Wpływ sposobu obróbki cieplnej na fizyczno-chemiczne właściwości błonnika pokarmowego marchwi i buraków

KRYSTYNA ELKNER

Instytut Warzywnictwa, Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
Research Institute of Vegetable Crops, Konstytucji 3 Maja 1/3 Street, 96-100 Skierniewice
Effect of thermal processing on physico-chemical
properties of dietary fibre in carrot and red beet

(Otrzymano: 24.08.2001)

S u m m a r y

The effect of thermal processing (boiling in water and steaming) on changes in dietary fibre fractions and the functional properties of carrot and red beet fibre were studied. Boiling in water caused significantly larger changes in qualitative and quantitative composition of the vegetable fibre than steaming. It was observed that boiling resulted in an increase of the neutral detergent fibre (NDF), cellulose, a slight increase in lignin content and decrease of hemicellulose. Boiling of these vegetables in water, in comparison to steaming, affected the changes of functional properties of fibre. After boiling in water the ability of water holding capacity of fibre was increased, whereas the cation exchange capacity was decreased.

Key words: thermal processing, dietary fibre, water holding capacity, cation exchange capacity, carrot, red beet,

WSTĘP

Ze względu na wiele funkcji fizjologicznych, jakie pełni błonnik pokarmowy w organizmie, jest on bardzo ważnym składnikiem diety. Niedoborom błonnika w diecie przypisuje się powstawanie lub rozwój wielu chorób cywilizacyjnych takich jak np. cukrzyca, miażdżyc, otyłość itp. (Bartnikowska, 1997).

Warzywa stanowią jedno z głównych, naturalnych źródeł błonnika pokarmowego. Łącznie z owocami dostarczają około 35% ogólnie spożywanej ilości błonnika w naszej diecie, a ziemniaki zjadane w różnych formach około 11% (Waszkiewicz-Robak, 1999).

W zależności od formy spożycia warzyw (świeże, gotowane, mrożone, puszkowane) poziom błonnika w warzywach jest zróżnicowany (Lintas, Cappelloni, 1988; Ben-Shalom i in., 1992). Obróbka wstępna warzyw, na przykład obieranie ze skórki, rozdrabnianie wpływają na obniżenie zawartości błonnika (Mullin, Smith, 1991). W literaturze można znaleźć nieliczne prace na temat wpływu sposobu obróbki cieplnej na skład błonnika pokarmowego w warzywach. Wyniki uzyskane przez różnych autorów są ponadto niejednoznaczne. Badania Mathee i Appledorfa (1978) wykazały, że w marchwi, brokułach i kapuście po gotowaniu ich w wodzie zwiększała się zawartość celulozy, zawartość ligniny i hemiceluloz natomiast nie ulegała wyraźnym zmianom. Z kolei według Marletta i Vollendorfa (1993) gotowanie warzyw w wodzie podwyższało zawartość w nich błonnika przez wzrost frakcji błonnika rozpuszczalnego w wodzie. Wcześniejsze prace innych autorów nie wykazały takich zmian lub tylko minimalne (Lintas, Cappelloni, 1988; Marlett i in., 1989).

Różnorodne oddziaływanie błonnika pokarmowego na funkcje przewodu pokarmowego wiąże się nie tylko z jego ilością i jakością, ale również z jego właściwościami funkcjonalnymi, takimi jak: zdolność do zatrzymywania wody – WHC, i zdolność do wymiany kationów – CEC (Gałęcki i in. 1989). Na wyżej wymienione właściwości błonnika pokarmowego warzyw znaczny wpływ może wywierać obróbka termiczna, stanowiąca integralną część różnych procesów technologicznych i kulinarnych. Informacje odnośnie składu błonnika i jego właściwości funkcjonalnych są ważne dla przewidywania jego fizjologicznego oddziaływania.

Celem pracy było przesledzenie zmian ilościowych i jakościowych poszczególnych frakcji błonnika oraz właściwości funkcjonalnych błonnika pokarmowego marchwi i buraków poddanych gotowaniu w wodzie lub w parze.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiły: marchew odm. Perfekcja (korzenie o masie 100–130 g) i burak czerwony odm. Czerwona Kula (korzenie o masie 170–200 g). Warzywa te pochodziły z doświadczeń prowadzonych w Instytucie Warzywnictwa i były uprawiane na glebie płowej o zawartości próchnicy ok. 1,3%. Nawożenie i zabiegi pielęgnacyjne stosowano według zaleceń uprawowych dla tych roślin.

Po umyciu, usunięciu części niejadalnych i rozdrobnieniu warzyw, gotowano je w wodzie i w parze. Do pokrojonych w kostkę korzeni marchwi i buraków dodawano wrzącej wody w ilości odpowiadającej m/v 1:1 i gotowano przez 20 minut od chwili wrzenia. Obróbkę termiczną pokrojonej marchwi i buraków w parze prowadzono 10 minut, przy ciśnieniu 162 KPa. Po ugotowaniu, warzywa suszono w temp. 60°C. Susz uzyskany z warzyw rozdrobniono i przesiano przez sito o średnicy oczek 0,8 mm. Zawartość błonnika pokarmowego (NDF) oraz jego skład frakcyjny oznaczono metodą detergentową (G e o r i n g, V a n S o e s t, 1970). Jest to metoda polegająca na izolowaniu błonnika za pomocą roztworów detergentowych o charakterze obojętnym i kwaśnym, pozwalająca określić celulozę, hemicelulozy i ligninę. Pektyny oznaczono metodą K i n g a (1987). Uzyskane wyniki zawartości pektyn łącznie z Neutralnym Detergentowym Błonnikiem (NDF) wyrażono jako błonnik ogółem. Określano także właściwości funkcjonalne błonnika: zdolność wiązania wody zgodnie z metodyką opisaną przez R o b e r t s o n a i in. (1980) oraz zdolność do wymiany kationów według M c C o n n e l l a i in. (1974).

Wyniki oceny zawartości błonnika i jego frakcji poddano analizie statystycznej. Średnie porównywano testem Tukeya, przy poziomie istotności $\alpha = 0.05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki zestawione na rys. 1 wskazują na różnice w zawartości błonnika pokarmowego i jego frakcji w zależności od gatunku warzywa oraz zastosowanej obróbki cieplnej. Marchew w porównaniu z burakami miała wyższą zawartość błonnika o wysokiej zawartości pektyn. Podobne wyniki dotyczące marchwi uzyskali N y m a n i in. (1987), A n d e r s o n i C l y d e s d a l e (1990), E l k n e r i in. (1998).

Gotowanie warzyw zarówno w wodzie, jak i w parze powodowało wzrost zawartości neutralnego detergentowego błonnika (NDF). Podobne wyniki po gotowaniu w wodzie warzyw pięciu gatunków uzyskali H e r r a n z i in. (1983). Wzrost zawartości NDF wynikał ze zmian ilościowych celulozy, hemiceluloz i ligniny. Zawartość hemiceluloz w marchwi i burakach w obu wariantach obróbki cieplnej ulegała zmniejszeniu.

M a t h e e i A p p l e d o r f (1978) oraz L i n t o s i C a p p e l l o n i (1988) nie stwierdzili wyraźnych zmian w zawartości hemiceluloz w warzywach gotowanych. G ó r e c k a i in. (1996) natomiast uzyskali wzrost poziomu hemiceluloz w kapuście i ziemniakach po gotowaniu w wodzie i w parze.

Pod wpływem gotowania następował przyrost frakcji celulozowej. W burakach przyrost ten był stosunkowo niewielki (ok. 11%), zarówno po gotowaniu w wodzie, jak i w parze. Natomiast udział celulozy w marchwi bardziej wzrósł po gotowaniu w wodzie niż w parze i wynosił w porównaniu do surowca około 38%. Podobne wyniki w badaniach z gotowaniem marchwi, kapusty i brokułów uzyskali M a t h e e i A p p l e d o r f (1978), a dla kapusty i ziemniaków G ó r e c k a i in. (1996). Wzrost poziomu celulozy w warzywach, po ich gotowaniu, zwłaszcza w wodzie, może wynikać z rozluźnienia się ścian komórkowych i uwalniania celulozy.

Tabela 1.

Zdolność wymiany kationów przez błonnik suszu marchwi i buraków
w zależności od sposobu obróbki cieplnej (mEq/g s.m.)

Table 1.

Cation exchange of dried carrot and red beet in dependence upon thermal processing
(mEq/g d.m.)

Sposób obróbki cieplnej Thermal processing	Susz marchwi Dried carrot	Susz buraków Dried red beet
Surowy - Raw		
$\bar{X}^x$	0.616	0.523
S^{xx}	0.048	0.033
Gotowanie w wodzie - Boiled		
$\bar{X}^x$	0.489	0.410
S^{xx}	0.020	0.016
Gotowanie w parze - Steamed		
$\bar{X}^x$	0.539	0.466
S^{xx}	0.022	0.018

x średnie wartości arytmetyczne

x mean values

xx odchylenie standardowe (n=5)

xx SD (n=5)

W analizowanych warzywach po ich gotowaniu w wodzie lub w parze nastąpił wzrost zawartości ligniny. Zwiększenie zawartości ligniny w brokułach po gotowaniu ich w wodzie stwierdzili Mathee i Appledorf (1978), w zielonym groszku po sterylizacji Anderson i Clydesdale (1980) oraz w kapuście i ziemniakach Górecka i in. (1996). Herranz i in. (1983) nie wykazali natomiast wpływu gotowania warzyw (fasola szparagowa, groszek, szparagi, pomidory, szpinak) na zmiany zawartości ligniny.

Gotowanie w wodzie lub w parze wpłynęło na przyrost frakcji pektynowej w marchwi i burakach. Wzrost zawartości pektyn w 10 gatunkach warzyw po gotowaniu w wodzie stwierdzili Z y r e n i in. (1983). Proces gotowania marchwi i innych warzyw według Andersona i Bridgessa (1988) powoduje przemiany frakcji nierozpuszczalnych błonnika w rozpuszczalne i tworzenie substancji pektynowych rozpuszczalnych w wodzie.

Jedną z ważniejszych właściwości funkcjonalnych błonnika pokarmowego jest wodochłonność, odzwierciedlająca zdolność błonnika do pęcznienia. Zdolność wiązania wody zależała od gatunku warzywa i sposobu gotowania (rys. 2). Zdolność suszu warzyw do rehydratacji była większa po gotowaniu ich w wodzie niż w parze. W przypadku błonnika marchwi wzrost ten wyniósł aż 60%, w porównaniu do ilości wody zatrzymanej przez błonnik tego warzywa przed gotowaniem w wodzie. Najmniejszą zdolność wiązania wody wykazywały susze marchwi i buraków po gotowaniu w parze. Podobne wyniki w przypadku kapusty i ziemniaków uzyskali Górecka i in. (1996). Różnice w wodochłonności mogą wynikać z różnego składu frakcyjnego błonnika marchwi i buraków. Marchew odznaczała się wyższą zawartością celulozy i pektyn niż buraki. Według McConnella i in. (1974) i Labuzy (1986) celuloza i pektyny mają większą zdolność pochłaniania wody niż hemicelulozy i lignina.

Zdolność do wymiany kationów to następna ważna właściwość chemiczna błonnika pokarmowego. Według Calverta i Yeatesa (1982) zdolność kwaśnych frakcji ścian komórek roślin do wymiany kationów wiąże się głównie z obecnością grup fenolowych i karboksylowych. Zdolność do wymiany kationów, podobnie jak wodochłonność zależała od gatunku warzywa i sposobu obróbki cieplnej (tab. 2). Błonnik pokarmowy marchwi wykazywał większą zdolność do wymiany kationów niż błonnik pokarmowy buraków. W doświadczeniu K o r c z a k a i in. (1995) błonnik marchwi wykazywał znacznie większą kationowymienność niż błonnik jabłek. Według McConnella i in. (1974), Calverta i Yeatesa (1982), Góreckiej i in. (1996) różnice w zdolności do wymiany kationów mogą wynikać z ilości samego błonnika, jak i ilości grup funkcyjnych w błonniku warzyw. Największe właściwości kationowymienne miały susze z warzyw surowych, a najmniejszą zdolność do wymiany kationów wykazywał błonnik warzyw gotowanych w wodzie. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w pojemności kationowymiennej błonnika warzyw gotowanych w parze w porównaniu do pojemności błonnika warzyw surowych.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że poziom błonnika i jego frakcji zależą od gatunku warzywa i zastosowanej obróbki cieplnej. Marchew, w porównaniu z burakami, odznacza się wyższą zawartością błonnika o ko-

Rys. 1 Wpływ obróbki cieplnej na zawartość błonnika i jego frakcji w marchwi i burakach (%)

Fig. 1 Influence of thermal processing on dietary fibre and its fraction in carrot and red beet (%)

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $P=0.95$

Averages followed by the same letter do not differ significantly at $P=0.95$

NDF – neutralny błonnik detergentowy/neutral detergent fibre

NS – nie istotne/not significant

Cellulose – Celuloza, Hemicellulose – Hemicelulozy, Lignin – Lignina,

Total fibre – Błonnik ogółem

Rys.2 Wpływ obróbki cieplnej na zdolność pochłaniania wody przez błonnik marchwi i buraków (g H₂O/g s.m.)
 Fig. 2 Effect of thermal processing on water holding capacity of dried carrot and red beet (g H₂O/g d.m.)

Średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie przy $P=0.95$
 Averages followed by the same letter do not differ significantly at $P=0.95$

rzystniejszym jego składzie. Frakcją występującą w największej ilości w badanych gatunkach warzyw jest frakcja celulozowa. Gotowanie w wodzie powoduje większe zmiany w składzie ilościowym i jakościowym błonnika warzyw niż gotowanie w parze. Pod wpływem gotowania następuje przyrost frakcji celulozowej (szczególnie w marchwi), nieznaczny wzrost ligniny i obniżenie poziomu frakcji hemicelulozowej. Gotowanie marchwi i buraków w wodzie w odróżnieniu od gotowania w parze, wpływa na zmianę właściwości funkcjonalnych zawartego w nich błonnika. Po gotowaniu w wodzie zwiększa się zdolność błonnika do zatrzymywania wody, zmniejszając natomiast jego właściwości kationowymienne. Badania dowodzą, że marchew i buraki gotowane w wodzie ze względu na podwyższoną zawartość celulozy i pektyn oraz wodochłonność powinny być zjadane często, zwłaszcza przez osoby cierpiące na zaburzenia trawienne oraz z nadwagą. Z uwagi na większą pojemność kationowymienną błonnika warzyw surowych w porównaniu do gotowanych (zwłaszcza w wodzie), warzywa surowe powinny stanowić nieodłączny komponent codziennej diety.

LITERATURA

- Anderson N.E., Clydesdale F.M., 1980. Effect of processing on the dietary fiber contents of wheat bran, pured green beans and carrots. *J. Food Sci.*, 45: 1533-1537.
- Anderson N.E., Bridges S.R., 1988. Dietary fiber of selected foods. *Am. J. Clin. Nutr.*, 47: 440-447.
- Bartnikowska E., 1997. Włókno pokarmowe w żywieniu człowieka. *Przemysł Spożywczy*. Cz. I – (5): 43-44. Cz. II – (6): 14-16.
- Ben-Shalom N., Plat D., Levi A., Pinto R., 1992. Changes in molecular weight of water-soluble and EDTA-soluble pectin fractions from carrot after heat treatments. *Food Chem.*, 40: 243-245.
- Calvert G.D., Yeates R.R. 1982. Adsorption of bile salts by soya bean flour, wheat bran, lucerne, sawdust and lignin: the effect of saponins and other constituents. *Br. J. Nutr.*, 45: 83-85
- Elkner K., Horbowicz M., Kosson R., 1998. Effect of storage on contents of dietary fibre and its composition in some cultivars of red beet, root parsley and carrot. *Vegetable Crops Research Bulletin*, 49: 107-120.
- Gawęcki J., Górecka D., Stachowiak J., Kawczyńska-Wilińska G., Zmiany wybranych właściwości fizykochemicznych błonnika jabłek i ziemniaków w różnych warunkach obróbki termicznej. *Przemysł Fermentacyjny i Owoc.-Warzyw.*, 8: 24-25.
- Georing H.K., VanSoest P.J., 1970. Forage fiber analyses. *Agr. Handbook, ARS/USDA, Washington, D.C.* 379: 1-20.
- Górecka D., Sperra L., Janitz W., 1996. Wpływ obróbki cieplnej na właściwości funkcjonalne błonnika pokarmowego w warunkach zbliżonych do środowiska przewodu pokarmowego. *Roczniki AR Poznaniu. CCLXXXII. Technol. Żywn.*, 20: 35-42.
- Herranz J., Vidal-Valverde C., Rojas-Hidalgo E., 1983. Cellulose, hemicellulose and lignin content of raw and cooked processed vegetables. *J. Food Sci.*, 48: 274-275.

- King K., 1987. Method of rapid extraction of pectic substances from fruits. *Food Chemistry*, 112.
- Korczak J., Górecka D., Janitz W., Bornikowska A., Fabrycka A., Właściwości fizyczno-chemiczne błonnika pokarmowego w symulowanych warunkach przewodu pokarmowego. *Roczniki AR w Poznaniu, CCLXX*: 51–59.
- Labuza T.P., 1986. Comparison of binding of fruit vegetable and cereal fibres. *Cereal Food World* 31, 8: 599.
- Lintas C., Cappelloni M., 1988. Content and composition of dietary fibre in raw and cooked vegetables. *Food Sci. Nutr.*, 42: 117–124.
- Mathee Y., Appledorf A., 1978. Effect of cooking on vegetable fiber. *J. Food Sci.*, 43:1344–1345.
- Marlett J.A., Bogdanske J., Longacre M. J., 1989. The effect of commercial processing on dietary fiber in vegetables and cereals. *FASEB J*, 3: A1064.
- Marlett J.A., Vollendorf N. W., 1993. Dietary fiber content and composition of vegetables determined by two methods of analysis. *J. Agric. Food Chem.*, 41: 1608–1612
- McConnell A. A., Eastwood M. A., Mitchell W. D., 1974. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence on bowel function. *J. Sci. Agric.*, 25: 1457–1460.
- Mullin W. J., Smith J. M., 1991. Dietary fiber in raw and boiled potatoes. *J. Food Compos. Anal.*, 4: 100–106.
- Nyman M., Palsson K.E., Asp N.G., 1987. Effects of processing on dietary fibre in vegetables. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.*, 20: 29–36.
- Robertson J. A., Eastwood M. A., Yeomon M. M., 1980. An investigation into the physical properties of fibre prepared from several carrot varieties at different stages of development. *J.Sci. Food Agric.*, 31: 633–638.
- Waszkiewicz-Robak B., 1999. Błonnik i żywność wysokobłonnikowa. Praca zbiorowa pod redakcją F. Świderskiego „Żywność wygodna i żywność funkcjonalna”. WN-T, Warszawa, 278–285
- Zyren J., Elkins E. R., Dudek J. A., Hagen R. E., 1983. Fiber contents of selected raw and processed vegetables, fruits and fruit juices as served. *J. Food Sci.*, 48: 600–603.

Wpływ sposobu obróbki cieplnej na fizyczno-chemiczne właściwości błonnika pokarmowego marchwi i buraków

Streszczenie

Badano wpływ obróbki cieplnej (gotowanie w wodzie i gotowanie w parze) na zmiany zawartości frakcji błonnika pokarmowego i właściwości funkcjonalne błonnika marchwi i buraków. Gotowanie w wodzie powodowało większe zmiany ilościowe i jakościowe w składzie błonnika warzyw niż gotowanie w parze. Pod wpływem gotowania następował przyrost NDF, celulozy, nieznaczny wzrost ligniny i obniżenie poziomu hemiceluloz. Gotowanie warzyw w wodzie wpływało bardziej na zmianę właściwości funkcjonalnych zawartego w nich błonnika niż gotowanie w parze. Po gotowaniu w wodzie zwiększała się zdolność błonnika do zatrzymywania wody, zmniejszały natomiast jego właściwości kationowymienne.