

DANUTA GÓRECKA, JACEK ANIOŁA, KRZYSZTOF DZIEDZIC,  
PATRYCJA ŁAWNICZAK

## WPLYW STOPNIA ROZDROBNIENIA MIKRONIZOWANYCH PREPARATÓW WYSOKOBŁONNIKOWYCH NA ICH WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI FUNKCJONALNE

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu stopnia rozdrobnienia preparatów wysokobłonnikowych na ich właściwości funkcjonalne, tj. zdolność wiązania wody i zdolność do wymiany kationów. Materiał badawczy stanowiły preparaty z otrąb pszennych (PS), łuski kakaowej (KA), wysłodków z buraka cukrowego (BC), wytlóków jabłkowych (JA), wytlóków aroniowych (AR), wytlóków z czarnej porzeczki (CP) oraz rdzeni kolb kukurydzianych (KU), o stopniu rozdrobnienia 50  $\mu\text{m}$  oraz 10-20  $\mu\text{m}$ .

Badane preparaty charakteryzowały się zróżnicowaną zdolnością wiązania wody. Największą wodochłonnością cechował się preparat BC o stopniu rozdrobnienia 50  $\mu\text{m}$  (9,17 g  $\text{H}_2\text{O}/\text{g}$  błonnika), najmniejszą zaś preparat AR i KU, o stopniu rozdrobnienia 10-20  $\mu\text{m}$ , odpowiednio 2,90 g  $\text{H}_2\text{O}/\text{g}$  błonnika i 3,18 g  $\text{H}_2\text{O}/\text{g}$  błonnika. Im wyższy był stopień rozdrobnienia preparatów, tym mniejsza była ich zdolność wiązania wody. Stopień rozdrobnienia w zróżnicowany sposób wpłynął na zdolność do wymiany kationów. Największą zdolnością wymiany kationów odznaczał się preparat KA o stopniu rozdrobnienia 10 - 20  $\mu\text{m}$  (0,272 mEq/g błonnika), najmniejszą natomiast preparat PS grubo rozdrobniony (50  $\mu\text{m}$ ) - 0,004 mEq/g błonnika.

**Słowa kluczowe:** mikronizowane preparaty wysokobłonnikowe, stopień rozdrobnienia, wodochłonność, zdolność do wymiany kationów

### Wprowadzenie

Zwiększony wzrost zainteresowania żywnością funkcjonalną wśród konsumentów, a w szczególności substancjami bioaktywnymi, skłania producentów żywności do poszukiwania nowych źródeł i nośników tych substancji. Jedną z metod zwiększania zawartości włókna pokarmowego w diecie jest bezpośrednie spożywanie specjalnych preparatów o wysokiej jego zawartości lub dodawanie ich do produktów spożywczych

---

*Dr hab. D. Górecka, mgr K. Dziedzic, mgr inż. P. Ławniczak, Katedra Technologii Żywności Człowieka, dr J. Anioła, Katedra Higieny Żywności Człowieka, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 31, 60-624 Poznań*

i potraw. Do produkcji preparatów wysokobłonnikowych stosuje się przede wszystkim części zbóż, owoców i warzyw bogatych w nieprzyswajalne węglowodany [3, 9, 12].

Włókno pokarmowe pełni różnorodne funkcje w organizmie człowieka. Wiąże ono wodę, kwasy żółciowe, absorbuje metale, wpływa również na szybkość pasażu treści pokarmowej przez jelita, obniża poziom glukozy i cholesterolu we krwi oraz zwiększa masę kału [7, 10, 11].

Bardzo ważną cechą fizyczną włókna pokarmowego jest zdolność do pęcznienia, a tym samym adsorbowania wody w swojej matrycy, którą tworzą polisacharydy i lignina. Zróżnicowane wyniki oznaczeń zdolności wiązania wody przez włókno pokarmowe, uzyskiwane przez różnych autorów, związane są z rodzajem produktu, zastosowaną metodą pomiaru, jak również sposobem postępowania z produktem przed pomiarem, a przede wszystkim z jego rozdrobnieniem oraz ich obróbką cieplną [4, 13, 15, 17].

Wyniki wielu badań wskazują na wpływ stopnia rozdrobnienia na właściwości funkcjonalne włókna pokarmowego, jego oddziaływanie fizjologiczne, a także właściwości sensoryczne i technologiczne [2, 4, 14, 16].

Celem pracy było określenie wpływu stopnia rozdrobnienia preparatów wysokobłonnikowych na ich zdolność wiązania wody oraz zdolność do wymiany kationów w warunkach symulujących przewód pokarmowy człowieka.

### **Material i metody badań**

Material badawczy stanowiły preparaty błonnikowe o dwóch stopniach rozdrobnienia: 10-20  $\mu\text{m}$  (wysoko rozdrobnione) oraz 50  $\mu\text{m}$  (średnio rozdrobnione). Były to następujące preparaty: otręby pszenne (PS), łuska kakaowa (KA), wysłodki buraczane (BC), wytloki jabłkowe (JA), wytloki aroniowe (AR), wytloki z czarnej porzeczki (CP) pochodzące z firmy Microstructure Sp. z o.o. z Warszawy oraz rdzenie kolb kukurydzianych (KU) pochodzące z Rolniczego Gospodarstwa Doświadczalnego w Swadzi- miu, należącego do UP. Zawartość błonnika pokarmowego w badanych preparatach wahała się w granicach od 49,7 % (PS) do 88,9 % (KU). Szczegółowe informacje podano we wcześniejszej publikacji Anioły i Paczkowskiej [1].

Zdolność wiązania wody przez włókno pokarmowe badanych preparatów oznaczano metodą McConnella i wsp. [13], z modyfikacją dotyczącą adaptacji do warunków panujących w przewodzie pokarmowym człowieka [8]. Do badań odważano 0,5 g próby, dodawano 25  $\text{cm}^3$  buforu o pH 6,6 oraz 0,1  $\text{cm}^3$  Termamylu. Zawartość ogrzewano w łaźni wodnej (100 °C, 15 min). Po tym czasie próby studzono, pH doprowadzano do wartości 4,5, dodawano 0,1 g pepsyny i wytrząsano w łaźni wodnej (45 °C, 90 min). Następnie doprowadzano do pH = 8,7, dodawano 0,1 g pankreatyny i ponownie wytrząsano w łaźni wodnej (40 °C, 60 min). Zawartość odwirowywano (20 min,

3000 obr./min), zlewano płyn znad osadu i ważono. Zdolność wiązania wody obliczano z różnicy między masą mokrego osadu i masą suchego preparatu.

Do określenia zdolności wymiany kationów sodu zastosowano zmodyfikowaną metodę Robertsona i wsp. [16]. W tym celu przenoszono 0,5 g preparatu, uprzednio przeprowadzonego w formę kwaśną (moczenie proszku w 100 cm<sup>3</sup> 0,1 M HCl przez 48 h), do kolb stożkowych o poj. 250 cm<sup>3</sup>, dodawano 100 cm<sup>3</sup> 5 % roztworu NaCl w buforze (pH 6,6) oraz 0,1 cm<sup>3</sup> Termamylu i ogrzewano w łaźni wodnej (100 °C, 15 min). Po tym czasie próby studzono, doprowadzano do pH 4,5, dodawano 0,1 g pepsyny i wytrząsano w łaźni wodnej (45 °C, 90 min). Następnie doprowadzano pH do 8,7, dodawano 0,1 g pankreatyny i ponownie wytrząsano w łaźni wodnej (40 °C, 60 min). Próby miareczkowano 0,1 M roztworem HCl wobec fenoloftaleiny do uzyskania lekko różowego zabarwienia. Równolegle wykonywano próbę kontrolną bez dodatku błonnika. Zdolność wymiany kationów obliczano z następującej zależności: 1 cm<sup>3</sup> 0,1 M HCl = 0,1 mEq.

Uzyskane wyniki poddano weryfikacji statystycznej przy zastosowaniu oprogramowania komputerowego Statistics. Do wyznaczenia istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi posłużono się jednoczynnikową analizą wariancji przy zastosowaniu testu Scheffego na poziomie istotności  $p < 0.05$ .

## Wyniki i dyskusja

W warunkach przeprowadzonych doświadczeń wodochłonność badanych preparatów zależała od rodzaju preparatu i zmieniała się wraz ze zmianą stopnia rozdrobnienia (tab. 1).

Największą wodochłonnością, niezależnie od stopnia rozdrobnienia, cechował się preparat BC (9,17 g H<sub>2</sub>O/g błonnika - 50 μm), najmniejszą zaś preparat AR i KU o stopniu rozdrobnienia 10 - 20 μm, odpowiednio 2,90 g H<sub>2</sub>O/g błonnika i 3,18 g H<sub>2</sub>O/g błonnika. Biorąc pod uwagę stopień rozdrobnienia preparatów, istotnie większą wodochłonnością cechowały się preparaty średnio rozdrobnione niż wysoko rozdrobnione. Wodochłonność preparatów o stopniu rozdrobnienia 50 μm wahała się od 4,14 g H<sub>2</sub>O/g błonnika (preparat AR) do 9,17 g H<sub>2</sub>O/g błonnika (preparat BC), natomiast wysoko rozdrobnionych od 2,90 g H<sub>2</sub>O/g błonnika (AR) do 7,34 g H<sub>2</sub>O/g błonnika (BC). Nie stwierdzono istotnego wpływu stopnia rozdrobnienia na wodochłonność preparatu KA. Największą różnicę wodochłonności stwierdzono w przypadku preparatów JA i KU. Preparaty wysoko rozdrobnione JA i KU wiązały mniej wody, odpowiednio o 37 % i 35,5 %, w porównaniu z preparatami średnio rozdrobnionymi. Według McConnella i wsp. [13] oraz Nelson [14] rozdrabnianie jest procesem, który redukuje wielkość cząstek substancji rozdrabnianej, zmniejszając długość włókna, a tym samym zdolność wiązania wody. Podczas rozdrabniania zachodzą zmiany w substancji błonnikowej. Przede wszystkim zmniejsza się ogólna wielkość cząstek, co powoduje rozwi-

nięcie ogólnej powierzchni surowca, bardziej dostępnej wodzie. Rozdrobnienie może jednak spowodować zmniejszenie wielkości porów wewnątrz substancji błonnikowej, co może prowadzić do mniejszej wodochłonności.

Tabela 1

Zdolność wiązania wody preparatów wysokobłonnikowych o różnym stopniu rozdrobnienia [g H<sub>2</sub>O/g błonnika].

Water binding capacity of high fibre preparations with diverse degrees of their particle size reduction [g H<sub>2</sub>O/g dietary fibre].

Preparat Preparation	Stopień rozdrobnienia Degree of particle size reduction	
	50 $\mu$ m	10 - 20 $\mu$ m
Otręby pszenne / Wheat bran	5,66 <sup>2b</sup> $\pm$ 0,10	4,94 <sup>3a</sup> $\pm$ 0,25
Wytłoki z czarnej porzeczki Black currant pomace	5,47 <sup>2b</sup> $\pm$ 0,16	4,04 <sup>2a</sup> $\pm$ 0,43
Wytłoki aroniowe Black chokeberry pomace	4,14 <sup>1b</sup> $\pm$ 0,44	2,90 <sup>1a</sup> $\pm$ 0,27
Wysłodki buraczane Sugar beet pulp	9,17 <sup>5b</sup> $\pm$ 0,30	7,34 <sup>5a</sup> $\pm$ 0,27
Luska kakaowa Cocoa husks	6,28 <sup>3a</sup> $\pm$ 0,04	6,01 <sup>4a</sup> $\pm$ 0,22
Rdzenie kolb kukurydzianych Corncobs	4,93 <sup>1b</sup> $\pm$ 0,22	3,18 <sup>1a</sup> $\pm$ 0,10
Wytłoki jabłkowe Apple pomace	7,94 <sup>4b</sup> $\pm$ 0,14	4,99 <sup>3a</sup> $\pm$ 0,55

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a,b - wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $p < 0.05$ / values in lines and denoted by different letters differ statistically significantly at  $p < 0.05$ ;

1-5 - wartości w kolumnach oznaczone różnymi cyframi różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $p < 0.05$ / values in columns and denoted by different numerals differ statistically significantly at  $p < 0.05$ .

Przeprowadzone badania wykazały, że największą zdolnością do wymiany kationów, niezależnie od stopnia rozdrobnienia, charakteryzował się preparat KA (0,246 mEq/g błonnika - 50  $\mu$ m, najmniejszą zaś preparat PS (0,004 mEq/g błonnika - 50  $\mu$ m) - tab. 2.

Stopień rozdrobnienia preparatów w zróżnicowany sposób wpłynął na ich pojemność kationowymienną. Wraz ze wzrostem rozdrobnienia preparatów PS i KA zwiększała się ich zdolność do wymiany kationów. Preparat JA cechował się wyższą pojemnością kationowymienną przy rozdrobnieniu 50  $\mu$ m, zaś w przypadku preparatów CP, AR, BC i KU, nie stwierdzono istotnego wpływu stopnia rozdrobnienia na ich zdol-

ność wymiany kationów. Z wielu badań wynika, że zdolność kationowymienna włókna pokarmowego zależy od odczynu środowiska i zabiegów technologicznych [4, 5, 6]. Badania Eastwooda i wsp. [5] wykazały, że proces suszenia preparatów błonnikowych, jak i mielenia, w znacznym stopniu wpłynął na zmniejszenie ich zdolności do wymiany jonowej. Potwierdzeniem tych obserwacji jest również praca Raspera [15], w której autor wykazał, że suszone preparaty błonnikowe (temp. 110 °C, 2 h), a szczególnie łuska sojowa i orzeszki ziemne, charakteryzowały się znacznie mniejszą zdolnością hydratacyjną oraz zdolnością do wymiany kationów. Ebihara i Takeuchi [6] wykazali, że wielkość cząstek nie ma większego wpływu na pojemność kationowymienną, ale zdecydowanie na tę właściwość wpływa odczyn środowiska. Autorzy ci sugerują, że grupy karboksylowe i hydroksylowe obecne w hemicelulozach w największym stopniu uczestniczą w wymianie jonowej.

Tabela 2

Zdolność do wymiany kationów preparatów wysokobłonnikowych o różnym stopniu rozdrobnienia [mEq/g błonnika].

Cation exchange capacity of high fibre preparations with diverse degrees of their particle size reduction [mEq/g dietary fiber].

Preparat Preparation	Stopień rozdrobnienia Particle size	
	50 µm	10 - 20 µm
Otręby pszenne / Wheat bran	0.004 <sup>1a</sup> ± 0.001	0.027 <sup>1b</sup> ± 0.001
Wytłoki z czarnej porzeczki Black currant pomace	0,118 <sup>4a</sup> ± 0.001	0,115 <sup>3a</sup> ± 0.002
Wytłoki aroniowe Black chokeberry pomace	0,114 <sup>3b</sup> ± 0.001	0,112 <sup>3a</sup> ± 0.002
Wysłodki buraczane Sugar beet pulp	0,187 <sup>5a</sup> ± 0.002	0,186 <sup>5a</sup> ± 0.002
Łuska kakaowa Cocoa husks	0,246 <sup>6a</sup> ± 0.001	0,272 <sup>6b</sup> ± 0.001
Rdzenie kolb kukurydzianych Corncobs	0,122 <sup>4a</sup> ± 0.001	0,125 <sup>4a</sup> ± 0.001
Wytłoki jabłkowe Apple pomace	0.096 <sup>2b</sup> ± 0.002	0.076 <sup>2a</sup> ± 0.002

Objaśnienia: / Explanatory notes:

a,b - wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $p < 0.05$ / values in lines and denoted by different letters differ statistically significantly at  $p < 0.05$

1-6 - wartości w kolumnach oznaczone różnymi cyframi różnią się statystycznie istotnie na poziomie  $p < 0.05$ / values in columns and denoted by different numerals differ statistically significantly at  $p < 0.05$

Przedstawione wyniki badań wskazują, że wielkość cząstek i struktura włókna są ważnymi fizycznymi parametrami włókna pokarmowego. Zdolność zatrzymywania wody przez włókno pokarmowe różnego pochodzenia może być zmieniona wskutek modyfikacji jego fizycznej struktury. Fakt ten powinien być uwzględniany przy przewidywaniu fizjologicznego oddziaływania włókna na organizm człowieka.

### Wnioski

1. Właściwości funkcjonalne mikronizowanych preparatów wysokobłonnikowych zależały od rodzaju preparatu oraz stopnia rozdrobnienia. Największą wodochłonnością charakteryzował się preparat z buraka cukrowego, najmniejszą zaś preparat z aronii i kukurydzy.
2. Wraz ze wzrostem rozdrobnienia preparatów błonnikowych malała ich zdolność wiązania wody.
3. Największą zdolnością do wymiany kationów, niezależnie od stopnia rozdrobnienia, charakteryzował się preparat z łuski kakaowej, najmniejszą zaś preparat z pszenicy. Stopień rozdrobnienia preparatów wywarł zróżnicowany wpływ na ich zdolność do wymiany kationów.

*Praca finansowana ze środków KBN, projekt badawczy nr 2 P06T 049 27; była prezentowana podczas obrad VI Konferencji Naukowej nt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności”, Warszawa, 6 – 7 grudnia 2007 r.*

### Literatura

- [1] Anioła J., Paczkowska M.: A comparison of two enzymatic methods for the analysis of dietary fiber in high-fiber preparations. *Nauka Przyr. Technol.*, 2007, **1 (2)**, 1-5.
- [2] Barroto B., Larrauri J.A., Cribeiro A.: Particle size influence on water holding capacity of citrus and pineapple dietary fiber. *Alimentaria*, 1995, **268**, 89-90.
- [3] Borycka B., Górecka D.: Analiza frakcji błonnika pokarmowego w odpadach pomidorowych i marchwiowych. *Towaroznawcze Problemy Jakości*, 2005, **1 (2)**, 148-150.
- [4] Cadden A.M. : Comparative effects of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers. *J. Food Sci.*, 1987, **52, 6**, 1595-1599.
- [5] Eastwood M.A., Msc, F.R.C.P., Robertson J.A.: The place of dietary fiber in our diet. *J. Hum. Nutr.*, 1981, **32**, 53.
- [6] Ebihara K., Takeuchi M.: Effect of particle size on the cation exchange capacity, surface area and zinc binding capacity of refined corn hull. *Agric. Biol. Chem.*, 1991, **55**, 1455-1458.
- [7] Gawęcki J., Górecka D.: Effect of fractions composition on biological activity of dietary fibre. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 1992, **1/42**, 73-80.
- [8] Górecka D., Korczak J.: Wpływ zabiegów technologicznych na skład i właściwości funkcjonalne błonnika pokarmowego nasion roślin strączkowych.

- [9] Hibbs A.H., Young L.R., Quaker O.C.: Process for preparing a high soluble fiber barley fraction. European Patent Application No. EP0606080, 1994.
- [10] Kahlon T.S., Woodruff C.L.: *In vitro* binding of bile acids by ready-to-eat breakfast cereals. Cereal Foods World, 2003, **48**, **2**, 73-75.
- [11] Kritchevsky D.: Cereal fiber and lipidemia. Cereal Foods World, 1997, **2** (**42**), 81-85.
- [12] Masooi F.A., Sharma B., Chauhan G.S.: Use of apple pomace as a source of dietary fiber in cakes. Plant Foods Hum. Nutr., 2002, **2** (**57**), 121-128.
- [13] McConnell A.A., Eastwood M.A., Mitchel W.D.: Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. J. Sci. Food Agric., 1974, **25** (**31**), 1457-1464.
- [14] Nelson A.L.: Properties of high-fiber ingredients. Cereal Foods World, 2001, **3** (**46**), 92-100.
- [15] Rasper V.F.: Chemical and physical characteristics of dietary cereal fiber. In: Dietary Fibers: Chemistry and Nutrition - red. G.E. Inglett and S.I. Falkehag. Academic Press, New York 1979, pp. 93-115.
- [16] Robertson J.A., Eastwood M.A., Yemon M.M.: An investigation into physical properties of fiber prepared from several carrot varieties at different stages of developed. J. Sci. Agric., 1980, **31**, 633-638.
- [17] Robertson J.A., Eastwood M.A.: An examination of factors which may effect the water holding capacity of dietary fibre. Br. J. Nutr., 1981, **45**, 83-85.

#### IMPACT OF PARTICLE SIZE REDUCTION DEGREE OF MICRONIZED HIGH-FIBRE PREPARATIONS ON THEIR SELECTED FUNCTIONAL PROPERTIES

##### S u m m a r y

The objective of the study was to investigate the impact of particle size reduction degree of high-fibre preparations on their functional properties e.g. water binding capacity and cation exchange capacity. Wheat bran (PS), cocoa husks (KA), sugar beet pulp (BC), apple pomace (JA), black chokeberry pomace (AR), black currant pomace (CP), and corncobs (KU) with a particle size of 50  $\mu\text{m}$  and 10-20  $\mu\text{m}$  constituted the material for investigations.

The preparations investigated were characterized by varying water binding capacity. The BC preparation with a particle size of 50  $\mu\text{m}$  showed the highest water binding capacity (9.17 g H<sub>2</sub>O/1 g dietary fibre), and the AR and KU preparations with a particle size of 10 - 20  $\mu\text{m}$  – the lowest, i.e. 2.90 g H<sub>2</sub>O/g dietary fibre and 3.18 g H<sub>2</sub>O/g dietary fibre, respectively. The higher degree of particle size reduction the lower was their water binding capacity. The degree of particle size reduction influenced the cation exchange capacity in a diversified way. The KA preparation with a particle size of 10 - 20  $\mu\text{m}$  (0.272 mEq/g dietary fibre) showed the highest cation exchange capacity, and the PS preparation with a small reduction size (50  $\mu\text{m}$ ) – the lowest, i.e. 0.004 mEq/g dietary fibre.

**Key words:** micronized high-fibre preparations, degree of particle size reduction, water binding capacity, cation exchange capacity 