

WPŁYW PARAMETRÓW BLANSZOWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE I BARWĘ SUSZU KORZENI SELERA

Karolina Lentas, Dorota Witrowa-Rajchert

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa
e-mail: karolina_lentas@sggw.pl

Streszczenie. Celem pracy było zbadanie możliwości modyfikacji właściwości mechanicznych suszu selera przy zmiennych parametrach blanszowania. Materiałem badawczym były korzenie selera odmiany Diament, krojone w plastry o średnicy 30 mm i grubości 5 mm, które poddawano blanszowaniu w wodzie destylowanej przez 15, 30, 45 i 60 minut w temperaturze 60°C, przez 3 minuty w 95°C. Następnie materiał suszono konwekcyjnie do stałej masy w temperaturze 70°C. Właściwości mechaniczne określono przeprowadzając test ściskania materiału blanszowanego oraz suszu rehydrowanego i test zginania suszu selera. Przeprowadzone analizy właściwości mechaniczne plastrów selera pokazały największy wpływ wysokotemperaturowego blanszowania próbek na odkształcenia powstałe podczas testów i utratę jędrności materiału. Niższa temperatura i dłuższy czas blanszowania powodowały wzrost twardości tkanek blanszowanych, suszonych i ponownie uwadnianych. Blanszowanie, niezależnie od zastosowanych parametrów, spowodowało pociemnienie barwy oraz wzrost udziału barwy czerwonej i żółtej.

Słowa kluczowe: blanszowanie, suszenie, tekstura, barwa, seler

WYKAZ OZNACZEŃ

- a^* , b^* – współczynniki chromatyczności (–),
- b – szerokość próbki (m),
- E_B – pozorny moduł Younga (Pa),
- F – siła (N),
- l – odległość między podporami (m),
- L^* – jaskrawość (–),
- m – nachylenie prostoliniowego początkowego odcinka krzywej (–),
- t – grubość próbki (m),

- δ_{max} – przesunięcie głowicy, przy którym materiał pęka (m),
 ε_n – odkształcenie niszczące (-),
 σ_n – naprężenie (Pa).

WSTĘP

Badania reologiczne, zajmujące się powstawaniem i zmiennością odkształceń w czasie, są z powodzeniem stosowane do owoców i warzyw i przyczyniają się do zrozumienia zależności pomiędzy, strukturą, teksturą i zmianami powstającymi w czasie procesu technologicznego (Edwards 1999). Właściwości mechaniczne opisują zachowanie się materiałów pod wpływem różnych oddziaływań sił, tj.: ściskania, rozciągania, ścinania, uderzenia. Tekstura, w znacznym stopniu zależna od właściwości mechanicznych, jest bardzo ważną cechą żywności. Tekstura żywności jest definiowana jako zbiór właściwości elementów strukturalnych i ich wzajemnego położenia oraz sposobu ich odbioru przez zmysły człowieka. Tekstura jest miernikiem służącym do określania jakości żywności oraz jej kontrolowania (Dobrzycki i Baryłko-Pikielna 1986).

Barwa jest decydującym czynnikiem akceptowalności produktu przez konsumenta. Konsument ocenia cechy jakościowe w sposób wizualny (Rząca i Witrowa-Rajchert 2007). Procesy suszenia owoców i warzyw prowadzą do bardzo wielu niekorzystnych reakcji, prowadzących do zmiany barwy. Mechanizmy tych reakcji prowadzą do degradacji pigmentów, głównie chlorofilu, karotenoidów, reakcji brązowienia związanych z zawartością polifenoli czy nieenzymatycznego brązowania, wynikającego z reakcji aminokwasów z cukrami. Reakcje te determinowane są warunkami procesów wstępnych prowadzonych przed procesem suszenia jak i nim samym (Perera 2005).

Blanszowanie jest jednym z podstawowych procesów stosowanych przed dalszą obróbką owoców i warzyw. Wpływa na zmiany aktywności enzymów, usuwanie powietrza z tkanki oraz utratę substancji odżywczych (Quintero-Ramos i in. 1992). Proces ten determinuje również teksturę i właściwości mechaniczne żywności (Niedziółka i Szymanek 2004). Na jakość produktu wpływa także suszenie. Pod wpływem ogrzewania, następującego podczas blanszowania oraz suszenia, tkanki tracą swój turgor (Garcia-Reverter i in. 1994). Główne problemy podczas suszenia owoców i warzyw są związane ze strukturą tkankową oraz budową wewnętrzną poszczególnych komórek, głównie ściany komórkowej i blaszki środkowej (Ben-Shalom i in. 1992). Komórki składają się w głównej mierze z pektyn, celulozy, hemicelulozy, lignin oraz białek. Za sztywność komórek odpowiedzialne są enzymy oraz ciśnienie osmotyczne. Pektynometyloesteraza (PME), enzym odpowiedzialny za jędrność tkanek, jest nieaktywny w temperaturze poniżej 50°C, powyżej tej temperatury uaktywnia się, oddziałując z pektynami

ściany komórkowej, nadając sztywność tkankową. Powyżej 70°C enzymy są dezaktywowane (Bartolome i Hoff 1972).

Suszenie jest jedną z najstarszych metod utrwalania żywności, ale produkty przetworzone w ten sposób muszą spełniać oczekiwania konsumentów, a jednym z najważniejszych warunków jest zachowanie podobieństwa do surowca nieprzetworzonego. Również blanszowanie stosowane przed procesem suszenia, decyduje o jakości produktów suszonych. Odpowiednio dobierając temperaturę oraz czas blanszowania można otrzymać produkty lepszej jakości, przypominające w większym stopniu świeże surowce, spełniające oczekiwania konsumentów. Blanszowanie w niskiej temperaturze prowadzi do aktywacji PME, wzmocnienia ścian komórkowych oraz tekstury tkanek (Bartolome i Hoff 1972, Verlinden i in. 2000). Wysokotemperaturowe blanszowanie powoduje dezaktywację enzymów, odpowiedzialnych za jędrność komórek, a tym samym prowadzi do znacznych zmian właściwości teksturalnych materiału (Abu-Ghannam i Crowely 2006, Andersson i in. 1994).

Celem pracy było zbadanie możliwości modyfikacji wybranych właściwości (właściwości mechaniczne i barwa) suszu selera, poprzez zastosowanie zmiennych parametrów blanszowania.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były korzenie selera odmiany Diament. Korzenie myto, a następnie krojono w plastry o średnicy 3 cm i grubości 5 mm. Plastry selera poddawano blanszowaniu w wodzie destylowanej przez 15, 30, 45 i 60 minut w temp. 60°C i przez 3 minuty w temperaturze 95°C.

Blanszowane próbki układano na sicie w pojedynczej warstwie, następnie suszono konwekcyjnie w temp. 70°C przy prędkości przepływu powietrza 1,8 m·s⁻¹. Proces suszenia prowadzono do uzyskania stałej masy. Poszczególne suszenia powtarzano dwukrotnie dla każdej z badanych kombinacji parametrów procesu.

W celu sprawdzenia skuteczności blanszowania mierzono barwę plastrów. Pomiaru dokonano przy użyciu chromamertu MINOLTA w układzie barw $L^*a^*b^*$. System ten określa współczynnik jaskrawości oraz chromatyczności a^* i b^* (Rybczyński i Dobrzański 2004). Składowa L^* oznacza jaskrawość, opisuje ilość światła odbitego od badanego materiału i zawarta jest w granicach 100 – kolor biały, 0 – kolor czarny. Współrzędna a^* oddaje zmiany barwy od zielonej, czyli -60, do czerwonej +60. Składowa b^* oddaje zmiany barwy na osi niebieska od -60, żółta do +60 (Praca zbiorowa 2008, Hunter 2001).

Właściwości mechaniczne oceniono na podstawie testu zginania suszonych plastrów i testu ściskania materiału blanszowanego oraz suszonego poddanego rehydracji. W celu przeprowadzenia testu zginania próbki wysuszone konwek-

cyjnie poddawano dosuszaniu próżniowemu przez 24 godziny w temp. 50°C. Do przeprowadzenia testu użyto 10 plastrów każdego z suszy o zmierzonej grubości. Test polegał na zginaniu próbki podpartej na końcach. Test zginania przeprowadzano do momentu zniszczenia materiału. Obliczanym parametrem było odkształcenie niszczące suszonych plastrów selera. Sporządzono krzywe zginania w układzie przesunięcie głowicy-siła. Odkształcenie niszczące (centralne pęknięcie materiału) ε_n wyznaczono na podstawie naprężenia oraz modułu Younga (Niezgodziński i Niezgodziński 1998, Kim i Okos 1999):

$$\varepsilon_n = \frac{\sigma_n}{E_b} \quad (1)$$

gdzie:

$$\sigma_n = \frac{3 \cdot F \cdot l}{2 \cdot b \cdot t^2} \quad \text{i} \quad E_B = \frac{l^3 \cdot m}{4 \cdot b \cdot t^3} \quad (2)$$

$$\varepsilon_n = \frac{6 \cdot \delta_{\max} \cdot t}{l^2} \quad (3)$$

Testowi ściskania poddano plastry selera bezpośrednio po blanszowaniu oraz blanszowane i suszone konwekcyjnie, a następnie rehydrowane w wodzie destylowanej w temp. pokojowej przez 30 min. Przed oznaczeniem mierzono średnicę oraz grubość każdego plastra. Test polegał na umieszczeniu próbki między dwoma równoległymi płytkami, po czym dociskaniu jednej z nich ze stałą prędkością, powodując ściśnięcie próbki (Dobrzycki i Baryłko-Pikielna 1986).

Pomiary instrumentalne właściwości mechanicznych wykonano wykorzystując teksturometr TEXTURE ANALYZER TA-TX2 firmy Stable Micro Systems Ltd., stosując prędkość głowicy 55 mm·min⁻¹. Test ściskania prowadzono do 50% odkształcenia. Na podstawie testu ściskania określono pracę ściskania w mJ, którą obliczono jako pole pod krzywą obrazującą zmiany siły w funkcji deformacji próbki w przeliczeniu na 1 g suszu (Jakubczyk i Lewicki 2002).

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono przy pomocy programu STAT-GRAPHICS. Stosując jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA, dokonano podziału średnich na grupy jednorodne według procedury Student-Newman-Keuls.

WYNIKI I DYSKUSJA

W czasie blanszowania następował przyrost masy próbek, tym większy, im czas blanszowania był dłuższy. Największe zmiany zaszły w przypadku blanszo-

wania w temperaturze 60°C przez 30 i 45 minut, odpowiednio o 21,7±0,41% i 27,8±2,5%. Blanszowanie w 60°C przez 15 minut (4,71±0,61%) i w 95°C przez 3 minuty (5,76±1,54%) wywołało podobne zmiany, które nie różniły się istotnie statystycznie. Przyrost masy w czasie blanszowania był wynikiem przebiegających przeciwnie dwóm procesom: wnikania wody do materiału i ubytku rozpuszczalnych składników suchej substancji.

Procentowa zawartość suchej substancji w świeżym selerze wyniosła średnio 14,67±0,25%. W wyniku wnikania wody następowało zmniejszenie procentowej zawartości suchej substancji w próbkach. Dla próbek blanszowanych w wyższej temperaturze przez krótki czas procentowa zawartość suchej substancji wyniosła 9,53±0,49%. Blanszowanie w temperaturze 60°C przez 15, 30 i 45 minut spowodowało obniżenie procentowej zawartości suchej substancji odpowiednio do 10,98±0,33%, 9,85±0,55 oraz 8,56±0,37%. Zmniejszenie procentowej zawartości suchej substancji wynikało przede wszystkim z chłonięcia wody w czasie blanszowania. Następował jednak również ubytek rozpuszczalnych składników suchej substancji, które wnikały z tkanki do otaczającej wody. Ubytek ten wyniósł 31% składników suchej substancji obecnych w selerze surowym, gdy próbki blanszowano w temperaturze 95°C. Dla materiału blanszowanego w temperaturze 60°C, mimo długiego czasu blanszowania, ubytek był mniejszy i wynosił od 15 do 21%.

Badając wpływ blanszowania próbek selera na przebieg suszenia stwierdzono, że czas osiągnięcia u/u_0 równej 0,05 (95% wody usunięte w czasie suszenia) dla próbek nieblanszowanych wyniósł średnio 98 minut. Dla próbek blanszowanych przez 15, 30 i 45 minut w 60°C wydłużył się i wyniósł odpowiednio 104,5, 107 i 112 minut. Czas suszenia plasterków selera blanszowanych w 95°C przez 3 minuty wyniósł 111,5 minut. Natomiast analiza statystyczna dowiodła, iż czasy suszenia próbek nieblanszowanych, jak i blanszowanych w dwóch temperaturach i w różnych czasach nie różnią się od siebie w statystycznie istotny sposób.

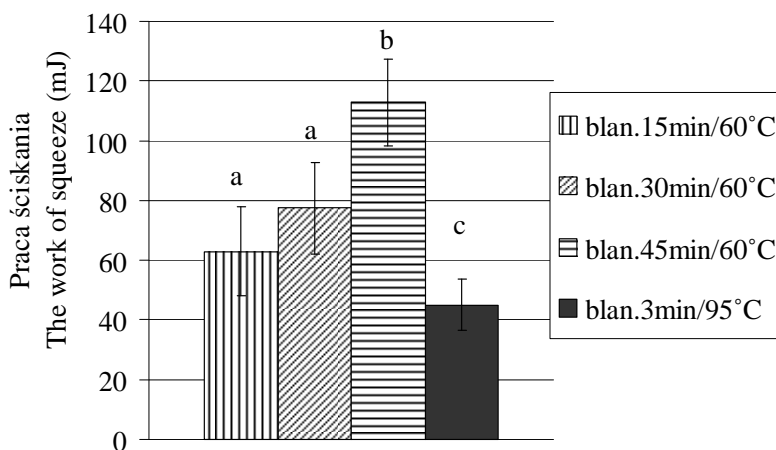
Parametr jasności świeżej tkanki selera i nieblanszowanego suszu korzenia selera wyniósł średnio 80 (tab. 1). Blanszowanie spowodowało pociemnienie suszu w stosunku do surowca, tym większe, im dłużej trwał proces blanszowania w temperaturze 60°C. Należy jednak pamiętać, że pomiar barwy był realizowany poprzez analizę światła odbitego od powierzchni. W przypadku suszy powierzchnia jest porowata, co prowadzi do zwiększenia wartości parametru L^* , mimo że oko ludzkie nie rejestruje rozjaśnienia barwy. Porównując jednak między sobą susz nieblanszowany i susze blanszowane, można zauważyć, że blanszowanie w przypadku selera powodowało ciemnienie suszu, niezależnie od zastosowanych temperatur i czasu procesu. Może to wynikać z przebiegu w czasie blanszowania różnych reakcji chemicznych, w wyniku których powstają ciemne pigmenty, np.: procesów enzymatycznego brunatnienia.

Tabela 1. Parametry barwy suszonego selera
Table 1. Parameters of the colour of dried celery

| Parametry blanszowania Blanching parameters | L^* | a^* | b^* |
|------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Surowy seler Raw celery | 80±6,3 ^a | -1,7±0,5 ^a | 22±0,4 ^a |
| Nieblanszowany Not blanched | 80±1,4 ^a | -1,6±0,1 ^a | 22±0,7 ^a |
| 15 min/60°C | 77±1,3 ^a | -0,1±0,4 ^b | 23±0,3 ^a |
| 30 min/60°C | 71±0,6 ^a | 2,33±0,6 ^c | 25±0,6 ^b |
| 45 min/60°C | 59±2,6 ^b | 7,2±0,3 ^d | 28±1,5 ^c |
| 3 min/95°C | 72±1,3 ^a | 0,1±0,3 ^b | 29±0,1 ^c |

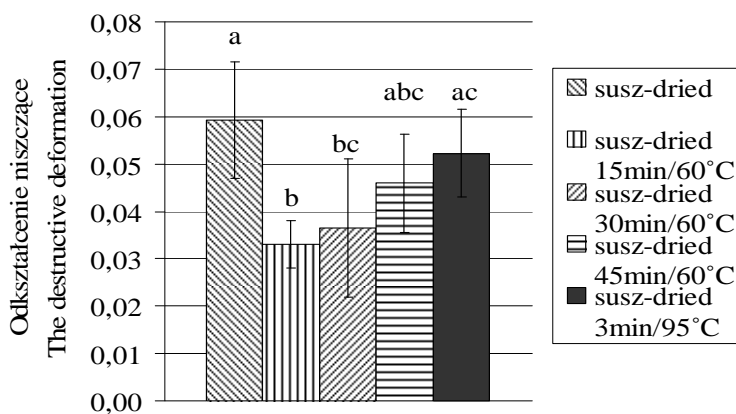
Analizując wartości parametru a^* , stwierdzono wzrost udziału barwy czerwonej wraz z wydłużaniem czasu blanszowania w temperaturze 60°C (tab. 1). Wysoka temperatura blanszowania (95°C) również powodowała wzrost udziału barwy czerwonej do osiągniętego w czasie blanszowania przez 15 minut w 60°C. Na podstawie analizy parametru b^* stwierdzono wzrost udziału barwy żółtej w próbkach suszu selera wraz ze wydłużaniem czasu blanszowania w temperaturze 60°C. Blanszowanie wysokotemperaturowe również spowodowało wzrost udziału barwy żółtej w suszach, ale był on zbliżony do wartości otrzymanej dla suszu blanszowanego przez 45 minut w 60°C. Barwa suszu uzyskanego z tkanki niepoddanej procesowi blanszowania charakteryzowała się parametrami zbliżonymi do otrzymanych dla surowej tkanki selera.

Na podstawie testu ściskania blanszowanych próbek selera stwierdzono, że im dłuższy był czas blanszowania w temperaturze 60°C, tym praca potrzebna do ściśnięcia blanszowanych plastrów selera była większa (rys. 1). Dla próbek blanszowanych przez 15 i 30 minut wyniosła odpowiednio 62 i 77 mJ, przy czym wartości te nie wykazywały istotnego zróżnicowania. Po 45 minutach blanszowania plastry selera charakteryzowały się największą twardością, a praca ściskania wyniosła 113 mJ. Im dłużej tkanka selera przebywała w temperaturze 60°C, tym twardszy był materiał. Zostało to spowodowane aktywacją pektynometyloesterazy, która, oddziałując z pektynami ściany komórkowej, usztywnia tkanekę (Quintero-Ramos i in. 1992). Blanszowanie w temperaturze 95°C spowodowało dezaktywację PME, co doprowadziło do istotnego zmniejszenia pracy ściskania, do 45 mJ.



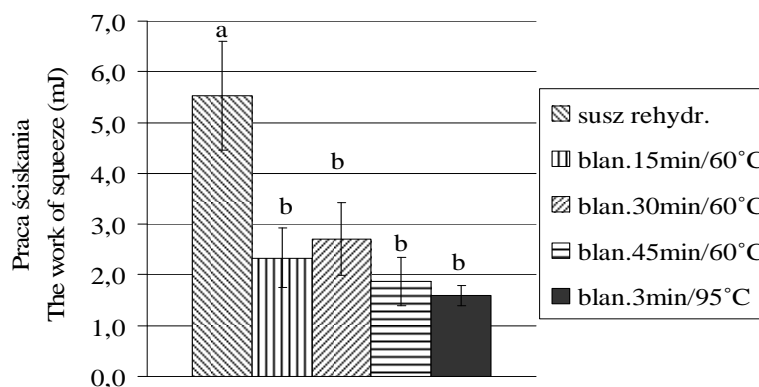
Rys. 1. Średnia praca ściskania plastrów selera po procesie blanszowania
Fig. 1. Average work of compression of blanched celery

Test zginania przeprowadzony dla blanszowanych w różnych warunkach plastrów selera, a następnie suszonych, pokazał, że największą wartością odkształcenia niszczonego charakteryzowały się próbki selera niepoddawane blanszowaniu, dla których odkształcenie niszczone miało średnią wartość 0,059 (rys. 2). Jednak wraz z wydłużaniem czasu blanszowania wartości średnie odkształcenia niszczonego rosły, od wartości 0,033 do 0,046, czyli w suszach została zachowana tendencja zauważona w twardości tkanki blanszowanej. Dla próbek blanszowanych przez 3 minuty w 95°C i suszonych średnia wartość odkształcenia niszczonego wyniosła 0,052.



Rys. 2 Średnie odkształcenie niszczące suszu selera
Fig. 2. Average destructive deformation of dried celery

Wartości pracy ściskania rehydrowanych suszy były największe (na poziomie ok. 5,5 mJ) dla próbek niepoddawanych procesowi blanszowania (rys. 3). Natomiast dla pozostałych próbek praca ściskania była istotnie niższa i nie stwierdzono statystycznie istotnego zróżnicowania pomiędzy nimi. Można jednak zauważyć, że ponownie uwodnione próbki blanszowane przed suszeniem w temperaturze 95°C charakteryzowały się najmniejszą twardością (ok. 1,6 mJ), w porównaniu z materiałem blanszowanym. Suszenie spowodowało bardzo istotne zniszczenie tekstury tkanki, która po ponownym uwodnieniu nie powracają do właściwości przed suszeniem.



Rys. 3. Średnia praca ściskania rehydrowanych plastrów suszonego selera
Fig. 3. Average work of compression of rehydrated dried celery

WNIOSKI

1. Wraz z wydłużaniem czasu blanszowania w niższej temperaturze 60°C wydłużał się czas suszenia. Wyższa temperatura blanszowania 95°C i krótszy jego czas powodował zwiększenie czasu suszenia w stosunku do selera niepoddanego blanszowaniu.

2. Proces blanszowania powodował znaczące zmiany barwy. Wraz z wydłużaniem czasu blanszowania wartości parametrów a^* i b^* rosły, co związane było ze wzrostem udziału barwy czerwonej i żółtej oraz zmniejszała się wartość L^* , czyli następowało ciemnienie próbki.

3. Właściwości teksturalne próbek blanszowanego selera zmieniały się wraz z wydłużaniem czasu blanszowania. Im dłuższy był czas blanszowania w niższej temperaturze, tym praca ściskania była większa, czyli tkanka charakteryzowała

się większą twardością. Blanszowanie wysokotemperaturowe spowodowało obniżenie wartości pracy ściskania i utratę jędrności tkanki.

4. Test zginania suszu wykazał, że wraz ze wydłużaniem czasu blanszowania wartość odkształcenia niszczącego rosła, ale największą wartość natomiast osiągnęła dla próbek selera niepoddanego procesowi blanszowania.

5. Próbki blanszowane, suszone, a następnie ponownie uwodnione, poddane testowi ściskania, charakteryzowały się obniżeniem wartości pracy ściskania niezależnie od parametrów blanszowania. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w jej wartości, między eksperymentami. Można jednak zauważyć, że plastry blanszowane w wysokiej temperaturze ponownie charakteryzowały się najmniejszą twardością.

PIŚMIENNICTWO

- Abu-Ghannam N., Crowley H., 2006. The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potatoes. *Journal of Food Engineering*, 74, 335-344.
- Andersson A., Gekas V., Lind I., Oliveira F., Oste R., 1994. Effect of preheating on potato texture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 34, 229-251.
- Bartolome L. G., Hoff J. E., 1972. Firming of potatoes: Biochemical effects of preheating. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20, 266-270.
- Ben-Shalom N., Plat D., Levi A., Pinto R., 1992. Influence of pH treatment on pectic substances and firmness of blanched carrots. *Food Chemistry*, 44, 251-254.
- Dobrzycki J.H., Baryłko-Pikielna, N. 1986: Instrumentalne metody pomiaru tekstury żywności. IŻŻ, Warszawa.
- Edwards M. 1999. Vegetables and Friuts. In: *Food Texture. Measurement and Perception* (ed. A.J. Rosenthal). Aspen Publishers Inc., Gaithersburg, Maryland, 259-281.
- Garcia-Reverter J., Bourne M. C., Mulet A., 1994. Low temperature blanching affects firmness and rehydration of dried cauliflower florets. *Journal of Food Science*, 59, 6, 1181-1183.
- Hunter R. S. 2001. *The Basic of Color Perception and Measurement*. Hunter Associates Laboratory Inc. <http://www.hunterlab.com/pdf/color/pdf>.
- Jakubczyk E., Lewicki P.P. 2002. Wpływ zabiegów wstępnych przed suszeniem na właściwości mechaniczne suszów jabłek. *Inżynieria Rolnicza*, 5, 431-439.
- Kim M. H., Okos M. R. 1999. Some physical, mechanical, and transport properties of crackers
- Niedziółka I., Szymanek M 2004: Wpływ blanszowania na wybrane właściwości mechaniczne ziarna kukurydzy cukrowej. *Acta Agrophysica*, 4(2), 449-457.
- related to the checking phenomenon. *Journal of Food Engineering* , 40, 189-198.
- Niezdodziński M., Niezdodziński T. 1998. *Wytrzymałość materiałów*. PWN, Warszawa.
- Perera C.O., 2005. Selected Quality Attributes of Dried Foods, *Drying Technology*, 23(4), 717-730.
- Praca zbiorowa 2008. *Leksykon Nauki o Żywności i Żywieniu Człowieka* (red. P. P. Lewicki). Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Quintero-Ramos A., Bourne M. C., Anzaldúa-Morales A., 1992. Texture and rehydration of dehydrated carrots as affected by low temperature blanching. *Journal of Food Science*, 57, 1152-1139.
- Rybczyński R., Dobrzański B. jr. 2004. Ocena barwy skórki jabłka różnych odmian po przechowywaniu. *Acta Agrophysica*, 4(2), 501-507.

- Rząca M., Witrowa-Rajchert D. 2007. Wpływ techniki suszenia na właściwości optyczne suszu jabłka. *Acta Agrophysica*, 10(2), 445-453
- Verlinden B. E., Yuksel D., Baheri M., De Baerdemaeker J., Van Dijk C., 2000. Low temperature blanching effect on the changes in mechanical properties during subsequent cooking of three potato cultivars. *International Journal of Food Science and Technology*, 35, 331-340.

BLANCHING PARAMETERS INFLUENCE ON MECHANICAL PROPERTIES AND COLOUR OF DRIED CELERY

Karolina Lentas, Dorota Witrowa-Rajchert

Department of Food Engineering and Process Management, Faculty of Food Sciences,
University of Life Sciences
ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa
e-mail: karolina_lentas@sggw.pl

Abstract. The aim of the work was to investigate the possibility of dried celery textural properties modification performed under variable blanching parameters. Celery cv. Diamond was investigated, cut into slices 30 mm in diameter, 5 mm thick, blanched in water for 15, 30, 45 and 60 minutes in 60°C, for 3 minutes 95°C, and then exposed to convective drying to constant mass at 70°C. The mechanical properties were determined by the compression test of blanched and rehydrated samples for 30 minutes and by the bending test. The analysis of the mechanical properties of celery slices showed the highest influence of high temperature blanching on the deformation that took place during the tests and on the material firmness loss. Lower temperature and longer blanching increased the thickness of the blanched, dried and repeated rehydration tissues.

Keywords: blanching, drying, texture, colour, celery