

Maciej Kuligowski, Jacek Nowak

WPLYW OBRÓBKI HYDROTERMICZNEJ NASION NA WŁAŚCIWOŚCI FASOLOWEGO TEMPEH

Zakład Fermentacji i Biosyntezy, Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego,
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Kierownik Zakładu: Prof. dr hab. *J. Nowak*

Tempeh jest tradycyjnym indonezyjskim fermentowanym produktem wytwarzanym z nasion roślin strączkowych. W pracy badano wpływ metod obróbki hydrotermicznej poprzedzającej fermentację na zawartość polifenoli, potencjał antyoksydacyjny, ilość cukrów redukujących i właściwości organoleptyczne fasolowego tempeh. Stwierdzono, że ilość polifenoli i właściwości przeciwutleniające były wyższe w tempeh uzyskanym po zastosowaniu klasycznej metody obróbki hydrotermicznej. Rodzaj obróbki poprzedzającej fermentację nie miał wpływu na zawartość cukrów redukujących i cechy organoleptyczne.

Słowa kluczowe: fasolowy tempeh, metody obróbki hydrotermicznej, właściwości antyoksydacyjne, polifenole

Key words: bean tempeh, hydrothermal treatment methods, antioxidant activity, polyphenols

Spożycie nasion roślin strączkowych w Polsce ma tendencję malejącą, pomimo ich wysokiej wartości odżywczej i właściwości zapobiegania niektórym chorobom cywilizacyjnym. Prowadzone przez 25 lat w 7 krajach badania, dotyczące powiązania sposobu odżywiania z umieralnością na skutek choroby niedokrwiennej serca, wykazały istotny wpływ diety na liczbę zgonów. Produkty pochodzenia roślinnego wykazywały korelację na poziomie $r = -0,519$ ($P < 0,1$), a spożycie produktów z roślin strączkowych powodowało największą z pośród badanych grup żywności ujemną korelację $r = -0,822$ ($P < 0,1$) (1). Przyczynami niechęci konsumentów do nasion roślin strączkowych mogą być długi czas przygotowania oraz zawartość cukrów z grupy rafinozy, wywołujących powstawanie gazów w jelitach. Jedną z możliwości zwiększenia spożycia jest wykorzystanie azjatyckich technologii wytwarzania produktów fermentowanych. Stosowanie takich technologii pozwala na zmniejszenie ilości cukrów z grupy rafinozy jak i ilości białek alergennych. Następuje również wzrost potencjału antyoksydacyjnego (2).

Spośród nasion roślin strączkowych w Polsce najczęściej konsumowany jest groch, średnia ilość to 1,3 kg/osobę rocznie, natomiast fasola jest konsumowana w ilości 0,8 kg/osobę rocznie – wg danych FAO od 1990 do 2007 r (3).

W Azji spośród nasion roślin strączkowych do wytwarzania produktów fermentowanych często wykorzystuje się soję. Jednym z niewielu produktów pochodzenia azjatyckiego, który wytwarzany jest również w krajach cywilizacji zachodniej jest tempeh (4). Ze względu na łatwe przygotowanie po procesie fermentacji, może być klasyfikowany do żywności wygodnej. Ten tradycyjny indonezyjski produkt wytwarzany jest głównie z nasion soi, poddanych namaczaniu, obłuszczeniu i gotowaniu, a następnie fermentacji. W tradycyjnym procesie fermentacji tempeh bierze udział wiele różnych mikroorganizmów, natomiast w przemysłowej i laboratoryjnej praktyce stosowane są zwykle szczepy pleśni z rodzaju *Rhizopus oligosporus*.

Obserwowano, że tempeh sojowy posiada właściwości powstrzymywania biegunek u ssaków monogastrycznych (5).

W tradycyjnej technologii wytwarzania tempeh, nasiona soi poddawane są długotrwałemu namaczaniu, etapowi obróbki nasion strączkowych stosowanemu również w tradycji kulinarnej Polski. Możliwość skrócenia tego etapu niesie korzyści ekonomiczne, m. in. oszczędność czasu, powierzchni produkcyjnej i wody. Dotychczas wykazano, że zmiana etapu całonocnego namaczania na 5 minutowe gotowanie nie wpływała na zmiany w przebiegu fermentacji (6). Ze względu na małą popularność w Polsce nasion soi (i obawy konsumentów kojarzących soję z GMO) oraz stosunkowo wysoką cenę, w badaniach jako surowiec wykorzystano nasiona fasoli.

Celem pracy była ocena wpływu rodzaju obróbki hydrotermicznej poprzedzającej fermentację na potencjał antyoksydacyjny, ilość polifenoli, ilość cukrów redukujących i właściwości organoleptyczne tempeh fasolowych.

MATERIAŁY I METODY

Surowiec do badań stanowiły nasiona fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris*) odmiany Igołomska otrzymane z Przedsiębiorstwa Nasiennictwa Ogrodniczego i Szkółkarstwa „CNOS” w Poznaniu.

Do fermentacji stosowano szczep grzybów *Rhizopus oligosporus*: NRRL 2710, otrzymane z kolekcji szczepów Northern Regional Research Laboratory, Peoria, Illinois, USA.

Klasyczna metoda obróbki hydrotermicznej polegała na poddaniu nasion moczeniu przez 12 h, obłuszczeniu, 20 minutowym gotowaniu i 15 minutowym ochłodzeniu w temperaturze pokojowej.

Skrócona metoda obróbki hydrotermicznej obejmowała 5 minutowe gotowanie nasion, obłuszczenie, 20 minutowe gotowanie i 15 minutowe chłodzenie w temperaturze pokojowej.

Po obróbce hydrotermicznej nasiona były zaszczepiane inokulum grzybów *R. oligosporus*, umieszczane w płytkach Petriego i inkubowane w temperaturze 37 °C przez 24 h.

Do oznaczenia potencjału antyoksydacyjnego i ilości polifenoli stosowano ekstrakty uzyskane przez wymywanie 70% acetonem, dodanym w ilości 1:10 (w/v),

intensywne wytrząsanie i uzyskanie supernatantu poprzez wirowanie przy 1780 x g przez 15 minut.

Ogólną ilość związków fenolowych oznaczano metodą z użyciem odczynnika *Folina-Ciocalteu*. Próbę odniesienia przygotowywano stosując mieszaninę ekstrakcyjną zamiast ekstraktu. Po upływie godzinnej inkubacji mierzono absorbancję przy długości fali $\lambda=725$ nm. Ogólną ilość polifenoli obliczano na podstawie krzywej wzorcowej wyznaczonej dla kwasu galusowego.

Ocenę właściwości antyoksydacyjnych przeprowadzono za pomocą reakcji redukcji kationorodnika ABTS i odbarwieniu roztworu przez przeciwutleniacze zawarte w ekstraktach. Próbę odniesienia przygotowano stosując 70% aceton zamiast ekstraktu. Absorbancję mierzono przy długości fali $\lambda=735$ nm. Zdolności antyoksydacyjne obliczano na podstawie krzywej wzorcowej wyznaczonej dla Troloxu i wyrażono w mg trolox.

Ilość cukrów redukujących oznaczano poprzez reakcję z kwasem 3,5-dinitrosalicylowym po strąceniu pozostałych substancji redukujących płynami Careza, pomiarze absorbancji przy długości fali $\lambda=530$ nm i zastosowaniu krzywej wzorcowej absorbancji wyznaczonej dla glukozy.

Ocena organoleptyczna obejmowała porównanie metodą trójkątową smażonych i gotowanych tempeh przez 30 osobową grupę konsumentów.

Przeprowadzono pięć fermentacji tempeh z nasion poddanych każdej z testowanych metod obróbki hydrotermicznej. Z każdej fermentacji do badań pobierano 2 próbki (nasion po obróbce hydrotermicznej i tempeh po fermentacji). Analizę statystyczną przeprowadzano z wykorzystaniem programu Microsoft Excel 2003 oraz Statistica 9.0 StatSoft. Do stwierdzenia istotności różnic stosowano test *Tukey'a*.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Potencjał antyoksydacyjny i ilość polifenoli były największe w tempeh uzyskanym z zastosowaniem klasycznej metody obróbki hydrotermicznej nasion. Pomimo najniższej zawartości polifenoli w nasionach po tej obróbce, ich ilość znacząco wzrastała po fermentacji (Tabela I). Wzrost ilości polifenoli po fermentacji tempeh był również obserwowany przez innych autorów (7). Rodzaj obróbki hydrotermicznej nie miał wpływu na ilość cukrów redukujących w nasionach i tempeh.

Rodzaj zastosowanej obróbki hydrotermicznej nie wpływał na właściwości sensoryczne tempeh fasolowych (Ryc. 1.). Konsumentci nie byli w stanie poprawnie wskazać odmiennych próbek. Mogło to być spowodowane obróbką kulinarną, która zniwelowała potencjalnie występujące różnice. Ze względu na oznaczoną wyższą zawartość polifenoli i wyższy potencjał antyoksydacyjny zasadne wydaje się stosowanie do wytwarzania tempeh etapu namaczania nasion. Jednak brak różnic w ocenie organoleptycznej i ilości cukrów redukujących, może wskazywać na odmienne właściwości oznaczanego materiału i konieczność zastosowania innych technik analitycznych. Prace nad skróceniem metod obróbki hydrotermicznej są systematycznie prezentowane, przy czym znacznie różnią się parametrami operacji

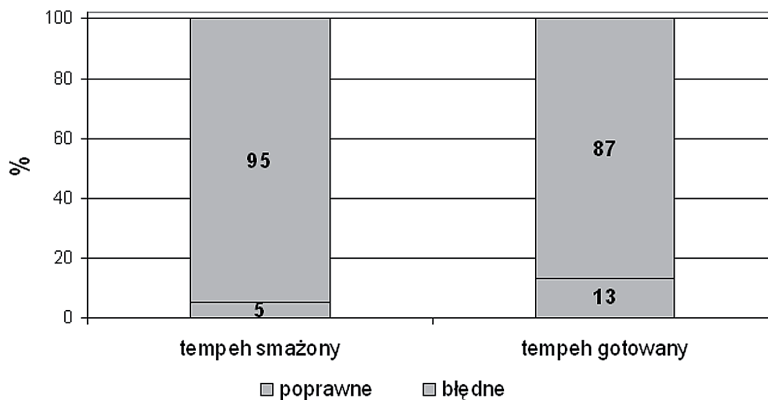
(8). *Bieżanowska-Kopeć* i *Pisulewski* prowadzili 24 godziną fermentację nasion fasoli Igołomska z użyciem *Rhizopus microsporus var. oligosporus* uzyskując produkt o zawartości polifenoli 2,93 mg/g s.s. (7).

Tab e l a 1. Wpływ metod obróbki hydrotermicznej na właściwości antyoksydacyjne, ilość polifenoli, zawartość cukrów redukujących i wilgotność w nasionach fasoli i tempeh

Table 1. The influence of methods of hydrothermal seeds treatment on antioxidant activity total polyphenols, amounts of reducing sugars and moisture of bean seeds and tempeh

Metoda obróbki hydrotermicznej i surowiec		potencjał antyoksydacyjny		zawartość polifenoli		zawartość cukrów redukujących		wilgotność	
		mg /g s.s.	SD	mg/g s.s.	SD	mg/g s.s.	SD	%	SD
metoda klasyczna	nasiona po obróbce hydrotermicznej	3,49	± 0,18 ^{ab}	0,19	± 0,01 ^d	5,2	± 0,2 ^b	66,1	± 0,07 ^b
	tempeh	3,87	± 0,26 ^a	0,54	± 0,02 ^a	15,4	± 0,1 ^a	68,2	± 0,50 ^a
metoda skrócona	nasiona po obróbce hydrotermicznej	3,28	± 0,23 ^b	0,40	± 0,03 ^c	5,1	± 0,2 ^b	61,8	± 0,90 ^d
	tempeh	2,97	± 0,27 ^b	0,49	± 0,01 ^b	15,4	± 0,8 ^a	64,9	± 1,03 ^c

s.s. – sucha substancja, SD – odchylenie standardowe



Ryc. 1. Rozróżnianie tempeh fasolowych otrzymanych za pomocą różnych metod obróbki hydrotermicznej
Fig. 1. Detection of bean tempeh obtained by the use different hydrothermal treatment methods

Wyższa zawartość polifenoli w tych badaniach mogła być spowodowana innym sposobem ekstrakcji polifenoli, brakiem etapu obłuszczenia oraz zastosowaniem do

przygotowania krzywej wzorcowej katechiny. Opisywano, że absorbancja odczynnika *Folina-Ciocalteau* w reakcji z kwasem galusowym jest niższa niż z katechiną, a przelicznik ilości polifenoli oznaczonych za pomocą kwasu galusowego wobec katechiny wynosi 1,36 (9). Ilość polifenoli i wielkość potencjału antyoksydacyjnego w nasionach fasoli związane są z kolorem łuski, przy czym wykazano, że odmiany o białym kolorze charakteryzują się najmniejszymi wartościami obu tych parametrów (10). W niniejszej pracy nie obserwowano korelacji pomiędzy zawartością polifenoli a właściwościami antyoksydacyjnymi.

Produkty tempeh są szczególnie interesujące, ze względu na możliwość znaczącego zwiększenia ilości wolnych polifenoli i wzrostu właściwości antyoksydacyjnych (7), nawet w nasionach pozbawionych łuski (Tabela I).

WNIOSKI

1. Rodzaj zastosowanej obróbki hydrotermicznej ma wpływ na zawartość polifenoli ogółem i wielkość potencjału antyoksydacyjnego w tempeh fasolowym po 24 godzinnej fermentacji.

2. Zawartość cukrów redukujących oraz cechy organoleptyczne smażonych i gotowanych tempeh fasolowych nie były zależne od zastosowanej metody obróbki hydrotermicznej nasion fasoli.

M. Kuligowski, J. Nowak

THE INFLUENCE OF METHODS OF HYDROTHERMAL SEEDS TREATMENT ON PROPERTIES OF BEAN TEMPEH

Summary

Tempeh is a product obtained from legumes through fermentation with participation of moulds from genus *Rhizopus*. The aim of this research was estimation the possibilities of tempeh production by the use two methods of hydrothermic treatment. Seeds of bean variety Igołomska were used. Total polyphenols, antioxidant activity, amounts of reducing sugars and organoleptic value were analysed. In tempeh prepared using classic method of hydrothermal treatment higher amounts of polyphenols and antioxidant activity were observed. It was not found the influence of hydrothermal method on reducing sugars level and organoleptic value in tempeh.

PIŚMIENNICTWO

1. *Menotti A., Kromhout D., Blackburn H., Fidanza F., Buzina R., Nissinen A.*: Food intake patterns and 25-year mortality from coronary heart disease: Cross-cultural correlations in the Seven Countries Study. *Eur. J. Epidemiol.*, 1999; 15 (6): 507–515. – 2. *Kuligowski M., Nowak J.*: Możliwość modelowania cech funkcjonalnych żywności wytworzonej z nasion roślin strączkowych poprzez fermentację typu tempeh. *Biotechnologia*, 2007; 4 (79): 113-124. – 3. www.fao.org (stan z 29.032012). – 4. *Nout M.J.R., Kiers J.L.*: Tempe fermentation, innovation and functionality: update into the third millenium. *J. Appl. Microbiol.*, 2005; 98 (4): 789-805. – 5. *Karyadi D., Lukito W.*: Functional food and contemporary nutrition-health paradigm: tempeh and its potential beneficial effects in disease prevention and treatment. *Nutrition*, 2000;

16 (7-8): 697. – 6. *Kuligowski M., Nowak J.*: Ocena możliwości adaptacji i zastosowania tradycyjnych azjatyckich technologii w produkcji żywności na rynek polski. Aparatura Badawcza i Dydaktyczna, 2010; 3: 63-69. – 7. *Biezanowska-Kopeć R., Pisulewski P.*: Wpływ procesów termicznych i biologicznych na pojemność przeciwutleniającą nasion fasoli. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2006; 3 (48): 51-64. – 8. *Waszkiewicz-Robak B.*: Możliwości skrócenia czasu trwania obróbki kulinarnej nasion soi i innych roślin strączkowych. Biuletyn IHAR, 1996; 198: 171-177. – 9. *Kosińska A., Zduńczyk P., Karamać M., Amarowicz R.*: Porównanie zdolności wybranych związków fenolowych do redukcji odczynnika Folina-Ciocalteu'a. XX Ogólnopolskie Sympozjum Bromatologiczne „Jakość Żywności i Żywnienia oraz Przedmiotów Użytku”, Warszawa, 2009: 122-123. – 10. *Stasiak A., Ulanowska A.*: Aktywność przeciwutleniająca nowych odmian fasoli (*Phaseolus vulgaris* L.). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., 2008; 1 (56), 74-82.

Adres: 60-624 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31