

Wiązanie kwasów żółciowych przez pieczywo bezglutenowe z udziałem mączki z kłącza pałki wodnej (*Typha latifolia*) w warunkach trawienia *in vitro*

Bile acids binding by gluten-free bread with use of common cattail (*Typha latifolia*) flour under *in vitro* digestion

AGATA KURZAWSKA, KRZYSZTOF DZIEDZIC, DANUTA GÓRECKA, PAULINA SMOCZYŃSKA

Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Wprowadzenie. Pałka wodna (*Typha* spp.) należy do roślin jednoliściennych z rodziny pałkowatych (Typhaceae). W przemyśle spożywczym najczęściej wykorzystywaną częścią tej rośliny jest kłącze, z którego pozyskuje się mączkę, stosowaną jako zamiennik mąki do produkcji, np. naleśników, wafli oraz pieczywa.

Cel badań. Określenie zdolności do wiązania wybranych kwasów żółciowych przez pieczywo z udziałem mączki z pałki wodnej.

Materiał i metody. Mączkę uzyskano z wysuszonych i zmielonych kłączy pałki wodnej szerokolistnej (*Typha latifolia*), zebranych ze stawu naturalnego w Puszczy Zieloncy i zastosowano ją jako zamiennik na poziomie 9%. Oznaczono zawartość neutralnego detergentowego błonnika pokarmowego (NDF) metodą detergentową Van Soest'a, zmodyfikowaną przez McQueen'a i Nicholson'a oraz kwasy żółciowe z wykorzystaniem chromatografu UHPLC.

Wyniki. Mączka z kłącza pałki wodnej stosowana jako zamiennik mączki ryżowej podczas wypieku pieczywa wpłynęła na wzrost zawartości nierozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego z 3,2 do 4,8% s.m. Porównując uzyskane wyniki z danymi literaturowymi, stwierdzono że zarówno pieczywo wzorcowe jak i pieczywo z dodatkiem mączki z kłącza, wykazały dobrą zdolność wiązania kwasów żółciowych, która na odcinku jelita grubego kształtowała się w przypadku kwasów: cholowego, deoksycholowego oraz lithocholowego na poziomie, odpowiednio 21-31%, 28-38%, 47-69%.

Wnioski. Zastosowanie zamiennika w postaci mączki z kłącza pałki wodnej względem mączki ryżowej wpłynęło na wzrost zawartości neutralnego detergentowego błonnika pokarmowego (NDF). Zarówno pieczywo wzorcowe jak i z zastosowanym zamiennikiem cechowało się dobrą zdolnością wiązania kwasów żółciowych na odcinku jelita grubego.

Słowa kluczowe: mączka, pałka wodna, błonnik pokarmowy, kwasy żółciowe

Introduction. Common cattail (*Typha* spp.) is related to the family of monocots. In food industry the most commonly used part of this plant is rhizome, which can be used as a source of flour substitute in some products, such as pancakes, wafers or bread.

Aim. To determine bile acids binding by bread with common cattail flour.

Material & Methods. Flour was obtained by drying and grinding rhizomes of common cattail (*Typha latifolia*), harvested from a natural pond in the Zielonka Forest. Bread was baked according to a gluten-free recipe, in which 0 and 9% of powdery ingredients were substituted by common cattail flour.

Results. Bread containing 9% of rhizome common cattail flour replacement has comprised a higher content of neutral detergent dietary fiber (7.1% d.m.) in comparison to standard bread (3.4% d.m.). Hemicellulose (4.0% d.m.) was the dominant fraction in bread with 9% of rhizome flour replacement. The replacement of rice flour for common cattail flour influenced the increase of insoluble fraction of dietary fiber from 3.2% to 8.4% d.m. Both the standard bread as well as the rhizome flour bread were characterized by high ability of bile acids binding. In the large intestine section the ability of cholic, deoxycholic and lithocholic acid binding was 21-31%, 28-38%, 47-69%, respectively.

Conclusions. Bread containing 9% of rhizome common cattail flour replacement influenced the increase of neutral dietary fiber content. Bread with 9% of rhizome flour replacement was characterized by good ability of bile acids binding.

Key words: flour, common cattail, dietary fiber, bile acids

© Probl Hig Epidemiol 2014, 95(3): 709-712

www.phie.pl

Nadesłano: 20.05.2014

Zakwalifikowano do druku: 12.07.2014

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Agata Kurzawska
Katedra Technologii Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań
tel. 61 848 73 29, e-mail: agata.k@up.poznan.pl

Wprowadzenie

Pałka wodna rzadko jest traktowana jako roślina jadalna. Regularnie była spożywana przez Kozaków, Niemców, w Chinach, a także w Ameryce Północnej,

w Bośni i Hercegowinie, a nawet na Saharze [1-5]. Wszystkie części morfologiczne pałki wodnej są jadalne. Różnią się one między sobą budową oraz składem chemicznym. Kwiatostany męskie, zbierane

z końcem maja i początkiem czerwca, po ugotowaniu przypominają w smaku młodą kukurydzą. Szczecinę można też podsuszyć i po rozdrobieniu traktować jak mąkę, dodając ją do wypieku chleba, ciast czy naleśników, wzbogacając produkty spożywcze w białko oraz witaminę A [6-9]. Kwiatostany żeńskie są jadalne w bardzo określonym stadium ich rozwoju. Zbierane kolby muszą być wciąż zielone. Mogą być one podane na surowo, gotowane lub też zaprawiane. W kolbach ukryte są nasiona pałki wodnej, bogate w tłuszcze (17,2%). Według Clopton'a i Von Korff'a [10] obfitują one w kwas linolowy (69,6%) oraz oleinowy (11,6%). Kwasy nasycone stanowią tu 14,8% [11, 12]. Młode pędy stanowią przysmak w wielu zakątkach świata, m.in. w Rosji, Chinach, Ameryce Północnej, gdzie stanowią one głównie dodatek do sałatek oraz zup. Według Steve'a Brill'a [7] zawierają one β -karoten, niacynę, ryboflawinę, tiaminę, potas, fosfor i witaminę C. Spośród części morfologicznych rośliny jedynie z kłącza pozyskiwana jest mączka, która może być stosowana jako zamiennik mąki, np. do produkcji muffin, wafli oraz naleśników. Badania wykazały, że z kłącza pałki wodnej można uzyskać 50-60% mączki, której dodatek do pieczywa, ciast czy placków na jej bazie, wpływa pozytywnie na jakość sensoryczną wyrobów [13, 14].

Cel pracy

Określenie zdolności badanych produktów do wiązania kwasu cholowego, deoksycholowego oraz lithocholowego podczas procesu trawienia przeprowadzonego w warunkach *in vitro*.

Materiał i metody

Mączkę uzyskano z wysuszonych i zmielonych kłączy pałki wodnej szerokolistnej (*Typha latifolia*), zebranych ze stawu naturalnego w Puszczy Zielonce i zastosowano ją jako zamiennik mączki ryżowej do pieczywa bezglutenowego na poziomie 9%. Recepturę ciasta opracowano na podstawie badań Pruskiej-Kędzior i wsp. [15]. Wyprodukowano 2 rodzaje pieczywa: wzorcowe oraz pieczywo z 9% zamiennikiem mączki z kłącza pałki wodnej (tab. I).

Wypiek pieczywa bezglutenowego prowadzono w Zakładzie Technologii Zbóż, Wydziału Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Zawartość neutralnego błonnika pokarmowego (NDF) i kwaśnego detergentowego błonnika (ADF) oraz frakcji ligninowej (ADL) oznaczono metodą detergentową Van Soest'a [1, 2], zmodyfikowaną przez Mc'Queen'a i Nicholson'a [3]. Oznaczenia przeprowadzono z wykorzystaniem aparatu FIBER-TEC firmy FOSS Tecator.

Kwasy żółciowe oznaczono z wykorzystaniem chromatografu UHPLC, wyposażonego w kolumnę

X-Terra RP C18 (Waters) oraz detektory: Corona® Charged Aerosol Detector oraz DAD (Dionex Softron GmbH, Thermo Foshier Scientific INC). Zastosowano eluent gradientowy (4,5% HCOOH, metanol, woda). Prędkość przepływu ustalono na 0,9 ml/min, a temperaturę rozdziału na 37°C. Uzyskane dane analizowano z wykorzystaniem programu Chromeleon 6.8.

Trawienie *in vitro* przeprowadzono z wykorzystaniem bioreaktora BIOSTAT® (jednostka: B Plus) firmy Sartorius Stedim, umożliwiającego stałe mieszanie treści, regulację pH i warunków temperaturowych procesu, dozowanie czynników biochemicznych, gazów oraz pobieranie próbek. Urządzenie dodatkowo wyposażono w filtr odpowietrzający (Millipore), o średnicy 0,22 μ m. Proces trawienia monitorowano komputerowo.

Wyniki i omówienie

Badane produkty charakteryzowały się zróżnicowanym poziomem błonnika pokarmowego (tab. II). Zastosowanie zamiennika mączki z kłącza pałki wodnej wpłynęło na wzrost zawartości nierozpuszczalnej frakcji błonnika pokarmowego z 3,2% do 4,8% s.m. Wyższą zawartością NDF-u cechowało się pieczywo z dodatkiem mączki z kłącza pałki wodnej (7,1% s.m.) w stosunku do pieczywa wzorcowego (3,4% s.m.) Dodatek mączki z pałki wodnej wpłynął na wzrost zawartości zarówno frakcji celulozowej, jak i hemicelulozowej, odpowiednio o 77% oraz 264%. Nie stwierdzono istotnych różnic zawartości frakcji ligninowej. Z badań Kurzawskiej i wsp. [16, 17] wynika, że głównym komponentem wszystkich części

Tabela I. Receptury pieczywa
Table I. Bread recipes

Składniki /Ingredients	Pieczywo wzorcowe /Bread reference	Pieczywo z 9% dodatkiem mączki z kłącza pałki wodnej /Bread of 9% addition of powdered rhizome <i>Typha Latifolia</i>
Mączka z kłącza pałki wodnej /Powdered rhizome <i>Typha Latifolia</i>	0 g	22,5 g
Mączka ziemniaczana /Potato flour	100 g	100 g
Skrobia kukurydziana /Cornstarch	50 g	50 g
Mączka ryżowa /Rice flour	100 g	77,5
Pektyna jabłkowa /Apple pectin	12,5 g	12,5 g
Drożdże /Yeast	12,5 g	12,5 g
Cukier /Sugar	15 g	15 g
Sól /Salt	3,75 g	3,75 g
Olej /Oil	7,5 g	7,5 g
Woda (70ml/100g) 35-40°C /Water (70ml/100g) 35-40°C	175 g	175 g

Tabela II. Skład frakcyjny błonnika pokarmowego pieczywa
Table II Neutral dietary fiber and its fractions content

Składnik /Component	Pieczywo wzorcowe /Bread reference		Pieczywo z 9% dodatkiem mączki z kłącza pałki wodnej /Bread of 9% addition of powdered rhizome <i>Typha Latifolia</i>	
	Zawartość /Content [% s.m.]	±SD	Zawartość /Content [% s.m.]	±SD
NDF:	3,4 ^a	0,1	7,1 ^b	0,1
celuloza /cellulose	1,3 ^a	0,4	2,3 ^b	0,4
hemiceluloza /hemicellulose	1,1 ^a	0,3	4,0 ^b	0,3
lignina /lignin	1,0 ^a	0,2	0,8 ^a	0,2

^{a,b} – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się w sposób statystycznie istotny przy poziomie $p < 0,05$

^{a,b} – the values denoted by different letters in column differs statistically significantly at $p < 0.05$

Tabela III. Procent związania kwasów żółciowych przez pieczywo
Table III. Ability of bile acids binding (%)

Rodzaj pieczywa	Początek jelita cienkiego /Beginning of the small intestine	Jelito cienkie /Small intestine	Jelito cienkie/grube /Small intestine/large intestine	Jelito grube /Large intestine
Pieczywo wzorcowe /Bread reference	% związanego kwasu /% bound acid			
Kwas cholowy /Cholic acid	34,92 ^a	4,14 ^b	18,04 ^d	31,12 ^b
Kwas deocholowy /Deoxycholic acid	75,59 ^b	4,16 ^b	11,42 ^b	37,78 ^c
Kwas lithocholowy /Lithocholic acid	87,21 ^c	69,67 ^b	65,81 ^e	68,99 ^e
Pieczywo z 9% dodatkiem mączki z pałki wodnej /Bread of 9% addition of powdered rhizome <i>Typha Latifolia</i>	% związanego kwasu /% bound acid			
Kwas cholowy /Cholic acid	33,80 ^a	2,33 ^a	14,77 ^c	20,64 ^a
Kwas deocholowy /Deoxycholic acid	74,75 ^b	8,90 ^c	6,62 ^a	27,99 ^b
Kwas lithocholowy /Lithocholic acid	89,19 ^c	82,02 ^e	67,75 ^e	47,42 ^b

^{a-e} – wartości liczbowe oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się w sposób statystycznie istotny przy poziomie $p < 0,05$

^{a-e} – the values denoted by different letters in column differs statistically significantly at $p < 0.05$

morfologicznych pałki wodnej jest nierozpuszczalny błonnik pokarmowy, przy czym frakcjami dominującymi są celuloza i hemiceluloza.

Spośród kwasów żółciowych w największym stopniu wiązany był kwas lithocholowy. Sorpcja kwasów żółciowych zależała od rodzaju trawionego produktu oraz etapu trawienia (tab. III). Najwyższą zdolnością do wiązania kwasów żółciowych, niezależnie od rodzaju kwasu, cechowały się próby pobrane z początkowego etapu odcinka jelita cienkiego (od 33,8% do 89%). Nie stwierdzono różnic statystycznie istotnych w wiązaniu kwasów żółciowych zarówno przez pieczywo wzorcowe, jak i z zastosowanym zamiennikiem mączki. Rozpatrując sorpcję kwasów żółciowych na poszczególnych etapach przewodu pokarmowego, stwierdzono wyższy stopień związania kwasu lithocholowego oraz deocholowego przez pieczywo z zastosowanym zamiennikiem mączki na odcinku jelita cienkiego, odpowiednio 82% oraz 9%, w porównaniu z pieczywem wzorcowym. Z kolei na odcinku jelita grubego wyższą zdolnością do wiązania kwasów żółciowych cechowało się pieczywo wzorcowe. Porównując uzyskane wyniki z danymi literaturowymi [18], stwierdzono że zarówno chleb wzorcowy, jak i chleb z zastosowanym zamiennikiem mączki, wy-

kazały dobrą zdolność wiązania kwasów żółciowych, bowiem białko sojowe, fasola pinto, czarna fasola oraz błonnik pszenicy wiązały znacznie mniej kwasów żółciowych, odpowiednio 17, 23, 30 i 12%. Podobnie niską zdolnością sorpcyjną w tym zakresie cechowały się owoce borówki – 7%, śliwki – 6%, truskawki – 5%, a także wiśnie – 5%, żurawina – 4% i jabłka – 1% [19]. Prawdopodobnie o stopniu sorpcji kwasów żółciowych decyduje skład błonnika pokarmowego. Z wielu badań wynika, że frakcja ligninowa w znacznym stopniu wiąże kwasy żółciowe, podczas gdy frakcja celulozowa, takiej właściwości nie posiada [18-20].

Wnioski

1. Pieczywo z udziałem mączki z pałki wodnej cechowało się istotnie wyższym poziomem błonnika pokarmowego oraz frakcji celulozowej i hemicelulozowej.
2. Pieczywo zawierające 9% mączki z kłącza pałki wodnej wykazuje dobrą zdolność do wiązania kwasów żółciowych na wszystkich badanych odcinkach przewodu pokarmowego w warunkach *in vitro*. Pieczywo to może być zalecane osobom chorym na celiakię, jak również z zaburzoną gospodarką lipidową.

Piśmiennictwo / References

1. Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis fibrous feeds. I. Preparation of fiber residues of low nitrogen content. *J Assoc Offic Anal Chem* 1963, 46: 825-835.
2. Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *J Assoc Offic Anal Chem* 1967, 50: 50-55.
3. McQueen RE, Nicholson JWG. Modification of the neutral detergent fiber procedure for cereal and vegetables by using α -amylase. *J Assoc Offic Anal Chem* 1979, 62: 676-680.
4. Redzic SJ. Wild edible plants and their traditional use in the human nutrition in Bosnia & Herzegovina. *Ecol Food Nutr* 2008, 43(3): 189-232.
5. Morton JF. Cattails (*Typha* spp.) – weed problem or potential crop? *Econ Bot* 1975, 29: 7-29.
6. Facciola S. *Cornucopia – A Source Book of Edible Plants*. Kampong Publications, Vista 1990.
7. Brill S. *Identifying and Harvesting Edible and Medicinal Plants in Wild (and Not So Wild) Places*. William Morrow/Harper Collins, NY 1994.
8. Grahame A. The incredibly usable cattail. *Ethnobot Leaflet* 1999, 1: 5.
9. Labiste S. *Wilderness Cuisine: The Cattail Pollen Pancake*, Primitive Ways 2013. http://www.primitiveways.com/cattail_pollen_pancakes.html
10. Clopton JR, Von Korff RW. *Typha (cattail) Seed Oil*. *Oil & Soup* 1945: 12.
11. Chamberlain RV. The ethnobotany of the gosiute Indians of Utah. *Mem Amer Antropol Assn* 1964, 2: 5.
12. Łuczaj Ł. *Dzikie rośliny jadalne Polski*. Przewodnik survivalowy. Chemigrafia, Krosno 2004.
13. Kumar J, Sheel R. Suitability and utility value of *Typha angustifolia* Linn. for cultivation in North Bihar countryside wetlands. *Ind J Fundam Appl Life Sci* 2012, 2(2): 234-238.
14. Bonenberg K. Pałka *Typha* [pałka wodna, rogoża]. *Aura (Zioła a zdrowie)*, 2001, 4: 43.
15. Pruska-Kędzior A, et al. Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. *Eur Food Res Tech* 2008, 227(5): 1523-1536.
16. Kurzawska A i wsp. Zawartość błonnika pokarmowego i jego frakcji w pałce wodnej wąskolistnej (*Typha angustifolia*). *Zesz Nauk UE w Poznaniu* 2011, 205: 133-139.
17. Kurzawska A i wsp. Zawartość błonnika pokarmowego i jego frakcji w pałce wodnej szerokolistnej (*Typha latifolia*). I Wielkopolska Konferencja „Nauka gospodarce żywnościowej i biotechnologii”, 16-17 czerwca 2011, Poznań: 62.
18. Kahlon TS, Woodruff CL. In vitro binding of bile acids by rice bran, oat bran, barley and β -glucan enriched barley. *Cereal Chem* 2003, 80: 260-263.
19. Kahlon TS, Smith GE. In vitro binding of bile acids by bananas, peaches, pineapple, grapes, pears, apricots and nectarines. *Food Chem* 2007, 101: 1046-1051.
20. Górecka D, et al. Adsorption of bile acids by cereal products. *Cereal Foods World* 2005, 50(4): 176-178.