie zwierząt (kontrolnej), która karmiona była paszą pokrywającą 100% zapotrzebowania na białko oraz żelazo, bez dodatku preparatu skrobi opornej. Najniższy przyrost masy ciała zwierząt – 30 g, wykazano w grupie szczurów otrzymującej dietę pokrywającą

ca 50% zapotrzebowania na białko i 50% zapotrzebowania na żelazo. Podobne wyniki uzyskała *Grajeta* i współpr. (5) badając wpływ skrobi opornej RS4 na zawartość wapnia w osoczu krwi i kości udowej oraz na jego absorpcję i retencję pozorną, w podobnych warunkach eksperymentalnych, przy zastosowaniu dodatku skrobi opornej RS4 w postaci skrobi ziemniaczanej modyfikowanej chemicznie przez estryfikację solami kwasu fosforowego oraz wapnia w ilości 0,8% i 1,3% diety. W badaniach *Trautwein'a* i współpr. (16) nie stwierdzono wpływu skrobi opornej RS1, RS2 oraz RS3 na przyrost masy ciała zwierząt doświadczalnych. W badaniach prowadzonych przez *Delahaye'a* i współpr. (17) oraz *Figurską-Ciurę* i współpr. (18), stwierdzono natomiast istotnie niższe przyrosty masy ciała w grupach zwierząt otrzymujących różne rodzaje skrobi opornych, w porównaniu do grup kontrolnych.

W tab. II–VII przedstawiono wpływ zróżnicowanych zawartości białka i żelaza w diecie oraz dodatku skrobi opornej, a także interakcji pomiędzy tymi czynnikami doświadczalnymi na zawartość żelaza, magnezu i wapnia w kościach i sierści szczurów doświadczalnych. Ilość żelaza, magnezu oraz wapnia w kości udowej oraz sierści przedstawiono w postaci mediany w mg/g badanej tkanki. Mediany zawartości żelaza zarówno w kościach, jak i w sierści mieściły się w granicach 0,008–0,016 mg/g tkanki. Ilość magnezu w kościach zwierząt wynosiła od 2,60 do 3,03 mg/g, zaś w sierści od 0,070 do 0,079 mg/g. Zawartość wapnia w kościach wynosiła od 115,2 do 132,3 mg/g, zaś w sierści od 0,268 do 0,437 mg/g.

Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono, że dodatek preparatu skrobi opornej RS4 do diety powodował istotne obniżenie zawartości żelaza w kościach zwierząt (tab. II). Zaobserwowano również wpływ interakcji pomiędzy dwoma czynnikami doświadczalnymi: dodatkiem skrobi opornej RS4 i zróżnicowaną zawartością białka, a także skrobią oporną RS4 i różną zawartością żelaza w diecie na zawartość żelaza w kościach szczurów (tab. III). W przypadku pierwszej interakcji najniższą zawartość tego pierwiastka w tkankach – 0,008 mg/g, stwierdzono u zwierząt karmionych paszą o obniżonej zawartości białka i z dodatkiem skrobi opornej RS4. W przypadku drugiej interakcji najniższą zawartość pierwiastka w kościach – 0,010 mg/g, wykazano w grupie zwierząt karmionych paszą z dodatkiem skrobi opornej RS4 oraz 100 % zawartością żelaza. Najwyższe zawartości żelaza – 0,015 mg/g i 0,016 mg/g, stwierdzono u szczurów otrzymujących pasze bez dodatku skrobi opornej RS4. Zaobserwowano także wpływ interakcji pomiędzy trzema czynnikami doświadczalnymi, dodatkiem skrobi opornej, oraz zróżnicowaną zawartością białka i żelaza w dietach na zawartość żelaza w kościach (tab. IV). Najniższą zawartość tego pierwiastka – 0,008 mg/g wykazano w grupie zwierząt karmionych dietą z obniżoną o 50 % zawartością białka, 100 % zawartością żelaza, z dodatkiem skrobi opornej RS4, natomiast najwyższą zawartością – 0,017 mg/g w grupie karmionej tą samą dietą, ale bez dodatku skrobi opornej RS4.

Lopez i współpr. (3) przeprowadzili doświadczenie, w którym badali wpływ skrobi opornej RS2 na zawartość składników mineralnych w kościach samców szczurów rasy Wistar. Autorzy stwierdzili, że zwierzęta karmione dietą zawierającą skrobię oporną miały zwiększoną zawartość żelaza w kości udowej. Może to świadczyć o zróżnicowanym wpływie różnych rodzajów skrobi opornej na gospodarkę mineralną w organizmie zwierząt.

Tabela II. Wpływ czynników doświadczalnych na zawartość składników mineralnych w kościach szczurów
 Table II. Effect of experimental factors on the content of mineral components in the bones of rats

Czynnik doświadczalny		Fe (mg/g)			Mg (mg/g)			Ca (mg/g)		
Nazwa (n)	Zawartość (%)	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p
RS ₄ (n=32)	0	0,009 – 0,030	0,015 ^b (0,014; 0,017)	0,0001	1,90 – 3,80	2,79 ^a (2,61; 2,85)	0,2768	101,6 – 188,4	127,9 ^a (122,4; 137,4)	0,7371
	10	0,006 – 0,039	0,010 ^a (0,008; 0,014)		1,51 – 3,52	2,84 ^a (2,64; 3,05)		56,9 – 153,1	129,8 ^a (119,6; 137,6)	
Fe (n=32)	50	0,006 – 0,021	0,013 ^a (0,010; 0,015)	0,4684	1,52 – 3,80	2,98 ^a (2,58; 3,02)	0,8614	56,9 – 167,4	123,8 ^a (126,6; 138,7)	0,0135
	100	0,006 – 0,039	0,014 ^a (0,010; 0,017)		2,39 – 3,46	2,80 ^a (2,65; 2,90)		118,0 – 188,4	132,1 ^b (114,4; 137,2)	
B (n=32)	50	0,006 – 0,039	0,013 (0,009; 0,017)	0,7883	1,52 – 3,52	2,76 ^a (2,60; 2,87)	0,0833	56,9 – 167,4	125,6 ^a (117,6; 134,5)	0,0484
	100	0,008 – 0,021	0,014 ^a (0,011; 0,015)		1,90 – 3,80	2,84 ^a (2,68; 3,03)		101,9 – 188,4	132,3 ^b (125,6; 139,5)	

a, b, c – grupy jednorodnie statystycznie, test *Kruskala-Wallis* przy $p \leq 0,05$ dla wielokrotnego porównania średnich rang dla wszystkich prób

T a b e l a III. Wpływ interakcji pomiędzy skrobią oporną (RS4), żelazem (Fe) i białkiem (B) na zawartość pierwiastków mineralnych w kościach szczurów
T a b l e III. Effect of interaction between resistant starch (RS4), iron (Fe) and protein (B) on the content of mineral elements in the rat bones

Czynnik doświadczalny			Fe (mg/g)			Mg (mg/g)			Ca (mg/g)		
Nazwa (n)	Zawartość (%)	Nr grupy	min-max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min-max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min-max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p
interakcje RS4 × B × Fe (n=8)	0 × 100 × 100	I	0,014–0,019	0,016 ^b (0,014 ; 0;017)	0,006	2,60–2,89	2,82 ^a (2,64 ; 2,85)	0,240	126,0–188,5	132,3 ^a (128,8 ; 142,1)	0,084
	0 × 100 × 50	II	0,009–0,016	0,014 ^{ab} (0,012 ; 0;015)		1,89–3,80	2,88 ^a (2,80 ; 3,10)		101,6–167,4	131,3 ^a (123,8 ; 140,9)	
	0 × 50 × 100	III	0,012–0,030	0,017 ^b (0,014 ; 0;022)		2,55–3,19	2,73 ^a (2,61 ; 2,80)		118,0–167,1	134,0 ^a (125,8 ; 138,9)	
	0 × 50 × 50	IV	0,011–0,019	0,015 ^b (0,013 ; 0;017)		2,51–2,89	2,70 ^a (2,58 ; 2,79)		111,5–127,0	120,5 ^a (115,4 ; 123,3)	
	10 × 100 × 100	Ia	0,008–0,015	0,011 ^{ab} (0,010 ; 0;014)		2,39–3,21	2,82 ^a (2,70 ; 3,01)		121,0–146,8	132,2 ^a (125,4 ; 139,4)	
	10 × 100 × 50	IIa	0,008–0,021	0,012 ^{ab} (0,011 ; 0;014)		2,50–3,43	3,03 ^a (2,67 ; 3,14)		112,5–146,5	130,4 ^a (117,7 ; 139,4)	
	10 × 50 × 100	IIIa	0,006–0,039	0,008 ^a (0,007 ; 0;011)		2,64–3,46	2,88 ^a (2,76 ; 2,95)		119,8–153,1	131,2 ^a (124,6 ; 137,6)	
	10 × 50 × 50	IVa	0,006–0,015	0,010 ^{ab} (0,008 ; 0;013)		1,52–3,53	2,61 ^a (2,22 ; 2,88)		56,9–149,0	115,2 ^a (106,3 ; 134,7)	

Tabela IV. Wpływ interakcji pomiędzy: skrobią oporną (RS4), żelazem (Fe) i białkiem (B) na zawartość pierwiastków mineralnych w kościach szczurów
 Table IV. Effect of interaction between experimental factors: resistant starch (RS4), iron (Fe) and protein (B) on the content of minerals in the experimental rat bones

Czynnik		Fe (mg/g)			Mg (mg/g)			Ca (mg/g)		
Nazwa (n)	Zawartość (%)	min-max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min-max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min-max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p
interakcje RS4×Fe (n=16)	0×100	0,012–0,030	0,016 ^b (0,014 ; 0,020)	0,0006	2,55–3,19	2,79 ^a (2,61 ; 2,84)	0,5727	118,0–188,4	132,2 ^a (127,4 ; 141,3)	0,0932
	0×50	0,009–0,019	0,014 ^{ab} (0,013 ; 0,016)		1,89–2,39	2,80 ^a (2,65 ; 2,90)		101,6–167,4	123,9 ^a (117,5 ; 132,4)	
	10×100	0,006–0,039	0,010 ^a (0,008 ; 0,016)		2,39–3,46	2,85 ^a (2,71 ; 3,00)		119,8–153,1	131,8 ^a (125,0 ; 138,2)	
	10×50	0,006–0,021	0,012 ^a (0,009 ; 0,014)		1,52–3,53	2,78 ^a (2,51 ; 3,05)		56,87–149,0	123,9 ^a (113,0 ; 137,5)	
	0×100	0,009–0,019	0,014 ^b (0,014 ; 0,016)		1,89–3,80	2,84 ^a (2,69 ; 2,90)		101,6–188,4	132,3 ^a (127,4 ; 141,3)	
interakcje RS4×B (n=16)	0×50	0,011–0,030	0,015 ^b (0,014 ; 0,019)	0,0008	2,51–3,19	2,70 ^a (2,60 ; 2,80)	0,2174	111,5–167,1	123,8 ^a (119,1 ; 129,7)	0,2160
	10×100	0,007–0,021	0,012 ^{ab} (0,010 ; 0,014)		2,39–3,43	2,90 ^a (2,67 ; 3,08)		112,5–146,8	132,2 ^a (121,0 ; 139,3)	
	10×50	0,006–0,039	0,008 ^a (0,008 ; 0,013)		1,52–3,52	2,82 ^a (2,61 ; 2,93)		56,87–153,1	127,3 ^a (115,5 ; 136,8)	
	100×100	0,009–0,019	0,014 ^a (0,014 ; 0,016)		2,39–3,21	2,82 ^a (2,64 ; 2,87)		121,0–188,4	132,3 ^b (127,4 ; 139,3)	
interakcje Fe×B (n=16)	100×50	0,008–0,021	0,015 ^a (0,014 ; 0,019)	0,8728	1,89–3,80	2,97 ^a (2,69 ; 3,14)	0,0796	101,6–167,4	132,2 ^{ab} (118,9 ; 139,6)	0,0085
	50×100	0,006–0,039	0,012 ^a (0,010 ; 0,014)		2,55–3,46	2,80 ^a (2,66 ; 2,90)		118,0–167,4	130,4 ^{ab} (125,3 ; 137,6)	
	50×50	0,006–0,019	0,008 ^a (0,008 ; 0,013)		1,52–3,52	2,69 ^a (2,52 ; 2,82)		56,87–149,0	117,78 ^a (113,0 ; 125,5)	

Tabela V. Wpływ czynników doświadczalnych: skrobi opornej (RS4), żelaza (Fe) i białka (B) na zawartość składników mineralnych w sierści szczurów
Table V. Effect of interactions between resistant starch (RS4), iron (Fe) and protein (B) on the content of mineral components in the fur of experimental rats

Czynnik doświadczalny		Fe (mg/g)			Mg (mg/g)			Ca (mg/g)		
Nazwa (n)	Zawartość (%)	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p
RS ₄ (n=32)	0	0,005 – 0,021	0,008 ^a (0,006 ; 0,010)	<0,0001	0,064 – 0,099	0,074 ^a (0,070 ; 0,083)	0,3612	0,287 – 0,709	0,404 ^b (0,381 ; 0,443)	< 0,0001
	10	0,008 – 0,022	0,012 ^b (0,010 ; 0,013)		0,053 – 0,109	0,072 ^a (0,064; 0,086)		0,219 – 0,615	0,314 ^a (0,269 ; 0,350)	
Fe (n=32)	50	0,005 – 0,022	0,009 ^a (0,008 ; 0,013)	0,4127	0,053 – 0,109	0,074 ^a (0,065; 0,085)	0,8773	0,219 – 0,709	0,330 ^a (0,270 ; 0,386)	0,0050
	100	0,004 – 0,021	0,011 ^a (0,008 ; 0,011)		0,058 – 0,103	0,072 ^a (0,068; 0,083)		0,271 – 0,615	0,394 ^b (0,329 ; 0,423)	
B (n=32)	50	0,004 – 0,022	0,010 ^a (0,008 ; 0,011)	0,3043	0,053 – 0,109	0,076 ^a (0,064; 0,086)	0,2374	0,219 – 0,563	0,325 ^a (0,281 ; 0,393)	0,0328
	100	0,005 – 0,021	0,011 ^a (0,008 ; 0,013)		0,053 – 0,109	0,072 ^a (0,064; 0,086)		0,237 – 0,709	0,387 ^b (0,332 ; 0,423)	

Tabela VI. Wpływ interakcji skrobią oporną (RS4), żelazem (Fe) i białkiem (B) na zawartość pierwiastków mineralnych w sierści szczurów

Table VI. Effect of interactions between resistant starch (RS4), iron (Fe) and protein (B) on the content of mineral components in the experimental rats fur

Czynnik doświadczalny		Fe (mg/g)			Mg (mg/g)			Ca (mg/g)		
Nazwa (n)	Zawartość (%)	Nr grupy	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)
interakcje RS4 × B × Fe (n=8)	0 × 100 × 100	I	0,007 – 0,021	0,008 abc (0,007 ; 0,012)	0,0001	0,068 – 0,083	0,073 a (0,071 ; 0,078)	0,9259	0,383 – 0,503	0,437 c (0,405 ; 0,437)
				0,007 a (0,006 ; 0,008)			0,073 a (0,069 ; 0,081)			0,415 c (0,382 ; 0,443)
				0,008 ab (0,005 ; 0,010)			0,076 a (0,072 ; 0,087)			0,409 c (0,365 ; 0,487)
	0 × 50 × 100	III	0,007 – 0,012	0,008 ab (0,008 ; 0,009)		0,064 – 0,099	0,079 a (0,067 ; 0,087)		0,287 – 0,409	0,383 abc (0,327 ; 0,401)
				0,013 c (0,012 ; 0,014)			0,072 a (0,065 ; 0,081)			0,393 bc (0,343 ; 0,422)
				0,012 bc (0,011 ; 0,012)			0,070 a (0,054 ; 0,089)			0,269 ab (0,241 ; 0,329)
	10 × 100 × 100	Ia	0,011 – 0,017	0,010 abc (0,009 ; 0,012)		0,053 – 0,109	0,076 a (0,065 ; 0,088)		0,271 – 0,391	0,317 abc (0,278 ; 0,347)
				0,010 abc (0,009 ; 0,013)			0,073 a (0,065 ; 0,087)			0,268 a (0,253 ; 0,285)
				0,008 – 0,022			0,061 – 0,097			0,219 – 0,314
	10 × 100 × 50	IIa	0,010 – 0,014	0,010 abc (0,009 ; 0,012)		0,065 – 0,103	0,073 a (0,065 ; 0,087)		0,237 – 0,353	0,269 ab (0,241 ; 0,329)
				0,010 abc (0,009 ; 0,013)			0,073 a (0,065 ; 0,087)			0,268 a (0,253 ; 0,285)
				0,008 – 0,022			0,061 – 0,097			0,219 – 0,314

< 0,0001

Tabela VII. Wpływ interakcji pomiędzy skrobią oporną (RS4), żelazem (Fe) i białkiem (B) na zawartość pierwiastków mineralnych w sierści szczurów
 Table VII. Effect of interaction between resistant starch (RS4), iron (Fe) and protein (B) on the content of minerals in the experimental rats fur

Czynnik		Fe (mg/g)			Mg (mg/g)			Ca (mg/g)		
Nazwa (n)	Zawartość (%)	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p	min – max	Me (Q ₁ ; Q ₃)	p
interakcje RS4 x Fe (n=16)	0 x 100	0,008 – 0,019	0,008 (0,007 ; 0,011)	<0,0001	0,066 – 0,096	0,073 (0,071 ; 0,082)	0,8351	0,288 – 0,563	0,415 (0,393 ; 0,482)	< 0,0001
			0,008 (0,006 ; 0,008)			0,074 (0,068 ; 0,084)			0,388 (0,369 ; 0,413)	
	10 x 100	0,008 – 0,017	0,012 (0,010 ; 0,083)		0,058 – 0,103	0,072 (0,065 ; 0,084)		0,271 – 0,615	0,344 (0,314 ; 0,395)	
			0,011 (0,010 ; 0,014)			0,073 (0,060 ; 0,087)			0,267 (0,246 ; 0,301)	
	0 x 100	0,005 – 0,021	0,008 (0,007 ; 0,009)		0,065 – 0,085	0,073 (0,070 ; 0,081)		0,334 – 0,709	0,415 (0,389 ; 0,443)	
			0,008 (0,006 ; 0,010)			0,077 (0,070 ; 0,087)			0,390 (0,335 ; 0,426)	
interakcje RS4 x B (n=16)	10 x 100	0,010 – 0,017	0,013 (0,011 ; 0,014)	<0,0001	0,053 – 0,109	0,072 (0,058 ; 0,083)	0,5238	0,237 – 0,615	0,331 (0,278 ; 0,386)	< 0,0001
			0,010 (0,009 ; 0,013)			0,073 (0,065 ; 0,088)			0,280 (0,269 ; 0,315)	
	10 x 50	0,008 – 0,022	0,012 (0,008 ; 0,014)		0,058 – 0,083	0,072 (0,069 ; 0,081)		0,219 – 0,391	0,410 (0,389 ; 0,443)	
			0,010 (0,007 ; 0,012)			0,073 (0,063 ; 0,084)			0,345 (0,335 ; 0,426)	
	100 x 100	0,007 – 0,021	0,010 (0,008 ; 0,011)		0,065 – 0,103	0,076 (0,066 ; 0,087)		0,237 – 0,615	0,356 (0,278 ; 0,368)	
			0,009 (0,008 ; 0,010)			0,076 (0,066 ; 0,087)			0,297a (0,269 ; 0,315)	
interakcje Fe x B (n=16)	100 x 50	0,005 – 0,014	0,010 (0,007 ; 0,012)	0,2827	0,053 – 0,109	0,073 (0,063 ; 0,084)	0,6646	0,287 – 0,563	0,345 (0,335 ; 0,426)	0,0054
			0,010 (0,008 ; 0,011)			0,076 (0,066 ; 0,087)			0,356 (0,278 ; 0,368)	
	50 x 100	0,005 – 0,015	0,010 (0,008 ; 0,011)		0,061 – 0,099	0,076 (0,066 ; 0,087)		0,219 – 0,391	0,297a (0,269 ; 0,315)	
			0,009 (0,008 ; 0,010)			0,076 (0,066 ; 0,087)			0,297a (0,269 ; 0,315)	
	50 x 50	0,006 – 0,022	0,009 (0,008 ; 0,010)			0,076 (0,066 ; 0,087)			0,297a (0,269 ; 0,315)	
			0,009 (0,008 ; 0,010)			0,076 (0,066 ; 0,087)			0,297a (0,269 ; 0,315)	

Dodatek preparatu skrobi opornej do diet powodował podwyższenie zawartości żelaza w sierści zwierząt doświadczalnych (tab. V). Podobnie jak w przypadku kości, interakcje pomiędzy dwoma czynnikami doświadczalnymi: dodatkiem preparatu skrobi opornej i zróżnicowaną zawartością białka, a także dodatkiem skrobi opornej RS4 i zróżnicowaną zawartością żelaza w diecie powodowały istotne statystycznie różnice w zawartości żelaza w sierści zwierząt (tab. VI). Najniższe zawartości pierwiastka – 0,008 mg/g, obserwowano w grupach zwierząt karmionych dietą bez dodatku skrobi opornej RS4. Interakcje pomiędzy trzema czynnikami doświadczalnymi, dodatkiem preparatu skrobi opornej RS4 oraz zróżnicowaną zawartością białka i żelaza również miała wpływ na zawartość żelaza w sierści (tab. VII). Najniższą zawartością pierwiastka – 0,007 mg/g, odznaczała się grupa zwierząt otrzymująca dietę o 100% zawartości białka, 50% zawartości żelaza bez dodatku skrobi opornej, natomiast najwyższą – 0,013 mg/g, grupa doświadczalna karmiona dietą o 100% zawartości białka, żelaza i z 10% dodatkiem skrobi opornej RS4.

Nie stwierdzono istotnego wpływu zróżnicowanych zawartości żelaza lub białka oraz interakcji pomiędzy tymi dwoma czynnikami doświadczalnymi w diecie na zawartość żelaza w kościach i sierści badanych szczurów. *Medeiros i współprac. (19)* przeprowadzili badania na szczurach doświadczalnych karmionych dietami z niedoborem żelaza lub wapnia lub obu tych pierwiastków równocześnie i stwierdzili, że obniżenie poziomu żelaza w diecie spowodowało obniżenie zawartości pierwiastków mineralnych, m.in. żelaza w kościach szczurów doświadczalnych.

W niniejszym doświadczeniu zaobserwowano również, że zarówno dodatek skrobi opornej RS4, jak i zróżnicowana zawartość białka lub żelaza oraz interakcje pomiędzy tymi czynnikami doświadczalnymi w diecie nie powodowały statystycznie istotnych różnic w zawartości magnezu w kościach i sierści zwierząt.

Lopez i współprac. (3) stwierdzili natomiast, że skrobia oporna RS2 dodawana do diety powodowała zwiększenie zawartości magnezu w kościach zwierząt doświadczalnych.

W niniejszym doświadczeniu stwierdzono, że dodatek skrobi opornej RS4 oraz interakcje pomiędzy dwoma czynnikami doświadczalnymi, dodatkiem skrobi opornej RS4 i zróżnicowaną zawartością białka, a także dodatkiem skrobi opornej RS4 i zróżnicowaną zawartością żelaza w diecie nie powodowały statystycznie istotnych różnic w zawartości wapnia w kościach zwierząt. Wykazano, że zarówno obniżenie zawartości białka jak i obniżenie zawartości żelaza w diecie powodowało istotne zmniejszenie zawartości wapnia w kościach szczurów doświadczalnych. Na podstawie obserwacji skutków interakcji pomiędzy tymi dwoma czynnikami doświadczalnymi w diecie można stwierdzić, że powodowały one istotne zmiany zawartości wapnia w kościach badanych zwierząt. Najniższą zawartość pierwiastka – 117,8 mg/g oznaczono w grupie szczurów karmionych dietą o obniżonej zawartości białka i żelaza, natomiast najwyższą – 132,3 mg/g w grupie otrzymującej paszę ze 100 % zawartością białka i żelaza.

Medeiros i współprac. (19) stwierdzili, że obniżenie ilości żelaza w diecie nie powodowało obniżenia zawartości wapnia w kościach zwierząt doświadczalnych.

W niniejszych badaniach dodatek preparatu skrobi opornej RS4 do diety powodował istotne obniżenie zawartości wapnia w sierści zwierząt doświadczalnych. Zaobserwowano również wpływ interakcji pomiędzy dwoma czynnikami doświad-

czalnymi, dodatkiem skrobi opornej RS4 i zróżnicowaną zawartością białka, a także dodatkiem skrobi opornej RS4 i zróżnicowaną zawartością żelaza w diecie na zawartość wapnia w sierści szczurów. Najniższe zawartości tego pierwiastka występowały u zwierząt otrzymujących dietę z dodatkiem skrobi opornej, ale o obniżonej zawartości żelaza (0,268 mg/g) lub białka (0,280 mg/g), a najwyższe zawartości, u zwierząt otrzymujących paszę zawierającą 100% białka (0,415 mg/g) lub żelaza (0,415 mg/g) nie zawierającą skrobi. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono również, że interakcja pomiędzy trzema czynnikami doświadczalnymi, dodatkiem skrobi opornej RS4 oraz zróżnicowaną zawartością białka i żelaza w dietach miała wpływ na zawartość wapnia w sierści zwierząt. Najniższą zawartość tego pierwiastka w sierści – 0,268 mg/g, wykazano u zwierząt karmionych dietą z dodatkiem skrobi opornej RS4, o obniżonej zawartości białka i żelaza, natomiast najwyższą zawartość – 0,437 mg/g, u zwierząt otrzymujących dietę zawierającą należne ilości białka i żelaza, bez dodatku skrobi opornej RS4.

W badaniach *Grajety* i współpr. (5) stwierdzono, że zawartość wapnia w kości udowej szczurów, karmionych dietami z dodatkiem skrobi opornej RS4 była statystycznie istotnie wyższa, niż u karmionych dietami bez tej skrobi.

Stwierdzono także, że zarówno obniżenie zawartości białka, jak i obniżenie zawartości żelaza w diecie powodowało zmniejszenie zawartości wapnia w sierści szczurów doświadczalnych. Stwierdzono również, że interakcja pomiędzy tymi dwoma czynnikami powodowała statystycznie istotne różnice w zawartości wapnia w sierści zwierząt. Najniższą ilość pierwiastka – 0,297 mg/g, wykazano u zwierząt karmionych dietą zawierającą 50% białka i żelaza, natomiast najwyższą – 0,410 mg/g, u zwierząt otrzymujących paszę zawierającą zarówno 100 % białka jak i żelaza.

Tabela VIII. Wpływ czynników doświadczalnych i interakcji pomiędzy nimi na zawartość pierwiastków mineralnych w kościach i sierści zwierząt

Table VIII. Effect of experimental factors and their interaction on the content of mineral elements in the bones and fur of animals

Czynnik doświadczalny	Zawartość pierwiastka*					
	KOŚCI			SIERŚĆ		
	Fe	Mg	Ca	Fe	Mg	Ca
RS4	↓	↔	↔	↑	↔	↓
Fe	↔	↔	↓	↔	↔	↓
B	↔	↔	↓	↔	↔	↓
INTERAKCJE**						
RS4 × Fe	+	–	–	+	–	+
RS4 × B	+	–	–	+	–	+
Fe × B	–	–	+	–	–	+
RS4 × Fe × B	+	–	–	+	–	+

* podwyższenie (↑), obniżenie (↓) zawartości pierwiastka w tkankach lub brak wpływu czynnika doświadczalnego (↔)

** wpływ (+) lub brak (–) wpływu interakcji między czynnikami na zawartość pierwiastka w tkankach

W tab. VIII przedstawiono schematycznie efekty działania wszystkich badanych czynników doświadczalnych.

W piśmiennictwie brak jest doniesień o wpływie skrobi odpornej, białka i żelaza na zawartość magnezu, wapnia i żelaza w sierści szczurów doświadczalnych.

WNIOSKI

1. Skrobia oporna RS4 dodawana do diet doświadczalnych niezależnie od zawartości białka i żelaza spowodowała istotne obniżenie zawartości żelaza w kościach oraz podwyższenie zawartości żelaza i obniżenie zawartości wapnia w sierści zwierząt doświadczalnych

2. Zawartość magnezu w kościach i sierści szczurów nie zmieniała się niezależnie od składu diet doświadczalnych.

3. Obniżenie zawartości białka lub żelaza w diecie powodowało obniżenie zawartości wapnia w kościach i sierści zwierząt doświadczalnych.

D. Figurska-Ciura, A. Gruszka, D. Orzeł, M. Styczyńska,
K. Łożna, J. Biernat, A. Gryszkin

THE INFLUENCE OF RS4 RESISTANT STARCH ADDED TO DIETS WITH DIFFERENT PROTEIN AND IRON CONTENT ON MINERALS CONTENT IN BONES AND FUR OF RATS

Summary

The aim of this study was to investigate the effect of resistant starch RS4 added to diets with different protein and iron contents on iron, calcium and magnesium content in the bones and fur of experimental rats. An experiment was conducted in a group of 64 male Wistar rats, fed experimental diets with different protein and iron content, and with the addition of resistant starch RS4. The determination of the elements in the bones and fur was performed using flame absorption or emission atomic spectrometry with wet digestion in a microwave oven. The addition of resistant starch RS4 to the diets with different contents of protein and iron resulted in a significant decrease in iron and calcium in the bones and increase of the iron content in the fur. The RS4 did not affect the magnesium content in examined tissues and caused a reduction in calcium content in the fur of experimental rats. There was also no impact of the added resistant starch RS4 on weight gain in experimental animals.

PIŚMIENNICTWO

1. *Nugent A.P.*: Health properties of resistant starch. British Nutrition Foundation. Nutr. Bull., 2005; 30: 27-54.
2. *Haralampu S.G.*: Resistant starch – a review of the physical properties and biological impact of RS3. Carbohydr. Polym., 2000; 41: 285-292.
3. *Lopez H. W., Levrat-Verny M. A., Coudray C., Besson C., Krespine V., Messager A., Demigne C., Remesy C.*: Class 2 resistant starch lower plasma and liver lipids and improve mineral retention in rats. J. Nutr., 2001; 131: 1283-1289.
4. *Leszczyński W.*: Resistant starch – classification, structure, production. Pol. J. Food Nutr Sci., 2004; 13 (Supplement 1): 37-50.
5. *Grajeta H., Perscha A., Biernat J.*: Wpływ skrobi odpornej RS4 na zawartość wapnia w osoczu krwi i kości udowej oraz na jego absorpcję i retencję pozorną u szczurów doświadczalnych. Bromat. Chem. Toksykol., 2007; 40(1): 99-105.
6. *Galiński G., Gawęcki J., Lewandowicz G.*: Strawność *in vitro* skrobi natywnych i modyfikowanych bez i z dodatkiem środków słodzących. Żywność Nauka Technologia Jakość 2000; 3 (24): 69-77.
7. *Behall K. Howe J.*: Contribution of fiber and resistant starch to metabolizable energy. American Journal of Clinical Nutrition; 1995; 62: 1158-1160.
8. *Bird A.*,

Brown I., Topping D.: Starches, resistant starches, the gut microflora and human health. *Current Issues in Intestinal Microbiology*, 2000; 1: 25-37. – 9. Ferguson L. R., Tasman J., Englyst H.: Comparative effects of three resistant starch preparations on transit time and short – chain fatty acid production in rats. *Nutr. J.*, 2000; 36(2): 230-237. – 10. Soral-Śmietana M., Wronkowska M.: Resistant starch – nutritional and biological activity. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2004; 13 (54).

11. Brouns F., Kettlitz B., Arrigoni E.: Resistant starch and “the butyrate revolution”. *Trends Food Sci. Technol.* 2002; 13: 251–261. – 12. Scholz-Ahrens K. E., Schaafsma G., van den Heuvel E. G. H. M., Schrezenmeir J.: Effect of prebiotics on mineral metabolism. *Am. J. Clin. Nutr.* 2001; 73: 459S-464S. – 13. Grajeta H.: Wpływ składników pokarmowych na wchłanianie żelaza. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006; 39(2): 111-119. – 14. Orzeł D., Bronkowska M., Kapelko M., Biernat J.: Wpływ skrobi opornej RS4 w dietach o zróżnicowanej zawartości białka na wybrane wskaźniki biochemiczne krwi szczurów *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2013; 46(3): 290-299 – 15. Reeves P. G., Nielsen F.H., Fahey G. C. Jr.: AIN-93 Purified Diets for Laboratory Rodents, Final Report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. *J. Nutr.* 1993; 123: 1939-1951. – 16. Trautwein E.A., Forgbert K., Rieckhoff D., Erbersdobler H.F.: Impact of β -cyclodextrin and resistant starch on bile acid metabolism and fecal steroid excretion in regard to their hypolipidemic action in hamsters. *Bioch. Biophys. Acta*, 1999; 1437: 1-12. – 17. Delahaye E.P., Sequera B., Herrera I.: Plant starches and oils. Their influence on digestion in rats. *J. Sci. Food. Agricul.*, 1998; 77: 381-386. – 18. Figurska-Ciura D., Orzeł D., Styczyńska M., Leszczyński W., Żechalko-Czajkowska A.: Wpływ skrobi opornej RS4 na metabolizm szczurów rasy Wistar. Wskaźniki biochemiczne i lipidowe. *Roczn. PZH* 2007; 58(1): 1-6. – 19. Medeiros D. M., Plattner A., Jennings D., Stoecker B.: Bone Morphology, Strength and Density Are Compromised in Iron-Deficient Rats and Exacerbated by Calcium Restriction. *J. Nutr.*, 2002; 132(10): 3135-3141.

Adres: 51-630 Wrocław, ul. Chelmońskiego 37/41

Joanna Sadowska, Alicja Kujawa

OCENA MODYFIKOWALNYCH CZYNNIKÓW RYZYKA ROZWOJU ZWYRODNIENIA PLAMKI ŻÓLTEJ W BADANEJ GRUPIE KOBIET PO 45-TYM ROKU ŻYCIA

Zakład Fizjologii Żywienia Człowieka
Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie
Kierownik: prof. dr hab. M. Friedrich

Celem pracy była ocena modyfikowalnych czynników ryzyka rozwoju zwyrodnienia plamki żółtej, ze szczególnym uwzględnieniem sposobu żywienia, w tym spożycia luteiny, w badanej grupie kobiet po 45-tym roku życia. Stwierdzono, że w badanej grupie kobiet występowały niemodyfikowalne i modyfikowalne czynniki ryzyka rozwoju zwyrodnienia plamki żółtej, takie jak jasny kolor tęczówki, nadmierna masa ciała oraz palenie papierosów, a obserwowane nieprawidłowości w żywieniu wielu kobiet mogą zwiększać ryzyko rozwoju tego schorzenia.

Hasła kluczowe: zwyrodnienie plamki żółtej, żywienie, profilaktyka.
Key words: Age-related Macular Degeneration, nutrition, prevention.

Zwyrodnienie plamki żółtej związane z wiekiem (AMD – ang. *Age-related Macular Degeneration*) jest jedną z najczęstszych przyczyn ubytków centralnego widzenia oraz ślepoty u osób powyżej 60 roku życia. Czynniki ryzyka AMD dzieli się na czynniki niemodyfikowalne (wiek, płeć, kolor tęczówki oka, inne czynniki genetyczne) i modyfikowalne (otyłość, palenie tytoniu, niewłaściwa dieta, zbyt częsta ekspozycja na promieniowanie UV).

U podstaw patogenezы AMD leżą procesy starzenia się komórek nabłonka barwnikowego i błony Brucha oraz stres oksydacyjny (1). W siatkówce oka obserwuje się jednak szereg mechanizmów obronnych, których celem jest utrzymanie równowagi oksydoredukcyjnej. W fotoreceptorach oraz w nabłonku barwnikowym wykazano obecność enzymów rozkładających reaktywne formy tlenu (RFT), istotną rolę pełni tam także obrona nieenzymatyczna, zależna od obecności takich związków jak: witaminy antyoksydacyjne (E, A i C), karotenoidy (szczególnie luteina i zeaksantyna) oraz składniki mineralne, takie jak selen i cynk. Badania wykazały, że dieta uboga w antyoksydanty (witaminy C, E, A, karotenoidy, cynk, selen) i wielonienasycone kwasy tłuszczowe, a także nadmierne spożycie cukrów prostych sprzyjają rozwojowi AMD (2, 3). Dlatego też sposób żywienia może mieć wpływ zarówno na wzrost ryzyka powstawania AMD jak i jego profilaktykę.

Celem pracy była ocena modyfikowalnych czynników ryzyka rozwoju zwyrodnienia plamki żółtej, ze szczególnym uwzględnieniem sposobu żywienia, w tym spożycia luteiny, u kobiet po 45-tym roku życia.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono od lipca do września 2013 r. wśród kobiet po 45 roku życia mieszkających w województwie zachodniopomorskim. Rozdano 117 ankiet, z czego poprawnie wypełnionych wróciło 57 (zwrotność 48,7%).

Do badań wykorzystano autorską ankietę składającą się z pytań dotyczących wieku, aktywności fizycznej, koloru tęczówki oka, występujących wad wzroku, a także stosowanej suplementacji. Badane określiły również częstotliwość spożycia warzyw, owoców, tłustych ryb oraz słodczy. Szczegółowe informacje o sposobie żywienia zebrano metodą bieżącego notowania. Kobiety, po uprzednim poinstruowaniu przez osobę przeprowadzającą badanie, na bieżąco notowały czas, rodzaj, ilość i sposób przygotowania spożywanych produktów i potraw oraz wypijanych płynów. Zapis obejmował 3 dni tygodnia (3×24 h) nie następujące po sobie, w tym jeden dzień wolny od pracy zawodowej. Wartość energetyczną i odżywczą całodziennych racji pokarmowych (crp) wyliczono za pomocą programu komputerowego Dieta 5.0, z uwzględnieniem stosowanej suplementacji. W celu interpretacji otrzymanych wyników zostały one porównane dla każdej kobiety indywidualnie z obowiązującymi normami żywienia na poziomie zalecanym, uwzględniając wiek, masę ciała i aktywność fizyczną (4). Na podstawie uzyskanych jadłospisów wyliczono także spożycie luteiny, uwzględniając rodzaj i ilość produktów spożytych przez badane kobiety w ciągu trzech analizowanych dni. Zawartość luteiny w produktach przyjęto w oparciu o dane znajdujące się w opracowaniu *Hamulki i Wawrzyniak* „Likopen i luteina. Rola prozdrowotna i ich zawartość w produktach” (5). Rekomendowane spożycie luteiny przyjęto na poziomie 6 mg/osobę/dobę (6).

W celu określenia prawidłowości masy do wysokości ciała badanych wykonano pomiary antropometryczne, mierząc masę ciała (za pomocą legalizowanej wagi lekarskiej, z dokładnością do 0,1 kg, rano, na czczo, w lekkiej odzieży wierzchniej) oraz wysokość ciała (w pozycji frankfurckiej, za pomocą wzrostomierza, z dokładnością do 0,5 cm). Na podstawie przeprowadzonych pomiarów wyliczono wskaźnik masy ciała ze wzoru: $BMI = \text{masa ciała (kg)} / \text{wysokość ciała (m)}^2$. Ocenę przeprowadzono wg klasyfikacji WHO (7).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Mimo że patogeneza AMD nie została do końca poznana, za najważniejszy czynnik ryzyka tej choroby uważa się wiek. *Smith* i współpr. (8) wykazali, że AMD było obecne u 0,2% populacji w wieku 55–64 lat oraz u 13% osób w wieku powyżej 85 roku życia. W wywiadzie stwierdzono, że ponad połowa ankietowanych kobiet miała zdiagnozowaną wadę wzroku, a AMD występowało u 3% badanych. Biorąc pod uwagę kolor tęczówki stwierdzono, że ponad 60% ankietowanych miało jasną jej barwę, w związku z czym znajdowało się w grupie zwiększonego ryzyka zachorowania na AMD w późniejszych latach życia.

Ze względu na obecność niemodyfikowalnych czynników ryzyka AMD wśród badanych (wiek i kolor tęczówki oka) istotna jest profilaktyka, polegająca m. in. na przestrzeganiu zasad prawidłowego żywienia i dbałości o utrzymanie prawidłowej

masy ciała, ponieważ nadmierna masa ciała jest jednym z czynników zwiększających ryzyko rozwoju AMD (2). Na podstawie analizy wartości wskaźnika BMI stwierdzono, że ponad połowa respondentek odznaczała się nadmierną masą ciała – tab. I. *Seddon* i współpr. (9) udowodnili, że ryzyko zachorowania i progresji AMD znacznie wzrasta u osób, których BMI wynosi 30 i więcej. Ryzyko to jest większe również u osób z BMI 25–29 w porównaniu do osób o prawidłowej masie ciała. Badania *Beaver Dam Eye Study* wykazały zależność między BMI a występowaniem wczesnych postaci AMD u kobiet, ale nie u mężczyzn (10). Osoby otyłe są bardziej narażone na AMD, ponieważ luteina magazynowana jest w tkance tłuszczowej, w związku z czym spada jej stężenie we krwi i w siatkówce oka, gdzie pełni ona rolę ochronną.

Tab e l a I. Prawidłowość masy w stosunku do wysokości ciała badanych kobiet określona na podstawie wartości wskaźnika BMI, n=57

Tab l e I. Body mass index (BMI) ranges of examined women, n=57

Wartość BMI	Interpretacja	% kobiet
<16	III stopień szczupłości	0
16,0 – 16,9	II stopień szczupłości	0
17,0 – 18,49	I stopień szczupłości	2
18,5 – 24,9	Zakres normy	42
25,0 – 29,9	Nadwaga	46
30,0 – 34,9	I stopień otyłości	8
35,0 – 39,9	II stopień otyłości	2
>40	III stopień otyłości	0

Przyczyną nadmiernej masy ciała mogą być błędy żywieniowe, które zwiększają ryzyko rozwoju AMD także niezależnie od wpływu na masę ciała. W profilaktyce AMD istotne jest odpowiednio częste spożywanie warzyw i owoców, tłustych ryb oraz ograniczenie ilości spożywanych słodczy. W warunkach hiperglikemii następuje bowiem nasilenie metabolizmu glukozy, któremu towarzyszy zwiększona produkcja wolnych rodników.

Tab e l a II. Częstotliwość spożycia warzyw, owoców, tłustych ryb i słodczy przez badane kobiety, n=57

Tab l e II. The frequency of consumption of vegetables, fruits, oily fish and sweets by the examined women, n=57

Częstotliwość \ Produkt	Warzywa	Owoce	Ryby tłuste	Słodczy
Kilka razy dziennie (% kobiet)	47,4	49,1	0	10,5
Raz dziennie (% kobiet)	36,8	28,1	0	35,1
3–4 razy w tygodniu (% kobiet)	12,3	8,77	10,5	17,5
1 raz w tygodniu (% kobiet)	1,75	12,3	38,7	15,8
Rzadziej (% kobiet)	1,75	1,75	50,8	21,1

W przeprowadzonych badaniach stwierdzono, że ponad połowa badanych kobiet jadła warzywa, owoce i tłuste ryby zbyt rzadko, natomiast słodczyce pojawiały się w diecie badanych często, ponad 45% badanych jadło je co najmniej raz dziennie – tab. II.

Robman i współpr. (11) zaobserwowali mniejsze ryzyko wystąpienia wczesnych postaci zwyrodnienia plamki żółtej u osób spożywających ryby częściej niż raz w tygodniu. *Cho* i współpr. (12) wykazali natomiast, że u osób, które spożywały ryby częściej niż 4 razy w tygodniu ryzyko zachorowania było mniejsze o 35% w porównaniu do osób spożywających ryby 3 lub mniej razy w miesiącu.

Tab e l a III. Średnie spożycie i procent realizacji zapotrzebowania na energię i główne składniki odżywcze w całodziennych racjach pokarmowych (crp) badanych kobiet, n=57

Table III. Average intake and percentage contribution from daily food rations to the demand for energy and major nutrients in the examined women, n=57

Składnik	Spożycie $\bar{x} \pm SD$	% normy $\bar{x} \pm SD$	% crp poniżej normy	% crp w normie	% crp powyżej normy
Wartość energetyczna (kcal)	1601±461	68,1±20,6	85	11	4
Białko ogółem (g)	69,9±18,3	115±36,3	23	19	58
Białko zwierzęce (g)	47,1±14,17	233±80,7	2	0	98
Białko roślinne (g)	22,8±7,16	56,4±20,7	95	5	0
Tłuszcz ogółem (g)	61,2±21,9	77,7±28,5	75	7	18
Kwasy tłuszczowe nasycone (g)	21,7±8,27	82,9±31,7	65	14	21
Kwasy tłuszczowe jednonienasycone (g)	22,8±8,70	87,1±33,5	63	16	21
Kwasy tłuszczowe wielonienasycone (g)	11,9±7,42	45,5±28,8	92	4	4
Kwasy tłuszczowe n-3 (g) w tym DHA+EPA (mg)	1,95±1,38 459±828	24,5±16,7 184±331	100 70	0 2	0 28
Kwasy tłuszczowe n-6 (g)	9,93±6,69	47,5±32,6	90	5	5
Cholesterol ogółem (mg)	279±99,1	92,9±33,0	54	16	30
Węglowodany ogółem (g)	210±69,0	60,0±20,5	91	7	2
Błonnik pokarmowy (g)	19,3±6,50	77,0±26,0	72	18	10
Sacharoza (g)	35,0±21,5	59,0±36,7	–	–	12

Analizując średnie dzienne spożycie wybranych składników odżywczych stwierdzono zbyt małą, nie odpowiadającą zapotrzebowaniu, wartość energetyczną całodziennych racji pokarmowych badanych kobiet – tab. III. Zbyt małe było również spożycie białka roślinnego, tłuszczu ogółem, kwasów tłuszczowych (zarówno nasyconych, jak i nienasyconych), węglowodanów ogółem oraz błonnika pokarmowego. Wykazano zbyt duże, przekraczające normy, spożycie białka ogółem, które wynikało ze zbyt dużego spożycia białka zwierzęcego.

Wykazano również zbyt małe w stosunku do zapotrzebowania spożycie nienasyconych kwasów tłuszczowych, zarówno z rodziny n-3 jak i n-6, które wynikało z niewielkiego spożycia tłuszczów roślinnych i tłustych ryb. Na szczególną uwa-

gę zasługuje spożycie kwasów eikozapentaenowego (EPA) i dokozaheksaenowego (DHA). Ich średnie spożycie przez ankietowane kobiety znacznie przekraczało normę, co wynikało ze stosowania przez część kobiet suplementacji diety tymi kwasami w dawkach znacznie przekraczających zapotrzebowanie. Jednak zdecydowana większość (70%) kobiet spożywała zbyt małą ilość ze względu na małą częstotliwość spożycia tłustych ryb, które są źródłem tych kwasów. W związku z tym, wiele badanych kobiet może znajdować się w grupie większego ryzyka zachorowania na AMD. Szczególnie ważny jest kwas DHA, który stanowi 50% wszystkich wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w obrębie błon zewnętrznych segmentów fotoreceptorów. Udowodniono korzystny wpływ kwasu DHA na zmniejszenie ryzyka wystąpienia AMD (13).

Przyjmuje się, że stres oksydacyjny jest najważniejszym czynnikiem w patomechanizmie AMD, dlatego też zarówno w profilaktyce jak i terapii tego schorzenia istotną rolę pełnią związki o charakterze przeciwutleniaczy.

T a b e l a IV. Średnie spożycie i procent realizacji zapotrzebowania na wybrane witaminy i składniki mineralne oraz luteinę w całodziennych racjach pokarmowych (crp) badanych kobiet, n=57

T a b l e IV. Average intake and percentage contribution from daily food rations to the demand for selected vitamins, minerals and lutein in the examined women, n=57

Składnik	Spożycie $\bar{x} \pm SD$	% normy $\bar{x} \pm SD$	% crp poniżej normy	% crp w normie	% crp powyżej normy
Sód (mg)	1661 $\pm$ 563	115 $\pm$ 38,9	28	18	54
Potas (mg)	3200 $\pm$ 833	68,1 $\pm$ 17,7	91	9	0
Wapń (mg)	572 $\pm$ 219	57,2 $\pm$ 18,3	98	0	2
Fosfor (mg)	1141 $\pm$ 307	163 $\pm$ 43,9	5	9	86
Magnez (mg)	270 $\pm$ 86,7	84,3 $\pm$ 27,1	56	25	19
Żelazo (mg)	9,90 $\pm$ 3,12	81,3 $\pm$ 37,6	65	11	24
Cynk (mg)	8,80 $\pm$ 2,50	110 $\pm$ 31,2	30	21	49
Miedź (mg)	1,10 $\pm$ 0,36	122 $\pm$ 40,2	23	14	63
Witamina A (ekw. retinolu) (μ g)	752 $\pm$ 332	107 $\pm$ 47,4	46	19	35
Folacyna ogółem (μ g)	282 $\pm$ 86,9	70,6 $\pm$ 21,7	84	11	5
Witamina D (μ g)	3,78 $\pm$ 3,71	56,4 $\pm$ 66,3	84	4	12
Witamina E (mg)	9,83 $\pm$ 3,79	123 $\pm$ 47,4	35	5	60
Witamina C (mg)	103 $\pm$ 57,2	137 $\pm$ 76,3	26	16	58
Witamina B1 (mg)	1,03 $\pm$ 0,36	91,0 $\pm$ 32,9	56	18	26
Witamina B2 (mg)	1,44 $\pm$ 0,42	127 $\pm$ 38,4	14	23	63
Witamina B6 (mg)	1,66 $\pm$ 0,51	118 $\pm$ 37,1	26	18	56
Witamina B12 (μ g)	3,75 $\pm$ 2,25	158 $\pm$ 93,8	25	23	53
Niacyna (mg)	16,0 $\pm$ 5,19	114 $\pm$ 37,1	32	14	54
Luteina (mg)	5,69 $\pm$ 5,27	95,2 $\pm$ 87,8	68	9	23

Średnie dzienne spożycie wybranych witamin oraz składników mineralnych przedstawiono w tab. IV. Biorąc pod uwagę ich ilość w crp stwierdzono niedobory potasu, wapnia, magnezu i żelaza, a także folacyny i witaminy D. Zbyt duże było natomiast średnie spożycie fosforu, miedzi, witamin C, E i B12. Jednak 26% badanych nie realizowało zapotrzebowania na witaminę C, w diecie 35% badanych stwierdzono niedobory witaminy E, a w 46% crp – niedobory witaminy A.

Witamina C ma zdolności do wchodzenia w reakcje z wolnymi rodnikami tlenowymi prowadząc do ich unieszkodliwiania. Pośrednio chroni także lipidy błon komórkowych poprzez reaktywację witaminy E. Jednak wyniki badań dotyczących profilaktycznego działania witaminy C i E w stosunku do AMD są niejednoznaczne. Biorąc pod uwagę antyoksydacyjny charakter tych witamin warto jednak zadbać o odpowiednią ich ilość w diecie (14).

Nie ma także jednoznacznych wyników badań dowodzących związku między spożyciem witaminy A a występowaniem AMD. Badania *National Health and Nutrition Examination Survey (NHNES)* wykazały o 40% mniejsze ryzyko rozwoju AMD u osób, które spożywały produkty bogate w witaminę A przynajmniej raz dziennie w porównaniu do osób spożywających je raz w tygodniu (15). Efekt ochronnego działania witaminy A w tym zakresie nie został jednak potwierdzony w dalszych badaniach. Sugeruje się, że w badaniach *NHNES* ochronny wpływ wywierały karotenoidy zawarte w spożywanych produktach (1).

Obronę antyoksydacyjną siatkówki może osłabiać również niedobór cynku i seleniu. W grupie badanych kobiet średnie spożycie cynku mieściło się w granicach normy, ale u 30% ankietowanych wykazano zbyt niskie jego spożycie, co może przyczyniać się do zwiększenia ryzyka zachorowania na AMD.

Bardzo istotną rolę w profilaktyce zwyrodnienia plamki żółtej spełnia również luteina. Wyróżnia się dwa mechanizmy działania, które składają się na ochronną funkcję przez nią pełnioną. Luteina obecna w siatkówce oka ma zdolność pochłaniania promieniowania o dł. fali $\lambda = 450$ nm, dlatego stanowi filtr dla światła niebieskiego, a także zapobiega fotooksydacji. Średnie spożycie luteiny przez badane kobiety mieściło się w granicach zaleceń, jednak 68% kobiet spożywało zbyt małe jej ilości, poniżej 6 mg, co w dłuższym okresie czasu skutkować może wzrostem ryzyka zachorowania na AMD. W badaniu *Delcourt* i wspłpr. (16) wykazano, że wysokie stężenie luteiny we krwi związane jest z rzadszym występowaniem zaawansowanych postaci AMD.

Z powodu błędów żywieniowych codzienna dieta może nie dostarczać odpowiednich ilości związków niezbędnych w profilaktyce chorób. Coraz bardziej popularna staje się więc jej suplementacja. Stwierdzono, że 39% ankietowanych kobiet spożywało suplementy diety. Większość z nich (78%) deklarowała codzienne ich stosowanie. Najczęściej stosowanym suplementem był magnez z witaminą B6. Jedynie trzy spośród stosowanych przez badane kobiety preparatów zawierały luteinę: Maxivision Total – 20 mg/1 kapsułkę; Vigor – 300 µg/1 kapsułkę; Ocuville Lutein Forte – 6 mg/1 kapsułkę. Preparat Vigor nie dostarczał więc luteiny na poziomie spełniającym dzienne zalecenie na ten składnik.

Istotnym w rozwoju AMD czynnikiem modyfikowalnym jest również palenie tytoniu (17). Co piąta badana kobieta deklarowała palenie tytoniu, z czego połowa wypalała od 5 do 10 papierosów dziennie. W badaniu *EUREYE Study*,

przeprowadzonym wśród 4750 przypadkowo wybranych osób, u obecnych palaczy stwierdzono 2,6-krotnie wyższe ryzyko wystąpienia AMD, natomiast u byłych palaczy ryzyko było zwiększone 1,7-krotnie w stosunku do osób, które nie paliły tytoniu (18). Udowodniono, że palenie może przyczyniać się zarówno do zapoczątkowania choroby jak i jej progresji.

WNIOSKI

W badanej grupie kobiet występowały niemodyfikowalne i modyfikowalne czynniki ryzyka rozwoju AMD, takie jak jasny kolor tęczówki oka, nadmierna masa ciała oraz palenie papierosów, a obserwowane nieprawidłowości w żywieniu wielu kobiet (tj. niedobór witamin antyoksydacyjnych, luteiny i niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych) mogą zwiększać ryzyko rozwoju AMD. Wskazane jest podjęcie działań profilaktycznych w celu zapobiegania rozwojowi zwyrodnienia plamki żółtej, tym bardziej, że badane kobiety wchodziły w okres życia, w którym ryzyko rozwoju AMD istotnie wzrasta.

J. Sadowska, A. Kujawa

THE ESTIMATION OF MODIFIABLE RISK FACTORS FOR MACULAR DEGENERATION IN EXAMINED GROUP OF WOMEN OVER 45 YEARS OF AGE

Summary

The aim of the study was to evaluate modifiable risk factors for age-related macular degeneration (AMD), with particular reference to diet, including lutein intake, in examined group of women over 45 years of age. The study was conducted in the summer of 2013 in a group of 57 women over 45 years old, living in West Pomerania Province, in whom modifiable risk factors for AMD were identified.

The analysis of the results showed the insufficient intake of polyunsaturated fatty acids, both of the n-6 and n-3 families. Average intakes of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids were higher than recommended, although they were insufficient in most of the women's diets. The average daily intake of antioxidants (vitamins A, E, C and zinc) was sufficient, but from 25% to 46% of the daily food rations were antioxidant-deficient. The average intake of lutein was within the recommended range, however, it was shown that a significant number of respondents had consumed insufficient amounts of lutein. In the study group, there were also other risk factors for AMD, such as the bright color of the iris, excessive body weight, and tobacco smoking habit. It is, therefore, advisable to take steps to prevent AMD, especially given the fact that these women are entering a period of life when the risk of AMD is considerably higher.

PIŚMIENNICTWO

1. Beatty S., Koh H., Phil M., Henson D., Boulton M.: The role of oxidative stress in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Surv. Ophthalmol.*, 2000; 45(2): 115-134. – 2. Ersoy L., Ristau T., Lechanteur Y.T., Hahn M., Hoyng C.B., Kirchhof B., den Hollander A.F., Fauser S.: Nutritional risk factors for age-related macular degeneration. *Biomed. Res. Int.*, 2014; doi: 10.1155/2014/413150. – 3. Sin H.P., Liu D.T., Lam D.S.: Lifestyle modification, nutritional and vitamins supplements for age-related macular degeneration. *Acta Ophthalmol.*, 2013; 91(1): 6-11. – 4. Jarosz M.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2012. – 5. Hamulka J., Wawrzyniak A.: Likopen i luteina – rola prozdrowotna i ich zawartość w produktach. Wyd. SGGW, Warszawa 2004. – 6. Szostak W.B., Szostak-Węgierek D.: Żywienie w profilaktyce zwyrodnienia plamki żółtej. *Przegl. Lek.*, 2008;

- 65(6): 6-8. – 7. WHO. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Geneva 2003. – 8. *Smith W., Assink J., Klein R., Mitchell P., Klaver C.C., Klein B.E., Hofman A., Jensen S., Wang J.J., de Jong P.T.*: Risk factors for age-related macular degeneration: Pooled findings from three continents. *Ophthalmology*, 2001; 108(4): 697-704. – 9. *Seddon J.M., Cote J., Davis N., Rosner B.*: Progression of age-related macular degeneration: association with body mass index, waist circumference, and waist-hip ratio. *Arch. Ophthalmol.*, 2003; 121(6): 785-792. – 10. *Klein B.E., Klein R., Lee K.E., Jensen S.C.*: Measures of obesity and age-related eye diseases. *Ophthalmic Epidemiol.*, 2001; 8(4): 251-262.
11. *Robman L., Vu H., Hodge A.*: Dietary lutein, zeaxanthin, and fats and the progression of age-related macular degeneration. *Can. J. Ophthalmol.*, 2007; 42 (5): 720-726. – 12. *Cho E., Hung S., Willett W.C.*: Prospective study of dietary fat and the risk of age-related macular degeneration. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2001; 73(2): 209-218. – 13. *García-Layana A., Recalde S., Alamán A.S., Robredo P.F.*: Effects of lutein and docosahexaenoic acid supplementation on macular pigment optical density in a randomized controlled trial. *Nutrients*, 2013; 5(2): 543-551. – 14. *Wiktorowska-Owczarek A., Nowak J.*: Patogeneza i profilaktyka AMD: rola stresu oksydacyjnego i antyoksydantów. *Postepy Hig. Med. Dosw.*, 2010; 64, 333-343. – 15. *Goldberg J., Flowerdew G., Smith E.*: Factors associated with age-related macular degeneration. An analysis of data from the first National Health and Nutrition Examination Survey. *Am. J. Epidemiol.*, 1988; 128(4): 700-710. – 16. *Delcourt C., Carriere I., Delage M.*: Plasma lutein and zeaxanthin and other carotenoids as modifiable risk factors for age-related maculopathy and cataract: the POLA Study. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.*, 2006; 47(6): 2329-2335. – 17. *Velilla S., García-Medina J.J., García-Layana A., Dolz-Marco R., Pons-Vázquez S., Pinazo-Durán MD., Gómez-Ulla F., Arévalo J.F., Díaz-Llopis M., Gallego-Pinazo R.*: Smoking and age-related macular degeneration: review and update. *J. Ophthalmol.*, 2013; doi: 10.1155/2013/895147. – 18. *Chakravarthy U., Augood C., Bentham G.C., de Jong P.T., Rahu M., Seland J., Soubrane G., Tomazzoli L., Topouzis F., Vingerling J.R., Vioque J., Young I.S., Fletcher A.E.*: Cigarette smoking and age-related macular degeneration in the EUREYE Study. *Ophthalmology*, 2007; 114(6): 1157-1163.

Adres: 71-459 Szczecin, ul. Papieża Pawła VI 3

Katarzyna Szajnar, Agata Znamirska, Małgorzata Pawlos, Dorota Kalicka

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE I PROFIL TEKSTUROMETRYCZNY JOGURTÓW WZBOGACONYCH CYTRYNIANEM WAPNIA

Zakład Technologii Mleczarstwa,
Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik: dr hab. inż. prof UR A. Znamirska

Celem pracy było określenie wpływu zastosowanej dawki fortyfikacji wapniem na kwasowość i synerzę, teksturę jogurtów, jak również określenie jakości fortyfikowanych jogurtów w trakcie 21-dniowego czasu przechowywania chłodniczego. Wzbogacanie wapniem jogurtów ogranicza ilość wydzielanej serwatki i tendencja ta utrzymuje się przez cały okres przechowywania. Fortyfikacja wapniem jogurtów nie wpływała znacząco na twardość, sprężystość i adhezyjność skrzepów.

Hasła kluczowe: jogurt, fortyfikacja wapniem, tekstura, kwasowość, syneresa.
Key words: yogurt, calcium fortification, texture, acidity, syneresis.

Jogurty zawierają wiele cennych składników mineralnych, m.in. fosfor, potas, magnez, a przede wszystkim wapń, który jest podstawowym materiałem budulcowym kości i zębów (1, 2). Wielkość rocznego spożycia jogurtów w Polsce szacuje się na 7–8 kg/osobę, a przewidywany wzrost spożycia tych napojów w 2015 r. szacuje się na 9,2 kg/osobę (3). Zalecane dzienne spożycie wapnia wynosi od 200 do 260 mg/osobę dla niemowląt, 700–1000 mg/osobę dla dzieci od 4 do 9 lat, zaś dla dzieci w przedziale wiekowym 1–3 lat zalecenie wynosi do 700 mg, 1300 mg/osobę dla dziewcząt i chłopców w wieku 10–18 lat. Dla kobiet i mężczyzn w wieku 19–75 lat podaż wapnia powinna wynosić 1000–1200 mg/osobę, dla kobiet ciężarnych i karmiących 1000–1300 mg/osobę (4).

Pomimo kampanii społecznych mających na celu zachęcić mieszkańców Polski do większego spożycia wapnia głównie pod postacią przetworów mlecznych – jego spożycie z dietą jest wciąż niewystarczające. Średnie spożycie tego pierwiastka oscyluje między 600–700 mg/dzień w przypadku osób dorosłych, wśród osób w wieku 9–18 lat wynosi odpowiednio 850 mg/dzień u chłopców oraz 690 mg/dzień u dziewcząt. Stanowi to zatem tylko ok. 60% zalecanego dziennego spożycia (5). Rozbieżność między niskim spożyciem wapnia, a zaleceniami dietetyków doprowadziła do wprowadzania do obrotu żywności i napojów wzbogacanych w wapń. W światowych badaniach w celu wyrównania niedoborów wapnia proponuje się fortyfikację produktów mlecznych takich jak: jogurt, lody, twaróg, śmietana, serki homogenizowane, mleko i desery (6, 7). Jogurt i fermentowane produkty mleczne są jednymi z najbardziej popularnych produktów mlecznych spożywanych na całym

świecie. Zawartość wapnia w jogurcie wynosi od 88 mg do 184 mg/100 g produktu (2, 8). Biodostępność wapnia z jogurtu jest jeszcze wyższa niż z mleka. Zawarta w jogurtach laktoza oraz witamina D zwiększa biodostępność tego pierwiastka, reguluje stosunek wapnia do fosforu we krwi, ponadto utrzymuje stały poziom wapnia w osoczu, a także stymuluje proces wchłaniania zwrotnego tego pierwiastka w nerkach (9). Wapń zawarty w produktach mlecznych jest łatwiej absorbowany przez jelito niż wapń z innych produktów np. zbożowych czy warzywnych (10, 11). Niskie pH jogurtu powoduje obecność wapnia w produkcie w formie jonowej a tym samym ułatwia jego wchłanianie (11, 12). Prognozowane coraz wyższe spożycie jogurtów oraz jego właściwości, preferują ten napój jako dobry nośnik wapnia w celu zmniejszenia niedoborów tego pierwiastka w diecie Polaków. Jednak ilość wprowadzonego wapnia w postaci np. cytrynianu może kształtować właściwości jogurtów.

Celem pracy było określenie wpływu zastosowanej dawki fortyfikacji wapniem na kwasowość i synerezę, teksturę jogurtów, jak również określenie jakości fortyfikowanych jogurtów w trakcie 21-dniowego czasu przechowywania chłodniczego.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było mleko krowie pasteryzowane o zawartości tłuszczu 2% (OSM „Resmlecz” Trzebownik), mleko w proszku odtłuszczone, (SM Gostyń), szczepy starterowe YC-X16 (Chr. Hansen), oraz cytrynian triwapniowy (Jungbunzlauer). Mleko zagęszczono dodatkiem 3% mleka w proszku, fortyfikowano cytrynianem triwapniowym (Jungbunzlauer) wg zaplanowanego układu doświadczenia tj. 0 (kontrolna), 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 i 80 mg wapnia/100 g mleka w postaci odpowiedniej dawki cytrynianu triwapniowego, wyliczonej z masy cząsteczkowej. Następnie zhomogenizowano i podgrzano do temp. zaszczerpienia tj. 43°C. Mleka rozlano do opakowań o poj. 100 cm³ z pokrywką i zakodowano. Inkubację przeprowadzono w temp. 43°C przez 4,5 godz., następnie schłodzono do 5°C i przechowywano w tej temperaturze przez 21 dni. Oznaczono: pH (mikrokomputerowym pH-metrem Elmetron CPC-411) i synerezę (jako procentowy wyciek serwatki z 25 g napoju po 120 min, w temp. 5°C). Teksturę oznaczono teksturometrem Brookfield CT3 z wykorzystaniem testu TPA, wprowadzając ustawienia: siła 0,1 N, prędkość głowicy 1 mm/s, sonda TA3/100. Ocenę jakości jogurtów wykonano w terminach: 1 dzień, 7 dni, 14 dni i 21 dni. Z uzyskanych danych obliczono średnią i odchylenie standardowe oraz współczynniki korelacji prostej (r) w programie Statistica v. 10. Istotność różnic pomiędzy grupami oznaczono testem Tukeya przy poziomie istotności $p \leq 0,005$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

W pierwszym dniu oznaczeń pH jogurtów kontrolnych wynosiło 4,53, a jogurtów fortyfikowanych mieściło się w przedziale od 4,49 do 4,53. Podobnych spostrzeżeń dokonali *Gustaw* i współpr. (13) których jogurty po fermentacji uzyskały pH = 4,53. Wszystkie analizowane skrzepy jogurtowe odznaczały się odpowiednią kwasowość-

cią czynną, zgodną z danymi zawartymi w piśmiennictwie, wg których pH jogurtu powinno wynosić 4,0–4,5 (2, 14, 15). Kwasowość czynna we wszystkich badanych napojach fermentowanych malała wraz z wydłużaniem czasu przechowywania chłodniczego.

Tab e l a I. Wpływ zastosowanej dawki wapnia na pH jogurtów podczas przechowywania ($\bar{x} \pm SD$)

Table I. Effect of applied calcium dose on the active acidity of yogurts during the cold storage ($\bar{x} \pm SD$)

Lp.	Dodatek Ca (mg)	Czas przechowywania			
		1 dzień	7 dni	14 dni	21 dni
		pH			
1	0	4,525 $\pm$ 0,005 ^a	4,435 $\pm$ 0,015 ^a	4,375 $\pm$ 0,005 ^{ac}	4,350 $\pm$ 0,010 ^a
2	10	4,520 $\pm$ 0,008 ^a	4,405 $\pm$ 0,005 ^b	4,355 $\pm$ 0,015 ^{ab}	4,345 $\pm$ 0,005 ^a
3	20	4,533 $\pm$ 0,015 ^a	4,400 $\pm$ 0,010 ^{cb}	4,365 $\pm$ 0,005 ^{ac}	4,360 $\pm$ 0,010 ^a
4	30	4,500 $\pm$ 0,000 ^a	4,400 $\pm$ 0,010 ^b	4,345 $\pm$ 0,005 ^{ab}	4,350 $\pm$ 0,010 ^a
5	40	4,505 $\pm$ 0,015 ^a	4,385 $\pm$ 0,005 ^{cb}	4,345 $\pm$ 0,015 ^{ab}	4,325 $\pm$ 0,005 ^b
6	50	4,495 $\pm$ 0,045 ^a	4,375 $\pm$ 0,005 ^c	4,330 $\pm$ 0,020 ^b	4,320 $\pm$ 0,000 ^b
7	60	4,500 $\pm$ 0,010 ^a	4,390 $\pm$ 0,010 ^{cb}	4,335 $\pm$ 0,005 ^b	4,320 $\pm$ 0,000 ^b
8	70	4,490 $\pm$ 0,017 ^a	4,380 $\pm$ 0,010 ^{cb}	4,390 $\pm$ 0,010 ^c	4,360 $\pm$ 0,000 ^{da}
9	80	4,486 $\pm$ 0,015 ^a	4,375 $\pm$ 0,005 ^c	4,405 $\pm$ 0,005 ^c	4,335 $\pm$ 0,015 ^d
Współczynnik korelacji prostej (r)		–0,6398	–0,8003	0,2523	–0,3256

a,b,c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$);

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

W pierwszym i siódmym dniu przechowywania wykazano istotną korelację pomiędzy ilością wprowadzonego do jogurtów wapnia, a kwasowością czynną co oznacza, że zwiększanie dawki fortyfikacji wapniem powodowało obniżanie pH jogurtów. Należy dodać, że po 14 i 21 dniach składowania chłodniczego siła zależności korelacyjnych była nieistotna wskazując, że ilość wprowadzonego wapnia nie wpływa na pH w późniejszych terminach przechowywania. W badaniach Ziarno i współpr. (16) próbki maślanek wzbogacanych cytrynianem wapnia, glukonianem lub wodorooasparaginianem magnezu i białkami serwatkowymi również cechowały się zmiennymi wartościami pH w okresie 14 dni chłodniczego przechowywania.

Badane jogurty odznaczały się coraz niższym wyciekaniem serwatki wraz z wydłużaniem czasu przechowywania chłodniczego. Na wielkość synerезy miała również wpływ zastosowana dawka fortyfikacji wapniem. Wprowadzenie do jogurtów 80 mg wapnia ogranicza wyciek serwatki o ok. 2–3% w porównaniu do jogurtów nie wzbogacanych w wapń i tendencja ta utrzymuje się przez cały okres przechowywania.

Po 21 dniach magazynowania próby kontrolne odznaczały się znacznie niższą wielkością synerезy na poziomie 32,96%, w porównaniu do pomiaru dokonanego w pierwszym dniu po produkcji (37,65%). Magen i współpr. (17) uzyskali jogurty z mleka poddanego ultrafiltracji, które odznaczały się wyciekaniem serwatki na podobnym poziomie, wynoszącym 36,00%.

Tabela II. Wpływ zastosowanej dawki wapnia na synerżę (%) jogurtów podczas przechowywania ($\bar{x} \pm SD$)Table II. Effect of applied calcium dose on the syneresis (%) of yogurts during the cold storage ($\bar{x} \pm SD$)

Lp.	Dodatek Ca (mg)	Czas przechowywania			
		1 dzień	7 dni	14 dni	21 dni
		Synereza (%)			
1	0	37,650 $\pm$ 0,890 ^a	33,645 $\pm$ 0,895 ^{abcde}	33,395 $\pm$ 0,515 ^a	32,955 $\pm$ 0,675 ^b
2	10	35,930 $\pm$ 1,120 ^a	35,385 $\pm$ 1,655 ^{acde}	32,105 $\pm$ 0,255 ^a	33,090 $\pm$ 0,590 ^b
3	20	36,075 $\pm$ 0,465 ^a	32,035 $\pm$ 1,515 ^{bd}	32,560 $\pm$ 0,520 ^a	32,515 $\pm$ 1,625 ^{ab}
4	30	33,345 $\pm$ 1,105 ^b	33,435 $\pm$ 1,135 ^{abcde}	30,875 $\pm$ 0,325 ^{bc}	31,590 $\pm$ 0,320 ^{ab}
5	40	36,630 $\pm$ 0,020 ^{abcd}	32,360 $\pm$ 0,930 ^{ad}	30,340 $\pm$ 0,020 ^{bc}	31,640 $\pm$ 0,800 ^{ab}
6	50	36,800 $\pm$ 1,370 ^d	32,645 $\pm$ 0,505 ^{abcd}	29,525 $\pm$ 0,505 ^b	32,950 $\pm$ 0,610 ^b
7	60	34,485 $\pm$ 0,315 ^c	35,480 $\pm$ 0,160 ^{ce}	30,655 $\pm$ 0,605 ^{bc}	33,340 $\pm$ 0,240 ^b
8	70	34,205 $\pm$ 0,445 ^b	34,670 $\pm$ 1,460 ^{abcde}	31,515 $\pm$ 0,345 ^c	32,850 $\pm$ 1,050 ^{ab}
9	80	35,235 $\pm$ 1,155 ^{bd}	36,170 $\pm$ 0,290 ^e	30,320 $\pm$ 0,990 ^{bc}	30,555 $\pm$ 0,485 ^a
Współczynnik korelacji prostej (r)		-0,4191	0,3622	-0,6658	-0,2872

a,b,c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$);

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Tabela III. Wpływ zastosowanej dawki wapnia na twardość (N) jogurtów podczas przechowywania ($\bar{x} \pm SD$)Table III. Effect of applied calcium dose on the hardness (N) of yogurts during the cold storage ($\bar{x} \pm SD$)

Lp.	Dodatek Ca (mg)	Czas przechowywania			
		1 dzień	7 dni	14 dni	21 dni
		Twardość (N)			
1	0	3,193 $\pm$ 0,096 ^{ab}	3,220 $\pm$ 0,099 ^{ac}	3,210 $\pm$ 0,112 ^{ad}	3,157 $\pm$ 0,143 ^{ace}
2	10	3,087 $\pm$ 0,143 ^{ab}	3,187 $\pm$ 0,019 ^{ac}	3,113 $\pm$ 0,066 ^{ad}	3,093 $\pm$ 0,152 ^{ace}
3	20	3,227 $\pm$ 0,057 ^a	3,550 $\pm$ 0,086 ^{bc}	3,653 $\pm$ 0,186 ^{bd}	3,393 $\pm$ 0,066 ^b
4	30	3,293 $\pm$ 0,009 ^a	3,393 $\pm$ 0,138 ^{abc}	3,350 $\pm$ 0,033 ^{abd}	3,300 $\pm$ 0,073 ^{abcde}
5	40	3,147 $\pm$ 0,068 ^{ab}	3,237 $\pm$ 0,110 ^{ac}	3,147 $\pm$ 0,115 ^{acd}	3,040 $\pm$ 0,016 ^c
6	50	3,093 $\pm$ 0,154 ^{ab}	3,127 $\pm$ 0,132 ^a	3,173 $\pm$ 0,025 ^{acd}	2,803 $\pm$ 0,012 ^d
7	60	3,287 $\pm$ 0,061 ^a	3,167 $\pm$ 0,009 ^{ac}	3,020 $\pm$ 0,180 ^{ac}	2,947 $\pm$ 0,074 ^d
8	70	2,987 $\pm$ 0,139 ^b	3,223 $\pm$ 0,221 ^{ac}	3,157 $\pm$ 0,267 ^{acd}	3,240 $\pm$ 0,085 ^{ec}
9	80	3,167 $\pm$ 0,034 ^{ab}	3,417 $\pm$ 0,109 ^{cb}	3,437 $\pm$ 0,077 ^{ad}	3,200 $\pm$ 0,102 ^{ec}
Współczynnik korelacji prostej (r)		-0,1548	-0,0331	-0,0756	-0,1714

a,b,c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Tabela IV. Wpływ zastosowanej dawki wapnia na adhezyjność (mJ) jogurtów podczas przechowywania ($\bar{x} \pm SD$)

Table IV. Effect of applied calcium dose on the adhesiveness (mJ) of yogurts during the cold storage ($\bar{x} \pm SD$)

Lp.	Dodatek Ca (mg)	Czas przechowywania (dni)			
		1 dzień	7 dni	14 dni	21 dni
		Adhezyjność (mJ)			
1	0	8,200 $\pm$ 1,424 ^a	8,267 $\pm$ 1,391 ^a	9,433 $\pm$ 2,778 ^a	8,567 $\pm$ 1,597 ^a
2	10	9,133 $\pm$ 1,226 ^a	7,000 $\pm$ 0,816 ^a	8,133 $\pm$ 0,732 ^a	8,300 $\pm$ 2,211 ^a
3	20	9,600 $\pm$ 0,909 ^a	6,767 $\pm$ 1,144 ^a	9,267 $\pm$ 0,556 ^a	7,467 $\pm$ 1,926 ^a
4	30	9,333 $\pm$ 0,386 ^a	7,633 $\pm$ 1,731 ^a	8,667 $\pm$ 4,337 ^a	7,733 $\pm$ 2,004 ^a
5	40	9,233 $\pm$ 1,021 ^a	7,333 $\pm$ 0,929 ^a	8,033 $\pm$ 0,772 ^a	7,933 $\pm$ 0,754 ^a
6	50	9,167 $\pm$ 1,642 ^a	8,000 $\pm$ 1,871 ^a	7,933 $\pm$ 1,053 ^a	6,433 $\pm$ 0,205 ^a
7	60	8,733 $\pm$ 1,190 ^a	7,600 $\pm$ 0,963 ^a	7,833 $\pm$ 0,525 ^a	6,733 $\pm$ 1,078 ^a
8	70	8,333 $\pm$ 1,799 ^a	7,333 $\pm$ 0,419 ^a	7,167 $\pm$ 0,471 ^a	7,233 $\pm$ 2,841 ^a
9	80	9,167 $\pm$ 0,330 ^a	7,467 $\pm$ 1,563 ^a	6,633 $\pm$ 1,250 ^a	6,767 $\pm$ 0,873 ^a
Współczynnik korelacji prostej (r)		-0,0458	0,0251	-0,3858	-0,4526

a,b,c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$);

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Tabela V. Wpływ zastosowanej dawki wapnia na sprężystość (mm) jogurtów podczas przechowywania ($\bar{x} \pm SD$)

Table V. Effect of applied calcium dose on the springiness (mm) of yogurts during the cold storage ($\bar{x} \pm SD$)

Lp.	Dodatek Ca (mg)	Czas przechowywania			
		1 dzień	7 dni	14 dni	21 dni
		Sprężystość (mm)			
1	0	14,830 $\pm$ 2,446 ^a	15,347 $\pm$ 0,737 ^a	13,207 $\pm$ 1,709 ^a	14,550 $\pm$ 0,290 ^a
2	10	13,607 $\pm$ 0,823 ^a	14,350 $\pm$ 1,388 ^a	13,803 $\pm$ 1,173 ^a	14,843 $\pm$ 1,603 ^a
3	20	12,810 $\pm$ 0,665 ^a	14,440 $\pm$ 3,420 ^a	14,560 $\pm$ 1,720 ^a	14,143 $\pm$ 1,075 ^a
4	30	14,583 $\pm$ 0,394 ^a	17,610 $\pm$ 2,871 ^a	17,893 $\pm$ 1,840 ^a	14,863 $\pm$ 1,322 ^a
5	40	15,030 $\pm$ 0,950 ^a	18,003 $\pm$ 2,061 ^a	13,353 $\pm$ 0,951 ^a	14,403 $\pm$ 0,458 ^a
6	50	13,270 $\pm$ 0,978 ^a	15,907 $\pm$ 2,365 ^a	14,350 $\pm$ 3,182 ^a	14,130 $\pm$ 0,364 ^a
7	60	14,707 $\pm$ 1,967 ^a	14,533 $\pm$ 0,980 ^a	13,463 $\pm$ 0,440 ^a	13,827 $\pm$ 0,530 ^a
8	70	16,090 $\pm$ 3,326 ^a	19,130 $\pm$ 7,128 ^a	14,147 $\pm$ 1,395 ^a	18,643 $\pm$ 7,599 ^a
9	80	13,720 $\pm$ 1,930 ^a	13,557 $\pm$ 0,741 ^a	18,517 $\pm$ 7,163 ^a	12,407 $\pm$ 0,810 ^a
Współczynnik korelacji prostej (r)		0,1179	0,0683	0,216	-0,1341

a,b,c – średnie oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$)

Źródło: opracowanie własne na podstawie przeprowadzonych badań

Na twardość, adhezyjność i sprężystość jogurtów podczas 21 dni przechowywania chłodniczego nie wpłynęła znacząco ilość wprowadzonego wapnia w postaci cytrynianu. Użyty w doświadczeniu cytrynian triwapniowy jest słabo rozpuszczalny w wodzie w związku z tym nie wpływa istotnie na kosystencję jak i również twardość jogurtów. Twardość badanych jogurtów mieściła się w przedziale od 2,803 N do 3,653 N, adhezyjność od 6,433 mJ do 9,433 mJ, a sprężystość od 12,407 mm do 19,130 mm

Jak podają dane literatury, wyniki twardości skrzepów mogą być znacznie niższe 0,23 N (18), lub mogą się odznaczać większą twardością równą 10,08 N (19).

WNIOSKI

1. Ilość wprowadzonego wapnia w postaci cytrynianu istotnie obniża pH jogurtów w 1 i 7 dniu przechowywania chłodniczego. Wraz z wydłużeniem czasu składowania zaobserwowano ograniczenie wpływu zastosowanej dawki fortyfikacji wapniem na kwasowość czynną jogurtów.

2. Fortyfikacja wapniem jogurtów ogranicza ilość wydzielanej serwatki i tendencja ta utrzymuje się przez cały okres przechowywania.

3. Fortyfikacja wapniem jogurtów nie wpływała znacząco na twardość, sprężystość i adhezyjność skrzepów.

K. Szajnar, A. Znamirska, M. Pawlos, D. Kalicka

PHYSICO-CHEMICAL AND TEXTURAL PROPERTIES OF CALCIUM CITRATE-ENRICHED YOGURTS

Summary

The aim of this study was to determine the effect of the dose of calcium on the acidity, syneresis and texture profile of yogurts, as well as to determine the quality parameters of fortified yogurts after 21 days of cold storage. The dose of calcium introduced as calcium citrate significantly decreases pH of fermented milk beverages at first and seventh day of storage. The impact of the dose of calcium fortification on the active acidity of yogurts was weaker with longer time of storage. The enrichment of yogurts in calcium reduced syneresis and this trend continued throughout the storage period. The fortification of yogurts with 80 mg of calcium reduces the leakage of whey by about 2-3% compared to fermented milk beverages not enriched with calcium. The fortification of yogurts with calcium citrate does not affect significantly hardness, springiness and adhesiveness of the product

PIŚMIENNICTWO

1. Grzymisławski M., Gawęcki J.: Żywnienie człowieka zdrowego i chorego, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2011; 2: 131-133. – 2. Mojka K.: Charakterystyka mlecznych napojów fermentowanych. Probl. Hig. Epidemiol., 2013; 94(4): 722-729. – 3. Rój A., Przybyłowski P.: Ocena barwy jogurtów naturalnych, Brom. Chem. Toksykol., 2012; 45(3): 813-816. – 4. Wojtasik A., Jarosz M., Stoś K.: Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Składniki mineralne, Warszawa, Instytut Żywności i Żywienia, 2012; 123-139. – 5. Szeleszczuk Ł., Kuras M.: Znaczenie wapnia w metabolizmie człowieka i czynniki wpływające na jego biodostępność w diecie. Biul. Wydz. Farm. WUM, 2014, 3, 16-22. – 6. Gerstner, G.: Dairy products: The calcium challenge. Int Food Ingredients, 2002; 3: 45-48. – 7. Klahorst

S.: Calcium's role – food product design: Design elements. Website: <http://www.foodproductdesign.com/archive/2001/0101de.html>; assessed on 15.07.06, 2001. – 8. Zmarlicki S.: Mleko i przetwory mleczne jako źródło wapnia. *Przem. Spoż.*, 2009; 63, (10): 42-46. – 9. Cichosz G., Cieczot H.: Żywnościowy fenomen mleka, Oficyna Wydawnicza Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Olsztyn – Warszawa, 2013; 111-118. – 10. Weaver C. M., Proulx W. R., Heaney R.: Choices for achieving adequate dietary calcium with a vegetarian diet. *Am J Clin Nutr*, 1999; 543-548.

11. Unal G., El S.N., Kilic S.: In vitro determination of calcium bioavailability of milk, dairy products and infant formulas. *Int J Food Sci Nutr*, 2005; 56: 13-22. – 12. Bonner F., Pansu D.: Nutritional aspects of calcium absorption, *J of Nutr*, 1999, 129, 1-12. – 13. Gustaw W., Nastaj M., Solowiej B.: Wpływ wybranych hydrokoloidów na właściwości reologiczne jogurtu stałego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007; 5(54): 274-282. – 14. Siemianowski K., Detman K., Staniewski B., Baranowska M.: Porównanie profilu tekstury jogurtów naturalnych dostępnych w handlu. *Przegl. Mlecz.*, 2011; 10: 14-18. – 15. Fadela C., Abderrahim C., Ahmed B.: Sensorial and Physico-Chemical Characteristics of Yoghurt Manufactured with Ewe's and Skim Milk. *World J Food Sci*, 2009a; 4: 136-140. – 16. Ziarno M., Zareba D., Piskorz J.: Wzbogacanie maślanki w wapń, magnez oraz białka serwatkowe. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009; 2(63): 14-27. – 17. Magenis R. B., Prudencio E. S., Amboni R. D. M. C., Cerqueira Júnior N. G., Oliveira R. V. B., Soldi V., Benedet H. D.: Compositional and physical properties of yogurts manufactured from milk and whey cheese concentrated by ultrafiltration. *Int J Food Sci Tech*, 2006; 41(5): 560-568. – 18. Nastaj M., Gustaw W.: Wpływ wybranych prebiotyków na właściwości reologiczne jogurtu stałego, *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008; 5(60): 217-225. – 19. Hanif M. S., Zahoor T., Iqbal Z., Ul-Haq I., Arif A. M.: Effect of storage on rheological and sensory characteristics of cow and buffalo milk yogurt. *Pak. J. Food Sci.*, 2012; 22(2): 61-70.

Adres: 35-959 Rzeszów, al. Rejtana 16c

Beata Paszczyk, Magdalena Polak-Śliwińska, Elżbieta Tońska

KWASY TŁUSZCZOWE I IZOMERY *TRANS* W PIECZYWIE

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności
Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie
Kierownik: prof. dr hab. inż. *E. Gujska*

Przedmiotem badań była ocena składu kwasów tłuszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji trans w chlebie i bułkach dostępnych na rynku w Olsztynie. Oznaczenia przeprowadzono metodą GC na 100 m kolumnie kapilarnej z fazą CP Sil 88. Badane wyroby zawierały tłuszcz w ilości od 0,35 do 0,76% – chleb i od 1,21 do 1,40% bułki. Objęte badaniem produkty piekarskie odznaczały się też zróżnicowanym składem kwasów tłuszczowych (nasyconych, jednonienasyconych i wielonienasyconych). Wszystkie produkty zawierały izomery trans kwasu C18:1 i izomery trans kwasu C18:2.

Słowa kluczowe: chleb, bułki, kwasy tłuszczowe, izomery *trans*.

Key words: bread, rolls, fatty acids, *trans* isomers.

Tłuszcze w naszej diecie są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, stanowią najbardziej skoncentrowane źródło energii, kwasów tłuszczowych oraz witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Stanowią materiał budulcowy, z którego organizm czerpie składniki do budowy komórek, tkanek i narządów oraz do syntezy niektórych substancji biologicznie czynnych (1). Z drugiej strony, należy unikać spożywania tłuszczu o niekorzystnym zdrowotnie składzie kwasów tłuszczowych (1, 2). Szczególnie istotne, z żywieniowego punktu widzenia jest unikanie nadmiernego spożycia nasyconych kwasów tłuszczowych oraz izomerów *trans*. Według danych literaturowych (3–6), niektóre nasycone kwasy tłuszczowe (laurynowy (C12:0), mirystynowy (C14:0) oraz palmitynowy (C16:0)) są szkodliwe dla zdrowia, ponieważ zwiększają zarówno poziom cholesterolu LDL i HDL oraz przyczyniają się do zwiększenia stosunku LDL/HDL cholesterolu. Spożycie kwasów tłuszczowych *trans*, szczególnie tych, które powstają w procesie przemysłowego utwardzania tłuszczów roślinnych wiąże się ze zwiększeniem ryzyka wystąpienia chorób układu krążenia. Izomery *trans* występujące w diecie podnoszą poziom LDL cholesterolu oraz obniżają poziom HDL cholesterolu, podnoszą stężenie triacylogliceroli w surowicy krwi. Ponadto, przyczyniają się do otyłości oraz mogą zwiększać ryzyko wystąpienia cukrzycy typu 2, a wbudowywane w fosfolipidy błon komórkowych zmieniają ich właściwości, przez co przyczyniają się do rozwoju nowotworów (7–12).

Produkty piekarskie (chleb oraz bułki) mają znaczny udział w diecie Polaków. Asortyment pieczywa na rynku krajowym jest bardzo szeroki. Konsument przy wyborze produktu często kieruje się jego ceną, wyglądem lub indywidualnymi preferencjami. Coraz częściej zwraca uwagę na jakość produktu oraz jego wartość

żywieniową. Niestety wielu producentów do produkcji swoich wyrobów stosuje częściowo uwodornione oleje roślinne, które są głównym źródłem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* w naszej diecie (8, 10, 11, 12).

Stąd też celem niniejszej pracy było oznaczenie składu kwasów tłuszczowych, ze szczególnym uwzględnieniem nienasyconych kwasów tłuszczowych o konfiguracji *trans* w tłuszczu wybranych produktów piekarskich (chleba i bułek) pochodzących z wybranych olsztyńskich piekarni.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły chleby oraz bułki pszenne. Badane produkty pochodziły z trzech różnych olsztyńskich piekarni. Do analizy pobrano 9 próbek chleba pszennego (po trzy z każdej piekarni) oraz 9 bułek pszennych (po trzy z każdej piekarni).

Zawartość tłuszczu w objętych badaniem produktach oznaczano metodą Weibulla-Stoldta (13).

Do oznaczania składu kwasów tłuszczowych i oznaczenia zawartości izomerów *trans* tłuszcz wydzielano metodą Folcha (14).

Estry metylowe przygotowywano wg PN-ISO 5509:1996 (15).

Rozdzielanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych wydzielonego tłuszczu przeprowadzano metodą chromatografii gazowej (GC), wykorzystując chromatograf gazowy firmy Hewlett-Packard 6890 z detektorem płomieniowo jonizacyjnym, kolumną kapilarną o dł. 100 m, średnicy 0,25 mm, z fazą stacjonarną CP Sil 88 o grubość filmu 0,20 μm .

Oznaczenia wykonywano w następujących warunkach: temp. kolumny od 60°C (przez 1 min) do 180°C, $\Delta t = 5^\circ\text{C}/\text{min.}$, temp. detektora 250°C, temp. dozownika 225°C, gaz nośny hel, przepływ 1,5 cm^3/min , dozownik z podziałem: 100:1.

Identyfikację pików kwasów tłuszczowych i izomerów *trans* kwasów tłuszczowych przeprowadzano przez porównanie z czasami retencji wzorców estrów metylowych kwasów tłuszczowych firmy Sigma i Supelco oraz na podstawie danych literaturowych.

Udział procentowy kwasów tłuszczowych obliczano na podstawie integracji powierzchni pików dokonanych przez system komputerowy zestawu chromatograficznego i wyrażano jako procentowy udział poszczególnych kwasów tłuszczowych w stosunku do ogólnej ilości kwasów tłuszczowych (% m/m). Wszystkie oznaczenia wykonywano w dwóch równoległych powtórzeniach.

Wartości średnie wybranych grup kwasów tłuszczowych i oznaczonych izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz odchylenia standardowe obliczono w programie Excel.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość tłuszczu w badanych produktach była zróżnicowana. W objętych badaniem próbkach chleba pszennego tłuszcz

stanowił od 0,35 do 0,76%. W bułkach pszennych udział tłuszczu był w przedziale od 1,21 do 1,40%. Pieczywo pochodzące z różnych krajów europejskich badane przez van *Erp-baarta* i współpr. (16) zawierało tłuszcz w przedziale od 1,4 (chleb pszenny z Francji) do 8,7% (pita z Grecji).

Tabela I. Zawartość poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w badanym pieczywie (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych)

Table I. Content of individual groups of fatty acids in the examined bread (% of total fatty acids)

Nazwa produktu	Piekarnia	Σ nasycone kwasy tłuszczowe $\bar{x} \pm s$	Σ jednonienasycone kwasy tłuszczowe $\bar{x} \pm s$	Σ wielonienasycone kwasy tłuszczowe $\bar{x} \pm s$
Chleb	I (n=3)	50,90 $\pm$ 0,98	21,25 $\pm$ 1,08	27,85 $\pm$ 2,11
	II (n=3)	51,40 $\pm$ 1,39	33,58 $\pm$ 0,70	15,02 $\pm$ 2,00
	III (n=3)	75,87 $\pm$ 1,31	21,27 $\pm$ 0,72	2,86 $\pm$ 0,35
Bułki	I (n=3)	54,68 $\pm$ 1,29	37,91 $\pm$ 1,84	7,41 $\pm$ 0,60
	II (n=3)	62,84 $\pm$ 0,69	29,24 $\pm$ 0,76	7,92 $\pm$ 0,34
	III (n=3)	46,53 $\pm$ 0,69	46,58 $\pm$ 1,41	6,89 $\pm$ 0,17

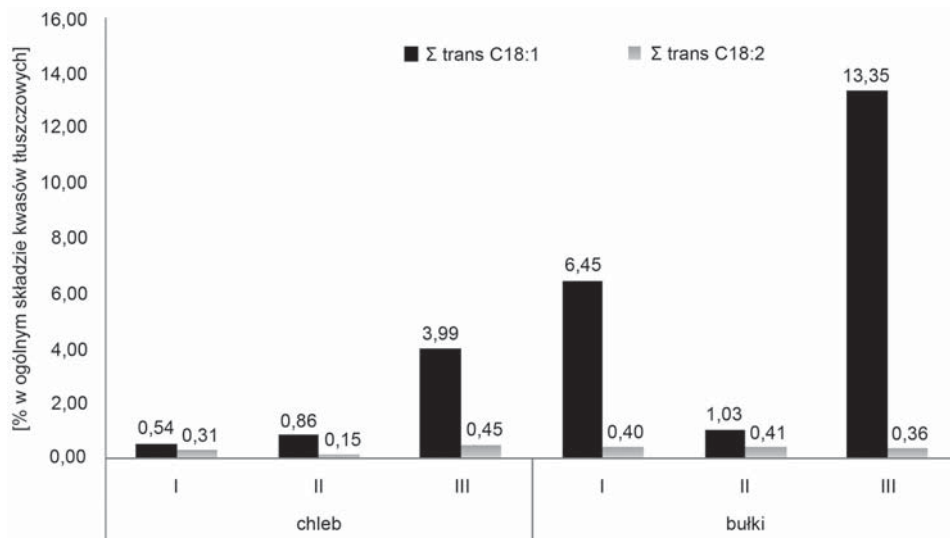
Zamieszczone w tab. I wyniki wskazują, że tłuszcz wydzielony z badanych produktów odznaczał się bardzo zróżnicowanym składem poszczególnych grup kwasów tłuszczowych (nasyconych, jednonienasyconych oraz wielonienasyconych). W tłuszczu wydzielonym ze wszystkich objętych badaniem próbek chleba w największej ilości występowały nasycone kwasy tłuszczowe. Średni udział tych kwasów w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych kształtował się w przedziale od 50,90 (w chlebie z piekarni I) do 75,87% (w chlebie z piekarni III). W tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem bułek pszennych średnia zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych kształtowała się w przedziale od 46,53 (bułki z piekarni III) do 62,84% (bułki z piekarni II). Z żywieniowego punktu widzenia wysoki poziom nasyconych kwasów tłuszczowych nie jest korzystny (2). Wyniki opublikowane przez innych autorów wskazują na niższe zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych w pieczywie. Badana przez *Daniewskiego* i współpr. (17) bułka pszenna wyborowa zawierała tylko 20,17% tych kwasów, bułka pszenna kajzerka 34,70%, a chleb baltonowski 23,75%. W pieczywie badanym przez van *Erp-baarta* i współpr. (16) pochodzącym z 14 krajów europejskich nasycone kwasy tłuszczowe stanowiły tylko od 15,41 do 34,16%. *Baryłko-Pikielna* i współpr. (18) podają, że średnia zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych w pieczywie wynosiła 21,6%. Według *Daniewskiego* i współpr. (19) kształtowała się w przedziale od 12,4 do 36,30% ogólnego składu kwasów tłuszczowych.

Średnia zawartość kwasów jednonienasyconych, w tłuszczu wydzielonym z badanego chleba mieściła się w zakresie od 21,25 (chleb z piekarni I) do 33,58% (chleb z piekarni II). W objętych badaniem bułkach pszennych średnia zawartość jedno-

nienasyconych kwasów tłuszczowych wynosiła od 29,34 (bułki z piekarni II) do 46,58% (bułki z piekarni III) (tab. I). Bułki pszenne badane przez *Daniewskiego* i współprac. (17) zawierały odpowiednio 13,09 (bułka wyborowa) i 42,72% (bułka kajzerka) jednonienasyconych kwasów tłuszczowych. W badanym przez autorów chlebie baltonowskim kwasy te stanowiły 15,21%. *Daniewski* i współprac. w pracy opublikowanej w 1999 r. podają, że jednonienasycone kwasy tłuszczowe w pieczywie mogą kształtować się w przedziale od 13,80 do 51,90% (19).

W tłuszczu wydzielonym z badanego chleba stwierdzono bardzo duże zróżnicowanie w zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Udział tej grupy kwasów kształtował się w przedziale od 2,86 (chleb z piekarni III) do 27,85% (chleb z piekarni I). Zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w chlebie badanym przez *Daniewskiego* i współprac. (17) wynosiła 58,11%. W objętych badaniem bułkach pszennych wielonienasycone kwasy tłuszczowe stanowiły średnio 6,89% (w próbkach z piekarni III) do 7,92% (w tłuszczu wydzielonym z bułek pochodzących z piekarni II) (tab. I). Znacznie wyższe zawartości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych: 34,57% w bułce pszennej wyborowej i 48,61% w bułce pszennej kajzerce stwierdzili *Daniewski* i współprac. (17). *Daniewski* i współprac. w roku 1999 opublikowali dane w których podają, że wielonienasycone kwasy tłuszczowe w pieczywie mogą stanowić od 35,40 do 58,50% (19).

We wszystkich objętych badaniem próbkach pieczywa stwierdzono obecność izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych. Średnie zawartości oznaczonych izomerów *trans* kwasu C18:1 oraz izomerów *trans* kwasu C18:2 stwierdzone w tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem produktów przedstawiono na ryc. 1.



Ryc. 1. Średnia zawartość sumy izomerów *trans* kwasu C18:1 i C18:2 w tłuszczu badanego chleba oraz bułek (% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych).

Fig. 1. Mean content of total C18:1 and C18:2 acid *trans* isomers in the fat of the examined bread and rolls (% of total fatty acids).

Wyniki zamieszczone na rycinie 1 wskazują, że w tłuszczu wydzielonym z próbek chleba, średni udział izomerów *trans* kwasu C18:1 kształtował się w przedziale od 0,54 (w chlebie z piekarni I) do 3,99% ogólnego składu kwasów tłuszczowych (w chlebie z piekarni III). Izomerów *trans* kwasu C18:2 od 0,15% (chleb z piekarni II) do 0,45% (chleb z piekarni III). Wyższe zawartości i większe zróżnicowanie w zawartości izomerów *trans* kwasu C18:1 stwierdzono w tłuszczu wydzielonym z objętych badaniem próbek bułek pszennych. Badane produkty odznaczały się średnią zawartością tych izomerów na poziomie 1,03% (w bułkach z piekarni II) i 13,35% w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych (w bułkach z piekarni III). Średni udział izomerów *trans* kwasu C18:2 w badanych bułkach kształtował się w przedziale od 0,36% (w bułkach z piekarni III) do 0,41% (w bułkach z piekarni II). Tak zróżnicowana zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w analizowanych wyrobach piekarskich może świadczyć o tym, że niektórzy producenci nadal w procesie produkcyjnym stosują oleje roślinne utwardzone metodą katalitycznego uwodornienia. Według badań *Żbikowskiej* i współpr. (20) udział izomerów *trans* w badanych przez autorów tłuszczach piekarskich kształtował się w przedziale od 1,0 do 56,6% ogólnego składu kwasów tłuszczowych.

Bułki pszenne wyborowe badane przez *Daniewskiego* i współpr. (17) zawierały 14,25% izomerów *trans* kwasu C18:1. Nie stwierdzono w niej obecności izomerów *trans* kwasu C18:2. W bułce pszennej kajzerce, badanej przez tych autorów nie stwierdzono obecności izomerów *trans* C18:1, a izomery *trans* C18:2 stanowiły 0,37%. W badanym przez autorów chlebie baltonowskim nie stwierdzono obecności izomerów *trans*. *Barylko-Pikielna* i współpr. (18) podają, że średnia zawartość izomerów *trans* kwasu C18:1 w pieczywie wynosiła 2,9% (max. 14,2%), a izomerów *trans* kwasu C18:2 0,2% (max. 0,4%).

Duże zróżnicowanie w zawartości izomerów *trans* w pieczywie stwierdzili też van *Erp-baart* i współp. (16). Autorzy badając pieczywo pochodzące z 14 krajów europejskich stwierdzili, że sumaryczna zawartość izomerów *trans* w objętych badaniem produktach była w przedziale od 0,05 do 17,35%.

Daniewski i współpr. (19) podają, że izomery *trans* w pieczywie występowały w ilościach od 0 do 14,40% ogólnego składu kwasów tłuszczowych.

Według danych literaturowych opublikowanych w 2010 r. (10) spożycie *trans* kwasów tłuszczowych w Polsce szacowane było na 2,8–6,9 g dziennie. Według zaleceń żywieniowych dotyczących maksymalnej zawartości *trans* kwasów tłuszczowych w całodzienniej racji pokarmowej ich ilość spożywana nie powinna przekraczać 1% energii dziennej racji pokarmowej, tzn. ok 2 g w diecie. Spożywane przez człowieka *trans* kwasy tłuszczowe pochodzą głównie z przemysłowo utwardzonych olejów roślinnych, wchodzących w skład tłuszczów piekarniczych, frytur oraz margaryn, głównie kostkowych. Izomery te obecne są też w innych spożywanych produktach m. in. w chipsach, ciastach, ciastkach, czekoladach, wyrobach czekoladowych, lodach, tłuszczach mieszanych, słonych przekąskach, produktach typu „fast food”. Biorąc pod uwagę niekorzystne działanie niektórych izomerów *trans* nienasyconych kwasów tłuszczowych ich zawartość w produktach spożywczych powinna być jak najniższa.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały, że pieczywo dostępne na rynku w Olsztynie odznaczało się zróżnicowaną zawartością tłuszczu oraz zróżnicowanym składem kwasów tłuszczowych.

2. We wszystkich objętych badaniem próbkach chleba i bułek w największej ilości występowały nasycone kwasy tłuszczowe.

3. Izomery *trans* obecne były w tłuszczu wszystkich badanych próbkach chleba oraz bułek. Udział tych izomerów w ogólnym składzie kwasów tłuszczowych też był zróżnicowany.

4. Porównując uzyskane wyniki z danymi literaturowymi można stwierdzić, że zawartość kwasów tłuszczowych *trans* w niektórych rodzajach pieczywa pozostaje, od kilkunastu lat na niezmiennym poziomie i jest zbliżona do zawartości tych izomerów stwierdzonej w pieczywie pochodzącym z innych krajów europejskich.

B. Paszczyk, M. Polak-Śliwińska, E. Tońska

FATTY ACIDS AND *TRANS* ISOMERS IN BREAD

Summary

The aim of the study was to evaluate the fatty acids composition, including the content of *trans* unsaturated fatty acids in bread and rolls available in the Olsztyn market. Determinations were carried out by gas chromatography (GC) using a 100m capillary column with CP Sil 88 phase.

The examined products contained from 0.35% to 0.76% fat in bread and from 1.21% to 1.40% in rolls. They differed in the proportions of fatty (saturated, monounsaturated and polyunsaturated) acids. All examined products contained *trans* isomers of C18:1 and C18:2 acid.

PIŚMIENNICTWO

1. Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J.: Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. 1991. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa. – 2. Onacik-Gür S., Żbikowska A., Kowalska M.: Źródła izomerów *trans* kwasów tłuszczowych na polskim rynku. Probl. Hig. Epidemiol., 2014; 95(1): 120-124. – 3. Mensink, R.P., Katan, M.B.: Effect of dietary fatty acids on blood lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 Trials. *Arteriosclerosis and Thrombosis*, 1992; 12: 911-919. – 4. Mensink, R.P., Zock, P.L., Kester, A. DM., Katan, M.B.: Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *A. J. Clinic. Nutr.*, 2003; 77: 1146-1155. – 5. Zock, P.L., de Vries, J.H., Katan, M.B.: Impact of myristic acid versus palmitic acid on serum lipid and lipoprotein levels in healthy women and men. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology*, 1994; 14: 567-575. – 6. Williams, Ch. M.: Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*, 2000; 49: 165-180. – 7. Górecka D.: Konsekwencje spożywania utwardzonych tłuszczów roślinnych. *Prz. Mlecz.*, 1996; 7: 207-209. – 8. Karbowska J., Kochan Z.: *Trans* kwasy tłuszczowe a ryzyko choroby wieńcowej. *Pol. Merk. Lek.*, 2011; 31 181: 56-59. – 9. Barylko-Pikielna N., Jacorzyński B., Mielniczuk E., Pawlicka M., Kostyra E., Świdarska K.: Izomery *trans* kwasów tłuszczowych w żywności – aktualne problemy związane z oszacowaniem ich dziennego spożycia. *Żyw. Człow.*, 1997; 24(2): 74-90. – 10. Kochan Z., Karbowska J., Babicz-Zielińska E.: *Trans* kwasy tłuszczowe w diecie – rola w rozwoju zespołu metabolicznego. *Postępy Hig. Med. Dośw.*, 2010; 64: 650-658.

11. Dhaka V., Gulia N., Singh Ahlawat K., Singh Khatkar B.: *Trans* fat – sources, health risks and alternative approach – A review. *J. Food Sci. Technol.*, 2011; 48(5): 534-541. – 12. Cichosz G., Czczot H.: Kwasy tłuszczowe izomerii *trans* w diecie człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2012; 45(2): 181-190. – 13. PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań. – 14. Christie W.W.: Lipid analysis. Isolation,

separation, identification and structural analysis of lipids, Pergamon Press, Oxford: 1973: 39-40. – 15. PN-ISO 5509:1996 „Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych”. – 16. *van Erp-baart M-A., Couet C., Cuadrado., Kafatos A., Stanley J., van Poppel G.: Trans fatty acids in bakery products from 12 European Countries: the TRANSFAIR Study. J. Food Comp. Anal., 1998; 11: 161-169.* – 17. *Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzynski B., Pawlicka M., Balas J.: Skład kwasów tłuszczowych, w szczególności izomerów trans nienasyconych kwasów tłuszczowych, w produktach spożywczych. Żyw. Człow. i Met., 1998; 2: 133-150.* – 18. *Barylko-Pikielna N., Jacórzynski B., Mielniczuk E., Pawlicka M., Daniewski M., Kostyra E.: Dzielne spożycie izomerów trans w polskiej racji pokarmowej., Żyw. Człow. i Met., 1998; 25(1): 28-46.* – 19. *Daniewski M., Mielniczuk E., Jacórzynski B., Pawlicka M., Balas J., Filipek A., Cierpiowska M.: Oszacowanie dziennego spożycia kwasów tłuszczowych w przeciętnej polskiej racji pokarmowej. Żyw. Człow. Met., 1999; 24(1): 23-33.* – 20. *Żbikowska A., Rutkowska J., Krygier K.: Jakość wybranych tłuszczów piekarskich na rynku krajowym. Roczn. PZH, 2006; 57(2): 133-142.*

Adres: 10-957 Olsztyn, Plac Cieszyński 1

RECENZENCI PRAC,
KTÓRE UKAZAŁY SIĘ W ROKU 2014
W KWARTALNIKU
BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

1. Dr hab. Henryk Bartoń, prof. nadz.
2. Prof. dr hab. Grzegorz Bazylak
3. Dr hab. Jerzy Bertrandt, prof. nadz.
4. Prof. dr hab. Jadwiga Biernat
5. Dr hab. Henryka Bodek, prof. nadz.
6. Prof. dr hab. Maria Borawska
7. Dr hab. Halina Grajeta, prof. nadz.
8. Prof. dr hab. Anna Gronowska-Senger
9. Prof. dr hab. Jan Karczewski
10. Prof. dr hab. Kazimierz Karłowski
11. Dr hab. Bolesław Karwowski
12. Dr hab. Anna Kilanowicz-Sapota
13. Prof. dr hab. Hanna Kunachowicz
14. Prof. dr hab. Anna Lebedzińska
15. Dr hab. Zbigniew Marzec
16. Prof. dr hab. Regina Olędzka
17. Dr hab. Monika Olszewska, prof. nadz.
18. Dr hab. Katarzyna Pawłowska-Góral
19. Prof. dr hab. Juliusz Przysławski
20. Prof. dr hab. Andrzej Sapota
21. Prof. dr hab. Małgorzata Schlegel-Zawadzka
22. Prof. dr hab. Piotr Szefer
23. Dr hab. Katarzyna Socha
24. Dr hab. Andrzej Tokarz
25. Prof. dr hab. Maria Wardas
26. Dr hab. Anna Wędzisz, prof. nadz.
27. Dr hab. Anna Witkowska
28. Dr hab. Joanna Wyka
29. Prof. dr hab. Zofia Zachwieja



Mazowiecki Szpital Wojewódzki
w Siedlcach Sp. z o.o.

KONFERENCJA NAUKOWA POD HONOROWYM PATRONATEM

prof. dr hab. n. med. Mirosława J. Wysockiego

KONSULTANTA KRAJOWEGO
W DZIEDZINIE
ZDROWIA PUBLICZNEGO

III KRAJOWA KONFERENCJA NAUKOWA ŻYWIENIE – AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA – PROMOCJA ZDROWIA W ZAPOBIEGANIU CHOROBY CYWILIZACYJNYM Biała Podlaska, 25-26 września 2015r.

TEMATYKA OBRAD KONFERENCJI

1. Żywienie człowieka
2. Aktywność fizyczna
3. Promocja zdrowia

KOMITET NAUKOWY KONFERENCJI

prof. dr hab. Jadwiga Charzewska (Warszawa), dr hab. prof. AWF Adam Czaplicki (Biała Podlaska), dr hab. Jolanta Czarnocimska (Poznań), dr n. med. Ewa Czezelewska (Siedlce), dr hab. prof. AWF Jan Czezelewski (Biała Podlaska), prof. dr hab. Jan Gawęcki (Poznań), dr n. przyr. Paweł Goryński (Siedlce), dr hab. prof. AWF Krystyna Górniak (Biała Podlaska), dr hab. Jadwiga Hamułka (Warszawa), dr hab. prof. SGGW Marzena Jeżewska-Zychowicz (Warszawa), prof. dr hab. n. med. Jerzy Jurkiewicz (Siedlce), prof. dr hab. Jan K. Karczewski (Białystok), dr n. med. Henryk Komoń (Siedlce), dr n. med. Dominik Krzyżanowski (Wrocław) prof. dr hab. n. med. Longin Marianowski (Siedlce), dr hab. Barbara Pietruszka (Warszawa), dr hab. prof. AWF Helena Popławska (Biała Podlaska), dr n. med. Jacek Putz (Siedlce), prof. dr hab. Barbara Racyńska (Biała Podlaska), dr hab. prof. AWF Jerzy Sadowski (Biała Podlaska), dr inż. Małgorzata A. Słowińska (Olsztyn), prof. dr hab. n. med. Mieczysław Szostek (Siedlce), prof. dr hab. Andrzej Szpak (Białystok), prof. dr hab. Lidia Wądołowska (Olsztyn), prof. dr hab. n. med. Andrzej Wojtczak (Siedlce), dr hab. inż. prof. UP Joanna Wyka (Wrocław)

ORGANIZATORZY

Zakład Biologii i Anatomii
Wydziału Wychowania Fizycznego i Sportu
Filii AWF Warszawa w Białej Podlaskiej

Wydział Nauk o Zdrowiu
Collegium MAZOVIA Innowacyjnej
Szkoły Wyższej w Siedlcach

Mazowiecki Szpital Wojewódzki w Siedlcach Sp. z o.o.

INFORMACJE O KONFERENCJI SĄ DOSTĘPNE NA STRONACH:

<http://www.awf-bp.edu.pl> w zakładce „Konferencje”

<http://www.mazovia.edu.pl> w zakładce „Badania naukowe” → „Konferencje”

<http://www.szpital.siedlce.pl> w zakładce „Aktualności”

Dodatkowych informacji udziela: dr hab. prof. AWF J. Czezelewski
tel. 538 357 880

e-mail: jan.czezelewski@awf-bp.edu.pl

Zgłoszenie uczestnictwa w konferencji do 15 marca 2015r.
Opłata konferencyjna i przesłanie streszczenia do 1 kwietnia 2015r.

BROMATOLOGIA I CHEMIA TOKSYKOLOGICZNA

Journal of health and environmental
research

The online version of the published magazine is a primal version

VOL. XLVII

2014

No. 4

CONTENTS

<i>J. Biernat, M. Bronkowska</i> : Interactions with drugs – a significant indication for dietary vitamin B ₁₂ supplementation	857
<i>E. Bator, M. Bienkiewicz, J. Chlebowska, M. Bronkowska</i> : Per cent contributions from slim diets published in women's magazines to the daily requirements for selected vitamins and minerals	865
<i>K. Pokorska-Niewiada, S. Watrak, M. Protasowicki</i> : Content of mineral elements in milk chocolates	871
<i>J. Florczak, J. Chudy, M. Barasińska, B. Karwowski</i> : Contents of selected nutrients in wild-grown <i>Hirneola auricula judae</i> , <i>Pleurotus ostreatus</i> and <i>Flammulina velutipes</i> mushrooms	876
<i>K. Piasecka-Jóźwiak, J. Rozmierska, D. Kotyrba</i> : Application of starter cultures to obtain/produce wheat sour bread with functional properties and lower energy value	883
<i>G. Jaworska, E. Gwóźdź, K. Pogoń, M. Klimek</i> : Grapefruit beverage quality changes during storage	889
<i>A. Wrzodak, M. Grzegorzewska</i> : Sensory quality of chinese cabbage depending on the storage conditions	897
<i>M. Bilek, S. Lachowicz, J. Kaniuczak</i> : Content of inorganic anions in the samples collected from the private water intakes in the area of Podkarpacie region	903
<i>A. Lenart-Boroń, A. Pawłowska</i> : Comparison of microbiological purity of washed and unwashed fruit from the selected sales points in Kraków	909
<i>D. Orzeł, M. Żmijewski, M. Bronkowska, M. Styczyńska</i> : Effect of buckwheat grist products added to balanced diets on apparent absorption of calcium	916
<i>D. Figurska-Ciura, A. Gruszka, D. Orzeł, M. Styczyńska, K. Łoźna, J. Biernat, A. Gryszkin</i> : The influence of rs4 resistant starch added to diets with different protein and iron content on minerals content in bones and fur of rats	923
<i>J. Sadowska, A. Kujawa</i> : The estimation of modifiable risk factors for macular degeneration in examined group of women over 45 years of age	938
<i>K. Szajnar, A. Znamiorska, M. Pawlos, D. Kalicka</i> : Physicochemical and textural properties of calcium citrate-enriched yogurts	946
<i>B. Paszczyk, M. Polak-Śliwińska, E. Tońska</i> : Fatty acids and <i>trans</i> isomers in bread	953

REDAKCJA

Redaktor Naczelny: prof. UM dr hab. Anna Wędzisz
Adres Redakcji: 90-151 Łódź, ul. Muszyńskiego 1, tel. 42 677 91 40

KOMITET REDAKCYJNY

dr hab. Jerzy Bertrandt (Warszawa), prof. dr hab. Anna Brzozowska (Warszawa),
dr hab. Halina Grajeta (Wrocław), prof. dr hab. Regina Olędzka (Warszawa),
mgr inż. Grażyna Rychter (Warszawa), prof. dr hab. Piotr Szefer (Gdańsk),
prof. dr hab. Bogumiła Urbanek-Karłowska (Warszawa)

Wydawca

POLSKIE TOWARZYSTWO FARMACEUTYCZNE
DZIAŁ WYDAWNICTW – Redaktor Prowadzący: Hanna Plata
00-238 Warszawa, ul. Długa 16
tel. 22 831 02 41; fax 22 635 84 43

Czasopismo indeksowane/abstraktowane przez Biological Abstracts, Chemicals Abstracts, Nutrition Abstracts and Reviews Series A: Human and Experimental; Nutrition Abstracts and Reviews Series B: Livestock Feeds and Feeding, Apicultural Abstracts, Food Science and Technology Abstracts, Excerpta Medica, Agro-Librex