

Dr inż. Paweł JANUS

Dr inż. Elżbieta RADZIEJEWSKA-KUBZDELA

Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

## PORÓWNANIE ZUŻYCIA ENERGII, ZAWARTOŚCI WITAMINY C ORAZ BARWY KOSTKI ZIEMNIACZANEJ PODCZAS BLANSZOWANIA WODNEGO I MIKROFALOWEGO®

*W zaprezentowanej w artykule pracy porównano zużycie energii elektrycznej, zawartość witaminy C oraz barwy kostki ziemniaczanej podczas blanszowania wodnego i mikrofalowego. Test na aktywność peroksydazy przeprowadzono po blanszowaniu. Wynik testu decydował o długości czasu prowadzenia procesu. Blanszowanie mikrofalowe kostki ziemniaczanej powoduje mniejsze zużycie energii elektrycznej niż blanszowanie wodne. Powoduje ono mniejsze straty witaminy C, ale gorzej wpływa na zachowanie barwy surowca w porównaniu z blanszowaniem wodnym.*

### WPROWADZENIE

Tradycyjne blanszowanie polega na poddawaniu obranych i pokrojonych warzyw krótkotrwałemu działaniu pary wodnej lub gorącej wody w celu unieczynnienia enzymów, usunięcia powietrza z przestrzeni międzykomórkowych tkanek, a także częściowego zniszczenia mikroflory wegetatywnej blanszowanych surowców [5, 6]. Głównym celem blanszowania jest inaktywacja enzymów tkankowych w wyniku termicznej denaturacji ich nośników białkowych [7]. Obróbka termiczna jest prowadzona w zależności od rodzaju surowca w temperaturze od 70 do 105°C. Proces ten powoduje skrócenie czasu gotowania i suszenia warzyw [7].

Zmiany charakteru enzymatycznego w warzywach po ich zbiorach powodują zmiany barwy na brunatną, a także wpływają na zmianę smaku i zapachu. Blanszowanie ma za zadanie ograniczyć szybkość zachodzenia tych procesów. Wykazano, że w wyniku blanszowania następuje np. osłabienie nieprzyjemnego zapachu kapusty brukselskiej i jarmużu [6].

Blanszowanie warzyw przed suszeniem można również prowadzić w roztworach wodnych z dodatkiem różnych substancji wspomagających np. disiarczany potasu, roztworu soli, tlenku magnezu, roztworu chlorku sodu itp. [16].

Należy zaznaczyć, że proces blanszowania jest zjawiskiem pożądanym, ale posiada również wady. W wyniku blanszowania następuje częściowa strata np. witaminy C (nawet do 40%), białek, soli mineralnych, olejków eterycznych, węglowodanów, barwników chlorofilowych. W warunkach przemysłowych podczas blanszowania warzyw zużywa się duże ilości energii, wody, powstają ścieki. Stwierdzono również straty suchej substancji rzędu kilkunastu procent oraz wchłanianie przez kostkę ziemniaczaną dodatkowej porcji wody w granicach kilku procent, co powoduje zwiększenie zużycia energii podczas suszenia [5]. Blanszowanie wodne powoduje większe straty składników pokarmowych, niż blanszowanie parą wodną, występuje duże zużycie wody, natomiast mniejsze jest zużycie energii w porównaniu z blanszowaniem w parze. Sprawność blanszowników zarówno wodnych, jak i parowych jest niska, i wynosi od 27 do 53% [15].

Niekiedy nie stosuje się blanszowania np. podczas obróbki pomidorów, ogórków, bakłażanów, ponieważ proces ten

wpływa niekorzystnie na jakość surowca, dotyczy to również warzyw mających naturalny silny aromat takich jak: papryka, cebula, seler czy czosnek, jeżeli są one używane jako warzywa przyprawowe.

Od 1975 roku o poprawności przeprowadzenia procesu blanszowania decyduje ujemny wynik testu na aktywność peroksydazy, która występuje w wielu surowcach pochodzenia roślinnego. Należy jednak zaznaczyć, że peroksydazy wykazują różne stabilności cieplne w zależności od rodzaju surowca pochodzenia roślinnego, odmiany i sposobu prowadzenia procesu blanszowania. Tak więc dla każdego surowca należy doświadczalnie ustalić optymalne parametry blanszowania uwzględniając fakt, że czas blanszowania wpływa w dużo większym stopniu na straty składników pokarmowych, niż temperatura, czyli proces należy prowadzić w wyższej temperaturze i krótszym czasie [8].

Na uwagę zasługuje blanszowanie mikrofalowe, które w stosunku do metod przedstawionych wcześniej posiada następujące zalety: nie ma problemu ze ściekami, występuje znacznie mniejsza strata składników pokarmowych, skrócenie czasu trwania procesu, lepsza struktura warzyw po blanszowaniu. Przeprowadzone badania nad wpływem blanszowania mikrofalowego, niektórych warzyw na zachowanie witamin dały rewelacyjne wyniki [14].

Aby zrozumieć zasadę ogrzewania mikrofalowego należy zaznaczyć, że cząsteczka wody, której udział procentowy w warzywach jest bardzo duży, jest cząsteczką polarną naładowaną nierównomiernie (tlen posiada niewielki ładunek ujemny, a wodór ładunek dodatni). Cząsteczka wody znajdując się w szybko zmieniającym się polu elektrycznym mikrofal (dla kuchenek mikrofalowych jest to pole o częstotliwości 2450 MHz [17] – czyli zmieniające się 2450 milionów razy na sekundę) zmienia swoje położenie z tą samą szybkością, co powoduje tak zwane „tarcie molekularne” w wyniku, którego następuje szybkie generowanie się ciepła [10].

W urządzeniach przemysłowych częstotliwość mikrofal wynosi 915 MHz i 896 MHz, a sprawność nawet 85%, podczas gdy sprawność kuchenek mikrofalowych jest poniżej 60% [10].

Głębokość wnikania mikrofal do wnętrza surowca zależy od jego fizycznych i chemicznych właściwości, np. może

zmieniać się w zależności od składu chemicznego, stałej dielektrycznej, współczynnika stratności, pojemności grzewczej i gęstości właściwej surowca. Istotną jest też częstotliwość mikrofal. Dla częstotliwości mikrofal 2450 MHz głębokość wnikania mikrofal wynosi średnio 2 – 2,5 cm, a dla częstotliwości 915 MHz jest od 2 do 3 razy większa, niż dla częstotliwość 2450 MHz. [4].

Według opinii niektórych naukowców blanszowanie mikrofalowe jest nieekonomiczne i powoduje niekorzystną zmianę barwy surowca.

W świetle przedstawionych wyżej zalet i wad blanszowania mikrofalowego, autorzy podjęli się porównania blanszowania wodnego z mikrofalowym, w aspekcie zużycia energii, zachowania witaminy C oraz zmian barwy na przykładzie kostek ziemniaczanych.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał doświadczalny stanowiły kostki ziemniaczane o boku 8 mm. Ziemniaki odmiany Denar pochodziły z prywatnego gospodarstwa rolnego, ze zbiorów w roku 2006 i były przechowywane w chłodni o temperaturze 4°C przez okres 8 miesięcy. Do badań zastosowano ziemniaki po długotrwałym przechowywaniu, gdyż unieczynnienie peroksydazy z upływem czasu ich przechowywania jest trudniejsze. Przed blanszowaniem ziemniaki były obierane, myte pod bieżącą wodą i krajane w kostki za pomocą krajalnicy.

Kostki ziemniaczane o masie 300 g były poddane blanszowaniu w wodzie o temperaturze  $98 \pm 2^\circ\text{C}$  przy użyciu łaźni elektrycznej oraz za pomocą urządzenia mikrofalowego o mocy mikrofal 900 W i częstotliwości 2450 MHz. Podczas blanszowania wodnego kostki ziemniaczane znajdowały się w cylindrze wykonanym z siatki kwasoodpornej, który był zanurzony w gorącej wodzie o objętości 1,5 l. Temperaturę wody mierzono za pomocą czujnika elektrycznego - termoelementu. Podczas blanszowania mikrofalowego kostki ziemniaczane, o grubości warstwy nie przekraczającej 2 cm, były umieszczane na talerzu plastikowym z przykryciem. Po wyłączeniu urządzenia mikrofalowego surowiec pozostawiono jeszcze na talerzu pod przykryciem przez okres 2 min, celem wyrównania temperatury w całej objętości. Czas blanszowania w obu przypadkach był ustalony doświadczalnie, na podstawie testu na aktywność peroksydazy. Po blanszowaniu kostki ziemniaczane były chłodzone przez okres 3 min do temperatury otoczenia w zimnej wodzie i w strumieniu zimnego powietrza o prędkości przepływu  $v = 2 \text{ m/s}$ .

Łaźnia elektryczna i urządzenie mikrofalowe w czasie blanszowania kostek ziemniaczanych były zasilane z sieci elektrycznej o napięciu 230 V. Średnią wartość mocy czynnej P, którą pobrały z sieci elektrycznej łaźnia elektryczna i urządzenie mikrofalowe w czasie blanszowania, mierzono za pomocą wielofunkcyjnego miernika elektronicznego. Zużycie energii czynnej A w czasie blanszowania kostek ziemniaczanych określano według wzoru

$$A = P \cdot \tau \text{ [kW} \cdot \text{h]} \quad (1)$$

natomiast wskaźnik jednostkowego zużycia energii  $k_j$  obliczano na podstawie wzoru

$$k_j = \frac{A}{m} \text{ [kW} \cdot \text{h/kg]} \quad (2)$$

Po zakończeniu blanszowania kostek ziemniaczanych wykonywano test na aktywność peroksydazy, oraz badania związane z zachowaniem witaminy C i zmianami barwy kostki ziemniaczanej.

Oznaczenie aktywności peroksydazy wykonano według metody opisaną przez Cemeroglu [3]. Metoda ta stosowana jest do określenia skuteczności blanszowania. W celu dokonania oznaczenia pobrano 100 g blanszowanych kostek ziemniaczanych, dodano 100 cm<sup>3</sup> wody, po czym zhomogenizowano próbkę. Następnie dodano 1 cm<sup>3</sup> 0,5% gwajakolu, 1 cm<sup>3</sup> 0,08% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i obserwowano reakcję barwną. Wystąpienie zmiany zabarwienia w ciągu 30s traktowano jako wynik dodatni (+) testu, świadczący o niewłaściwym zblanszowaniu kostek ziemniaczanych. Brak zmiany zabarwienia po wyżej wymienionym czasie, traktowano jako wynik ujemny (-).

Pomiar barwy przeprowadzono za pomocą spektrofotometru Konica Minolta CM-3600d. Pomiaru dokonano w świetle odbitym, przy źródle światła D65, względem wzorca bieli. Wyniki przedstawiono w systemie CIE L\*a\*b\*. Wartość parametru L\* określa jasność barwy i może przybierać wartości od 0 dla ciała idealnie czarnego, do 100% dla ciała idealnie białego. Zmiany udziału barwy czerwonej (wartości dodatnie) i zielonej (wartości ujemne) reprezentuje parametr a\*, a zmiany barwy żółtej (wartości dodatnie) i niebieskiej (wartości ujemne) oznacza parametr b\*. Dla badanych próbek przeprowadzono również sensoryczną ocenę barwy w skali 5 punktowej.

Ekstrakcję i analizę zawartości witaminy C wykonano według metody opisaną przez Kurilich i in. [9]. Odważono 75 g kostek ziemniaczanych i przeniesiono do zlewki na 250 cm<sup>3</sup>. Dodano 100 cm<sup>3</sup> 1% kwasu meta-fosforowego i całość zhomogenizowano. Homogenat przeniesiono ilościowo do kolby miarowej (z ciemnego szkła) i uzupełniono 1% kwasem meta-fosforowym do objętości 250 cm<sup>3</sup>. Ekstrakt przesączono, po czym pobrano 2,5 cm<sup>3</sup> do kolby miarowej na 10 cm<sup>3</sup>. Dodano 0,5 cm<sup>3</sup> 5% ditiotreitolu i uzupełniono do objętości 10 cm<sup>3</sup> 1% kwasem meta-fosforowym. Ekstrakt przesączono przez filtr strzykawkowy o średnicy porów 0,22µm. Oznaczenie przeprowadzono metodą HPLC. Rozdział prowadzono w kolumnie Waters Spherisorb ODS2 (250 mm x 4,6 mm), w odwróconym układzie faz, przy przepływie 1 cm<sup>3</sup>/min. Zastosowano elucję izokratyczną. Fazę nośną stanowiły: 75% acetonitryl i 25% 0,05 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. Odczytu dokonano przy długości fali 261 nm.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono na podstawie analizy wariancji i testu NIR Fishera. Różnice istotne statystycznie opisywano przy poziomie istotności  $p \leq 0.05$ . Analizę przeprowadzono za pomocą programu komputerowego Statistica wersja 7.0.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań zestawiono w tabelach 1-4. Z przeprowadzonych badań wynika (tab. 1), że w czasie blanszowania mikrofalowego wynoszącego 2,5 min nastąpiło całkowite unieczynnienie peroksydazy (-) w badanej próbce kostek ziemniaczanych. Średnia wartość zużycia energii A wynosiła wtedy 0,064 kW·h, a wskaźnik jednostkowego zużycia energii  $k_j$  stanowił 0,21 kW·h/kg. Przy krótszym czasie mikrofalowego blanszowania, równym 2 min, peryksodaza w próbce kostek ziemniaczanych nie została unieczynniona (+), ale za to średnie zużycie energii i wartość wskaźnika jednostkowego

**Tab. 1.** Wyniki pomiarów wielkości elektrycznych podczas blanszowania mikrofalowego i wodnego kostki ziemniaczanej

P [kW]	$\tau$ [min]	m [kg]	A [kWh]	$k_j$ [kWh/kg]	Wynik testu na aktywność peroksydazy
<b>Blanszowanie mikrofalowe</b>					
1,54	2,5	0,3	0,064	0,21	-
1,48	2,0	0,3	0,049	0,16	+
<b>Blanszowanie wodne</b>					
1,23	3,5	0,3	0,072	0,24	-
1,14	3,0	0,3	0,057	0,19	+

zużycia energii były mniejsze i wynosiły odpowiednio: 0,049 kW·h i 0,16 kW·h/kg. Mimo, że wielkości te są mniejsze od poprzednich, to krótszy czas blanszowania mikrofalowego (2 min.) jest nie do przyjęcia ze względu na obecność peroksydazy w kostkach ziemniaczanych.

W czasie blanszowania wodnego, wynoszącym 3,5 min, (tab. 1) nastąpiło całkowite unieczynnienie peroksydazy (-) w kostkach ziemniaczanych, a średnie wartości zużycia energii A i wskaźnika jednostkowego zużycia energii  $k_j$  stanowiły odpowiednio: 0,072 kW·h i 0,24 kW·h/kg. Z kolei podczas blanszowania kostek ziemniaczanych w krótszym czasie, równym 3 min., wartości tych wielkości wynosiły 0,057 kW·h i 0,19 kW·h/kg. W tym drugim przypadku wartości tych wielkości są mniejsze, ale peroksydaza nie zostaje unieczynniona w kostkach ziemniaczanych (+). Zatem drugiej możliwości blanszowania wodnego nie należy stosować.

Z przeprowadzonych badań porównawczych zużycia energii w czasie mikrofalowego i wodnego blanszowania kostek ziemniaczanych w warunkach laboratoryjnych wynika (tab.1), że zużycie energii podczas blanszowania mikrofalowego jest mniejsze niż w czasie blanszowania wodnego.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że całkowita inaktywacja peroksydazy w zblanszowanych kostkach ziemniaczanych, nastąpiła po 2.5 min blanszowania mikrofalowego, połączonego z przetrzymaniem surowca w podwyższonej temperaturze przez 2 min. W przypadku blanszowania wodnego w temperaturze  $98 \pm 2^\circ\text{C}$ , zanik aktywności enzymu wskaźnikowego stwierdzono po 3.5 min. Rodzaj czynnika chłodzącego (woda kranowa, powietrze) nie miał wpływu na czas inaktywacji peroksydazy w badanej kostce ziemniaczanej (tab. 2). Mukherjee i in. [11] stwierdzili, że

**Tab. 2.** Wpływ metody blanszowania i chłodzenia na czas inaktywacji peroksydazy w kostce ziemniaczanej

Metoda blanszowania	Metoda chłodzenia	Czas blanszowania [min]	Wynik testu na aktywność peroksydazy
mikrofalowe	powietrze	2.5	-
		2.0	+
	woda	2.5	-
wodne	powietrze	3.5	-
		3.0	+
	woda	3.5	-

optymalny czas blanszowania wodnego w  $100^\circ\text{C}$ , dla kostki ziemniaczanej o tych samych wymiarach, wyniósł 2.15 min. Bizzari i in. [1] całkowitą inaktywację peroksydazy ziemniaka obserwowali po 4 min blanszowania wodnego, w temperaturze  $97^\circ\text{C}$ . Ramesh i in. [14] stwierdzili, że inaktywacja peroksydazy dla szpinaku blanszowanego w wodzie następuje po 1.30 min, a poprzez zastosowanie mikrofal – po 3.16 min. Ci sami autorzy, w przypadku marchwi stwierdzili inaktywację peroksydazy po 2 min, niezależnie od metody blanszowania. Te dane wskazują na konieczność ustalania parametrów procesu blanszowania dla każdego rodzaju surowca, a nawet jego odmiany indywidualnie.

W badanych kostkach ziemniaczanych poddanych blanszowaniu wodnemu i mikrofalowemu, w których stwierdzono całkowitą inaktywację peroksydazy, przeprowadzono pomiar barwy oraz oznaczono zawartość witaminy C.

Na podstawie pomiaru barwy stwierdzono, że jasność  $L^*$  próbek blanszowanych w wodzie (3.5 min;  $98 \pm 2^\circ\text{C}$ ), nie różniła się istotnie ( $p \leq 0.05$ ), od jasności kostki otrzymanej z surowca. W przypadku prób poddanych blanszowaniu mikrofalowemu, obserwowano istotne obniżenie wartości  $L^*$ , w porównaniu do próbek nieblanszowanych (niezależnie od metody chłodzenia). Dla blanszowanych kostek ziemniaczanych obniżyła się wartość parametru barwy  $a^*$  w stosunku do surowca. Natomiast dla próbek chłodzonych wodą (niezależnie od metody blanszowania) istotnie zmniejszyła się wartość parametru  $b^*$  (tab. 3). Na podstawie sensorycznej oceny barwy

**Tab. 3.** Wpływ metody blanszowania i chłodzenia na barwę kostki ziemniaczanej

Metoda blanszowania	Metoda chłodzenia	Czas blanszowania [min]	Parametry barwy			Ocena sensoryczna barwy
			$L^*$	$a^*$	$b^*$	
surowiec	-	-	65.62a	2.92a	26.19a	5.0a
mikrofalowe	Powietrze	2.5	61.47b	-1.26b	25.00a	4.0b
	Woda	2.5	62.19b	-2.26b	21.21b	4.0b
wodne	Powietrze	3.5	62.19a	-3.40c	25.62a	4.5a
	Woda	3.5	65.24a	-3.37c	24.23b	4.5a

a, b, c – wartości (w obrębie kolumny), oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie istotności  $p \leq 0.05$

oraz wartości jasności  $L^*$  można stwierdzić, że blanszowanie mikrofalowe spowodowało istotne pogorszenie barwy kostki ziemniaczanej ( $p \leq 0.05$ ), zarówno w porównaniu do surowca, jak i kostek blanszowanych wodą. Z danych literaturowych wynika, że blanszowanie mikrofalowe może powodować po-

**Tab. 4.** Wpływ metody blanszowania i chłodzenia na zawartość witaminy C w kostce ziemniaczanej

Metoda blanszowania	Metoda chłodzenia	Czas blanszowania [min]	Zawartość witaminy C w mg/100g surowca
surowiec	-	-	3.65a
mikrofalowe	powietrze	2.5	3.57a
	woda	2.5	2.97a
wodne	powietrze	3.5	2.00b
	woda	3.5	1.73b

a, b – wartości (w obrębie kolumny), oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie na poziomie istotności  $p \leq 0.05$

gorszenie barwy warzyw (m. in. szpinaku, kapusty brukselskiej) [13].

Na podstawie badań dotyczących zawartości witaminy C w zblanszowanych kostkach ziemniaczanych stwierdzono, że zastosowanie mikrofal przyczyniło się do zachowania zawartości witaminy C w kostkach ziemniaczanych na poziomie surowca. Istotny ( $p \leq 0.05$ ) spadek witaminy C obserwowano w wyniku blanszowania badanych próbek wodą. Wynosił on 49% ( $\pm 5$ ), w stosunku do surowca (tab. 4). Z danych literaturowych wynika, iż korzystny wpływ blanszowania mikrofalowego, w porównaniu z wodnym, na zachowanie witaminy C stwierdzili m. im. Bogнар in in. [2] dla brokułów, marchwi i szpinaku oraz Ponne in in. [12] dla szpinaku.

## WNIOSKI

1. Z przeprowadzonych badań wynika, że zużycie energii elektrycznej podczas blanszowania mikrofalowego kostek ziemniaczanych jest mniejsze niż podczas blanszowania wodnego. Także wskaźniki jednostkowego zużycia energii podczas blanszowania mikrofalowego są mniejsze niż w czasie blanszowania wodnego. Należy zaznaczyć, że podczas blanszowania wodnego niezbędne jest wstępne podgrzewanie wody, a ponadto w warunkach przemysłowych uzupełnianie wody, co wiąże się z dodatkowymi kosztami.
2. Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że blanszowanie mikrofalowe kostki ziemniaczanej pozwala na zachowanie witaminy C na poziomie jej zawartości w surowcu.
3. Zastosowanie do blanszowania ogrzewania mikrofalowego (2.5 min.) wpłynęło na pogorszenie barwy kostki ziemniaczanej, w porównaniu do surowca i kostek blanszowanych wodą (3.5 min;  $98 \pm 2^\circ\text{C}$ ).

Próba przeniesienia uzyskanych wyników badań do działalności na skalę przemysłową, musi być poprzedzona przeprowadzeniem badań i analizą uzyskanych wyników w skali półtechnicznej.

## LITERATURA

- [1] Bizzarri G., Andreotti R., Massini R.: Enzyme inactivation in spinach and potato: catalase, peroxidase and phenolase, *Industria Conserve*, 1981, 56(2), 97-102.
- [2] Bogнар A., Grünauer A., Doll D.: Vergleichende Untersuchungen über den Einfluss von Mikrowellenblanchieren und konventionellem Blanchieren auf den Genuss- und Nährwert von Gemüse, *Ernährungs-Umschau*, 1987, 34(5), 68-176.
- [3] Cemeroglu B.: *Methods in fruit and vegetable processing industry*, Biltav, Ankara, 1992.
- [4] IFT. *Microwave Food Processing*, Food Technology, 1989, 1, 117 – 126.
- [5] Janus P., Gawalek J., Gawrysiak-Witulska M.: Wpływ warunków blanszowania ziemniaków na stratę suchej substancji i jednostkowe zużycie energii, *Roczniki Akademii Rolniczej*, 2001, 24, 33 – 43.

- [6] Kaleta A.: Metody obróbki wstępnej stosowane w procesie konwekcyjnego suszenia warzyw i grzybów, *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1999, 3, 43 – 55.
- [7] Klimczak J., Irzyniec Z.: Blanszowanie warzyw, Kryteria wyboru warunków i metod prowadzenia procesu, Cz. I. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 1994, 9, 25 – 26.
- [8] Klimczak J., Irzyniec Z.: Blanszowanie warzyw, Kryteria wyboru warunków i metod prowadzenia procesu, Cz. II. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 1994, 11, 19 – 20.
- [9] Kurilich A.C., Tsau G.J., Brown A.: Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of Brassica oleracea, *Journal Agricultural of Food Chemistry*, 1999, 47(4), 1576-1581.
- [10] Mitrus M.: Zastosowanie mikrofal w technologii żywności, *Postępy Nauk Rolniczych*, 2000, 4, 99 – 113.
- [11] Mukherjee S., Chattopadhyay P.K.: Whirling bed blanching of potato cubes and its effects on product quality, *Journal of Food Engineering*, 2007. 78, 52-60.
- [12] Ponne C.T., Baysal T., Yuksel D.: Blanching leafy vegetables with electromagnetic energy, *Journal of Food Science*, 1994, 59(5), 1037-1041.
- [13] Quenzer N.M., Burns E.E.: Effects of microwave, steam and water blanching on freeze-dried spinach, *Journal of Food Science*, 1981, 46, 410-413.
- [14] Ramesh M.N., Wolf W., Tevini D., Bogнар A.: Microwave blanching of vegetables, *Journal of Food Science*, 2002, 67(1), 390-398.
- [15] Rao M. A., Cooley H. J. Vitali A. A.: Thermal energy consumption for blanching and sterilization of snap beans, *Journal of Food Science*, 1986, 51, 378 – 380.
- [16] Severini C., Baiano A., De Pilli T., Carbone f.b. Derossi A.: Combined treatments of blanching and dehydration: study on potato cubes, *Journal of Food Engineering*, 2005, 68, 289 – 296.
- [17] Wojdalski J., Domagała A., Kaleta A., Janus P.: Energia i jej użytkowanie w przemyśle rolno-spożywczym, Warszawa, Wydawnictwo SGGW, 1998.

## A COMPARISON OF ENERGY CONSUMPTION, VITAMIN C CONTENT AND COLOUR OF POTATO CUBES DURING WATER AND MICROWAVE BLANCHING

### SUMMARY

*The study compared electric energy consumption, vitamin C content and colour of potato cubes during water and microwave blanching. The peroxidase activity test was performed after blanching. Testing results determined the length of the process. Microwave blanching of potato cubes cause less electric energy consumption than water blanching. It results in lower losses of vitamin C, but has a more adverse effect on colour of the raw material in comparison to water blanching.*