

KAROLINA LENTAS, DOROTA WITROWA-RAJCHERT

## WPLYW WARUNKÓW BLANSZOWANIA TKANKI SELERA NA WŁAŚCIWOŚCI TEKSTURALNE SUSZU

### Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu nasycania jonami wapnia oraz warunków blanszowania tkanki selera na kinetykę suszenia oraz właściwości teksturalne suszu.

Blanszowanie prowadzono w wodzie destylowanej o temp. 60 i 95 °C w zróżnicowanym czasie oraz w roztworze mleczanu wapnia. Określono odkształcenie niszczące suszu w teście łamania i pracę cięcia uwodnionego suszu selera. Analizując wyniki otrzymane na podstawie krzywych suszenia selera stwierdzono, że im dłuższy był czas blanszowania w wodzie destylowanej, tym osiągnęto krótszy czas suszenia. Blanszowanie w roztworze mleczanu wapnia nie spowodowało zmian w czasie suszenia, w porównaniu z procesem prowadzonym w wodzie w tych samych warunkach. Jednocześnie badania wskazują, że działanie wysokiej temperatury podczas tradycyjnego blanszowania powoduje istotne zmiany we właściwościach mechanicznych suszonej tkanki selera, obserwowane głównie po jej uwodnieniu, a polegające na osłabieniu tekstury. Nasycanie jonami wapnia w czasie blanszowania spowodowało znaczny wzrost zawartości wapnia w tkance. Z uwagi na nieznaczne zmiany właściwości teksturalnych suszu otrzymanego z takiej tkanki można uznać, że nasycanie jonami wapnia tkanki selera podczas jej blanszowania może być jednym ze sposobów wzbogacania tkanki w analizowany pierwiastek.

**Słowa kluczowe:** nasycanie, blanszowanie, suszenie, seler, łamanie, cięcie

### Wprowadzenie

Podczas procesów technologicznych oraz towarzyszących im operacji zawartość składników odżywczych w surowcach ulega zmniejszeniu, co zmusza technologów do opracowywania metod uzupełniania tych strat. Wzbogacanie żywności w substancje odżywcze dotyczy zarówno substancji naturalnie w niej występujących, utraconych podczas obróbki termicznej, mechanicznej bądź innej oraz składników naturalnie w niej niewystępujących, np.: jabłka wzbogacane w witaminę C, batony czekoladowe z kwasami tłuszczowymi omega 3, obecnymi głównie w olejach rybich [3, 7, 8, 13, 15].

---

*Mgr inż. K. Lentas, prof. dr hab. D. Witrowa-Rajchert, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa*

Nasycanie jest jedną z metod wzbogacania żywności w składniki odżywcze. Nasycanie może być prowadzone pod atmosferycznym, podwyższonym lub obniżonym ciśnieniem. Podstawowym celem nasycania jest wprowadzenie odpowiedniej ilości substancji aktywnej do produktu [2]. Wzbogacanie produktów spożywczych w wapń jest jedną z możliwości podwyższania zawartości tego pierwiastka, szczególnie w produktach naturalnych, takich jak: odtłuszczone mleko, mleko w proszku czy soki owocowe [11]. Jony wapnia są często wykorzystywane do modyfikowania struktury tkanki roślinnej, która może być stosowana jako żywność funkcjonalna bądź jako jej składnik. Według literatury przedmiotu, wprowadzenie jonów wapnia w strukturę tkanki świeżej wpływa na wzrost jędrności i sztywności tkanki roślinnej, gdyż jony wapnia wchodzą w połączenia z pektynami blaszki środkowej, będącej czynnikiem spajającym komórki [4, 6].

Suszenie jest jedną z najstarszych metod utrwalania żywności. Ze względu na coraz większe wymagania dotyczące jakości suszonych produktów spożywczych istnieje potrzeba prowadzenia badań nad możliwością nadania produktom specjalnych form i cech, zwiększając w ten sposób asortyment dostępnych dla konsumenta artykułów. Nasycanie tkanki roślinnej przed suszeniem może być sposobem zmiany właściwości sensorycznych, tekstury i charakterystyki określonych produktów. Tkanki suszonych warzyw po uwodnieniu są najczęściej bardziej miękkie niż w surowym materiale. Przyczyną tego jest między innymi prowadzony w wysokiej temperaturze proces blanszowania, w czasie którego następuje dezaktywacja pektynometylosterazy (PME), odpowiedzialnej za utrzymanie sztywności tkanki [12]. Konsumentom wolą, aby tekstura suszonych produktów po ich rehydracji była zbliżona do surowca. Można to osiągnąć dzięki zastosowaniu niskotemperaturowego blanszowania przez dłuższy czas (LTLT). Blanszowanie w temp. 50 – 70 °C prowadzi do usztywnienia tekstury w wyniku wzmocnienia ścian komórkowych, dzięki aktywności PME, która reaguje z obecnymi w nich pektynami, oraz zmniejszeniu dezintegracji substancji międzykomórkowych, zachodzącej w wysokiej temperaturze [1, 10].

Celem pracy było określenie wpływu nasycania pod ciśnieniem atmosferycznym jonami wapnia oraz warunków prowadzenia blanszowania tkanki selera na właściwości teksturalne suszu. Zakres pracy obejmował blanszowanie selera w wodzie o temp. 60 i 95 °C przez określony czas oraz w roztworze mleczanu wapnia, a następnie suszenie konwekcyjne.

### **Material i metody badań**

Surowcem do badań był seler odmiany Feniks, zebrany w 2006 r. Materiał myto, a następnie krojono w plastry o średnicy 3 cm i grubości 5 mm. Plastry selera poddawano blanszowaniu w wodzie destylowanej przez 5, 10 i 15 min w temp. 60 °C oraz przez 3 min w 90-95 °C oraz w 3% roztworze mleczanu wapnia przez 10 min w temp. 60 °C. Optymalną procentową zawartość mleczanu wapnia w roztworze nasycającym

wybrano na podstawie wcześniejszych badań, w których określono zawartość jonów wapnia, gwarantującą odpowiedni poziom wnikania wapnia do tkanek oraz zapewniającą akceptację konsumencką [9]. Dobór temperatury i czasu blanszowania dokonano na podstawie danych literaturowych, dotyczących blanszowania warzyw w wysokiej i niskiej temperaturze [1, 10, 12].

Blanszowane próbki układano na sicie w pojedynczej warstwie, następnie suszono konwekcyjnie w temp. 70 °C przy prędkości przepływu powietrza 1,8 m/s. Proces suszenia prowadzono do uzyskania trzech powtarzających się wskazań wagi w odstępach 5 min. Poszczególne suszenia powtarzano 2-krotnie i z dwóch partii surowca.

W celu przeprowadzenia testu łamania próbki wysuszone konwekcyjnie poddawano dosuszaniu próżniowemu przez 24 h w temp. 50 °C. Do przeprowadzenia testu użyto 10 plastrów każdego z suszy o zmierzonej grubości, które łamano za pomocą teksturometru Texture Analyzer TA- TX2 firmy Stable Micro Systems Ltd. Prędkość przesuwu głowicy teksturometru wynosiła 55 mm/min. Na podstawie pozornego modułu Younga wyznaczono parametr odkształcenia niszczącego (centralne pęknięcie materiału) suszonych plastrów selera, z zależności [5]:

$$\varepsilon_n = \frac{6 \cdot t \cdot Y}{L^2}$$

gdzie:  $\varepsilon_n$  – odkształcenie niszczące [-],

t – grubość próbki [mm],

Y – przesunięcie głowicy, przy którym materiał pęka [mm],

L – odległość między podporami [mm].

Testowi cięcia poddawano plastry selera suszone konwekcyjnie, a następnie rehydrowane w wodzie destylowanej w temp. pokojowej przez 30 min. Po upływie tego czasu mierzono średnicę oraz grubość każdego plastra. Doboru czasu uwadniania dokonano na podstawie dostępnej literatury oraz szeroko prowadzonych badań w Katedrze Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, na Wydziale Nauk o Żywności SGGW. Okres 30 min jest czasem wystarczającym do uwodnienia plastrów suszonego selera, których grubość po suszeniu wynosiła ok. 1 mm. Ponadto taki czas zapewnia, że nastąpiła dyfuzja rozpuszczalnych składników suchej substancji do otaczającej wody, co mogłoby mieć wpływ na teksturę badanych próbek. Do przeprowadzenia testu cięcia wykorzystano jednonożowy element tnący o długości 62 mm, wysokości 24 mm i grubości 0,5 mm. Podczas testu nóż przesuwiał się wzdłuż metalowej podstawki ze szczeliną, umożliwiającą wciśnięcie, przecięcie oraz częściowe wyciśnięcie próbki. Testowi poddawano każdorazowo 10 uwodnionych plastrów. Obliczanym parametrem była praca cięcia, jako pole pod krzywą, obrazującą zmiany siły w funkcji wymiaru próbki w przeliczeniu na 1 g suszu.

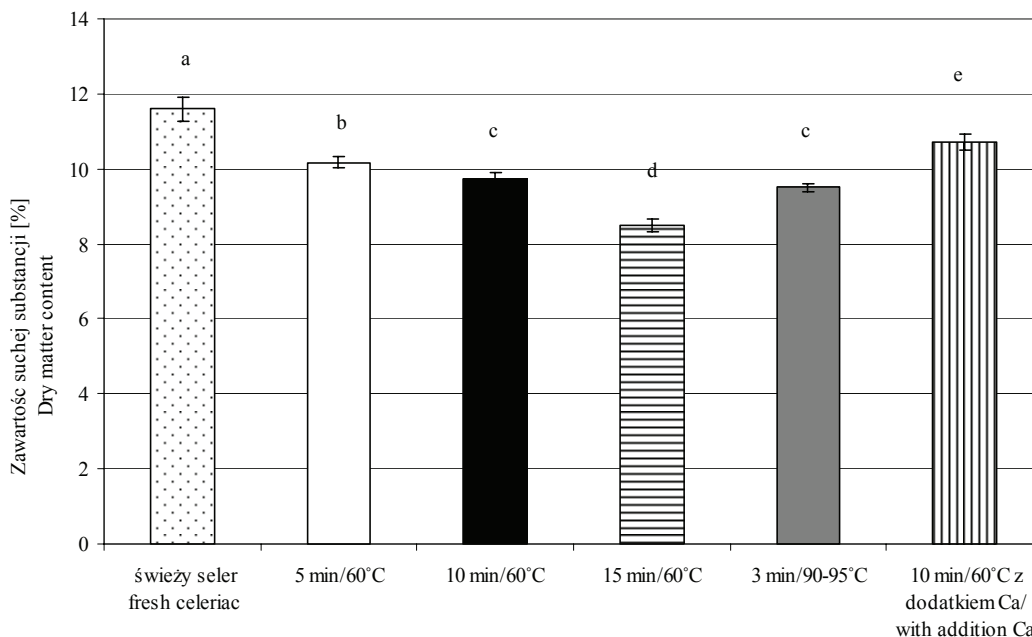
Oznaczanie zawartości wapnia w suszu blanszowanym 10 min w wodzie destylowanej i w 3% roztworze mleczanu wapnia w temp. 60 °C wykonywano w Centrum

Analitycznym SGGW, metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej, wg procedury PB 09 wyd. 3 z 25.05.2005 roku.

Wyniki poddano analizie statystycznej, przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji w programie Statgraphics i testu Student-Newman-Keuls, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

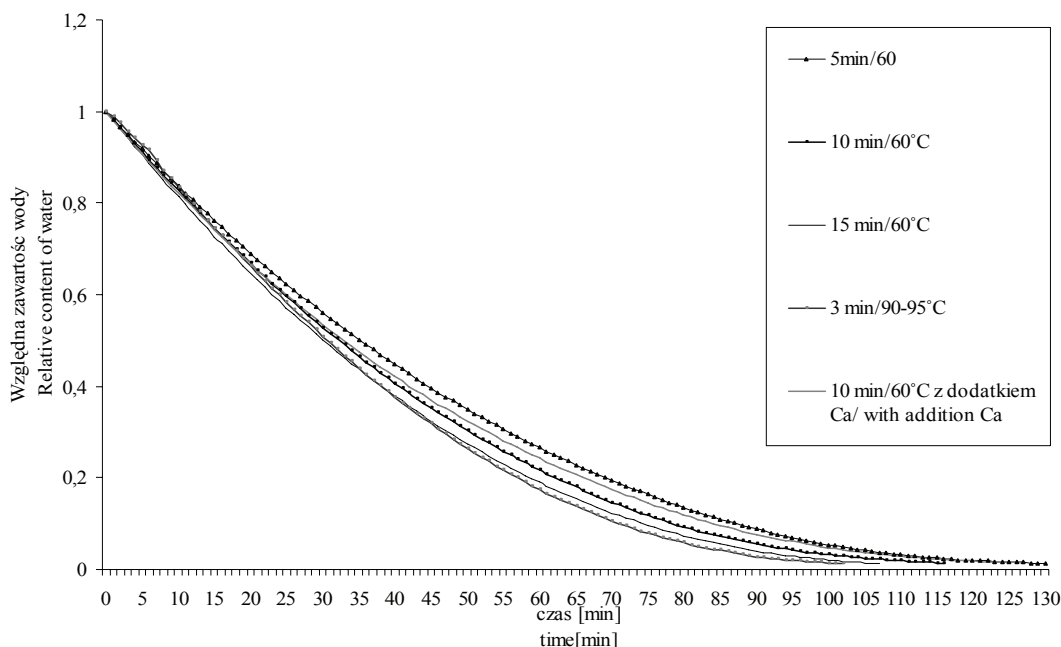
### Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej substancji w świeżym selerze wynosiła  $11,6 \pm 0,32$  %, natomiast po procesie blanszowania poziom ten obniżył się do ok. 8,5 – 10 % (rys. 1). Im dłużej prowadzono proces blanszowania w temp. 60 °C, tym mniejszą zawartość suchej substancji otrzymywano w selerze. Stosując temp. 90 – 95 °C przez 3 min zawartość suchej substancji w tkance była na takim samym poziomie, co w próbce blanszowanej w niższej temperaturze przez 10 min. Najmniejszy, ale statystycznie istotny, ubytek suchej substancji obserwowano podczas blanszowania w 3 % roztworze mleczanu wapnia, co może być związane z wnikiem jonów wapnia do struktury tkanki. Stwierdzono, że zawartość wapnia w suszu blanszowanym w roztworze mleczanu wapnia zwiększyła się prawie czterokrotnie, do wartości  $1,357 \pm 0,056$  % w porównaniu z suszem blanszowanym w wodzie destylowanej ( $0,357 \pm 0,022$  %).



Rys. 1. Średnia zawartość suchej substancji w selerze po blanszowaniu, w zależności od warunków blanszowania.

Fig. 1. Average content of dry matter in celeriac after blanching depending on the blanching conditions.



Rys. 2. Kinetyka suszenia konwekcyjnego selera.

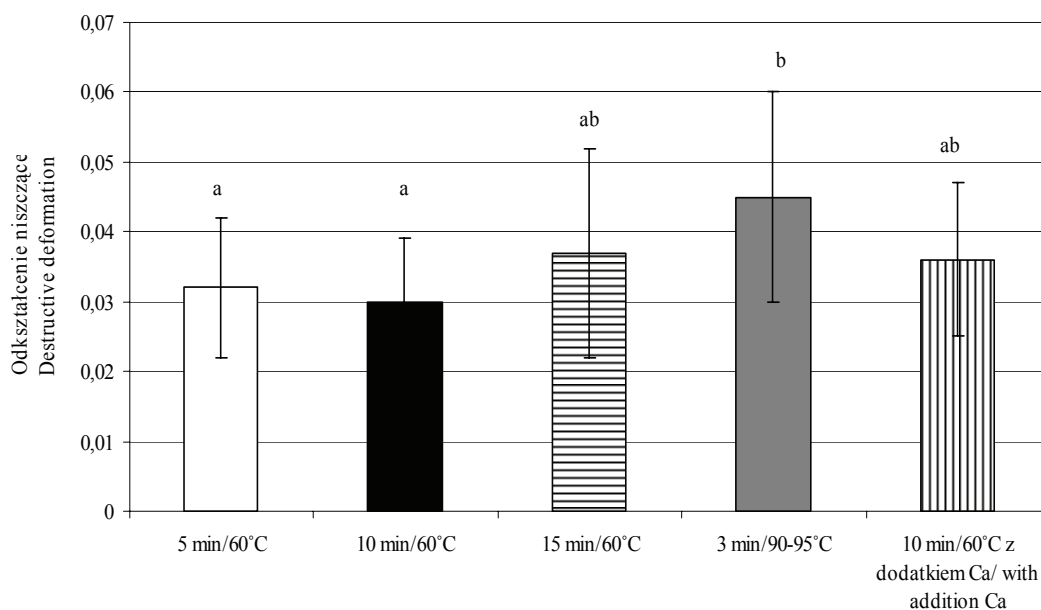
Fig. 2. Kinetics of convective drying of celeriac.

Na podstawie przebiegu krzywych suszenia (rys. 2) stwierdzono, że czas suszenia uległ znacznemu skróceniu w miarę wydłużania czasu blanszowania. Wraz ze wydłużeniem czasu blanszowania (5 - 10 - 15 min) w temp. 60 °C, czas osiągnięcia poziomu  $u/u_0 = 0,0135$  skrócił się i wyniósł odpowiednio 131, 120 i 112 min. Zauważono więc tendencję, że im więcej wody znajdowało się w selerze po blanszowaniu, co było związane z dłuższym czasem blanszowania i prawdopodobnie większym stopniem rozluźnienia powierzchni tkanki, tym krócej trwał proces suszenia. Blanszowanie przez 3 min w temp. 90-95 °C skróciło czas osiągnięcia analizowanego poziomu zawartości wody w jeszcze większym stopniu, do 109 min. Próbkę selera nasycanego podczas blanszowania w temp. 60 °C przez 10 min w 3 % roztworze mleczanu wapnia suszyły się do  $u/u_0 = 0,0135$  średnio przez 122,5 min. Nasycanie tkanki selera podczas blanszowania 3 % roztworem mleczanu wapnia nie różnicowało statystycznie istotnie czasu suszenia, w stosunku do próbek blanszowanych w tej samej temperaturze i czasie, tj. 60 °C przez 10 min, w wodzie destylowanej.

Test łamania, blanszowanych w różnych warunkach plastrów selera, a następnie suszonych wykazał, że największe odkształcenie niszczące, wynoszące 0,045, wystąpiło przy łamaniu próbek nasycanych podczas blanszowania w wodzie destylowanej przez 3 min w 90 - 95 °C (rys. 3). Wysoka temperatura obróbki wstępnej była więc przyczyną

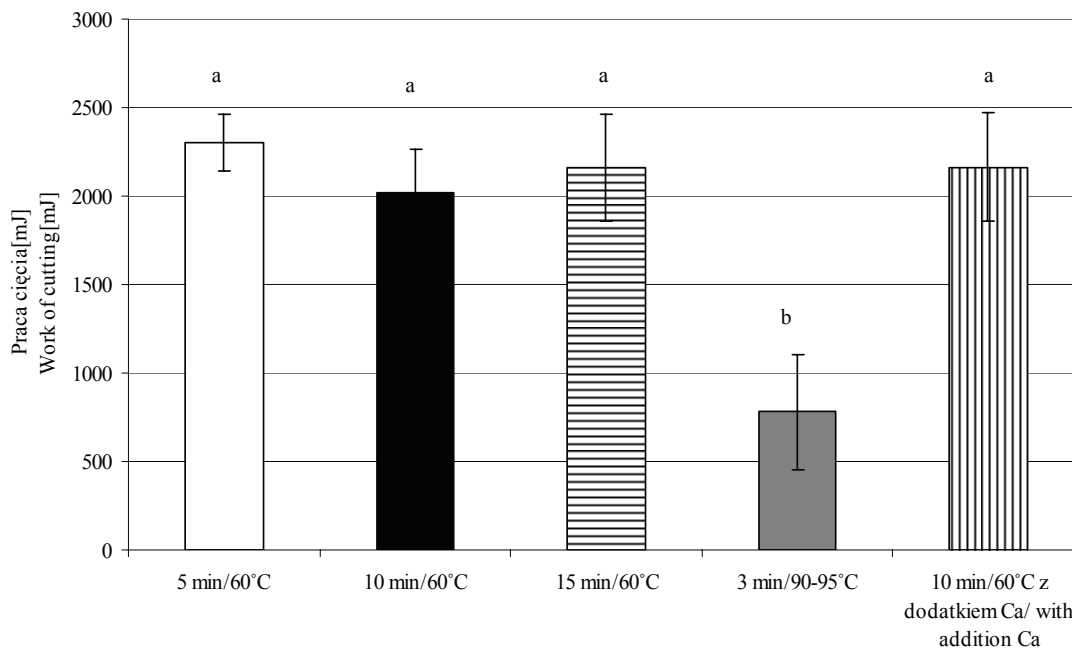
największego usztywnienia suszonej tkanki. Jony wapnia natomiast nie wpłynęły znacząco na teksturę suszonego materiału, ocenianą na podstawie testu łamania. Jednak różnice pomiędzy wartościami odkształcenia niszczącego różnych suszy były nieznaczne. Wyniki badań nie potwierdziły więc doniesień literaturowych na temat wpływu jonów na zwiększenie sztywności tkanki roślinnej. Należy jednak zaznaczyć, że badania opisywane w literaturze dotyczą różnych tkanek, np.: ziemniaka, marchwi czy jabłka [4], a nie tkanki selera. Duże wartości odchyłeń standardowych dot. pomiarów właściwości mechanicznych w przypadku tkanek biologicznych zdarzają się bardzo często [5]. Wynikają z charakteru i budowy surowca: poszczególne plastry mogą pochodzić z różnych części bulwy, co może znacznie różnicować otrzymane wyniki doświadczeń.

Z przeprowadzonego testu cięcia rehydrowanych plastrów selera wynika, że czas blanszowania w temp. 60 °C przed suszeniem nie miał wpływu na pracę cięcia, która wahała się w granicach 2000-2300 mJ (rys. 4). Blanszowanie w 3 % roztworze mleczanu wapnia również nie doprowadziło do istotnych zmian wartości pracy cięcia rehydrowanego selera. Zauważono natomiast istotnie mniejszą, prawie trzykrotnie, wartość pracy cięcia rehydrowanego selera blanszowanego przed suszeniem w wysokiej temperaturze. Świadczy to o znacznym osłabieniu tekstury tkanki selera, spowodowanym działaniem wysokiej temperatury i dezaktywacją pektynometyloesterazy, odpowiedzialnej za utrzymanie sztywności tkanek roślinnych [1, 10, 12].



Rys. 3. Wartości odkształcenia niszczącego próbki suszonego selera w zależności od warunków blanszowania surowca.

Fig. 3. Values of deformation destructing dried celeriac samples depending on the blanching conditions of raw material.



Rys. 4. Wartości pracy cięcia rehydrowanego suszu selera, w zależności od warunków blanszowania surowca.

Fig. 4. Work value of cutting rehydrated dried celeriac depending on the blanching conditions of raw material.

### Wnioski

1. Analizując wyniki otrzymane na podstawie przebiegu krzywych suszenia selera stwierdzono, że im dłuższy był czas blanszowania w wodzie destylowanej, tym osiągnano krótszy czas suszenia. Blanszowanie w roztworze mleczanu wapnia nie spowodowało zmian w czasie suszenia, w porównaniu z procesem prowadzonym w wodzie w tych samych warunkach.
2. Jednocześnie badania wskazują, że działanie wysokiej temperatury podczas tradycyjnego blanszowania powoduje istotne zmiany we właściwościach mechanicznych suszonej tkanki selera, obserwowane głównie po jej uwodnieniu, a polegające na osłabieniu tekstury.
3. Nasycenie jonami wapnia w czasie blanszowania spowodowało znaczny wzrost zawartości wapnia w tkance. Z uwagi na nieznaczne zmiany właściwości teksturalnych suszu otrzymanego z takiej tkanki można uznać, że nasycenie jonami wapnia tkanki selera podczas jej blanszowania może być jednym ze sposobów wzbogacania tkanki w analizowany pierwiastek.

*Praca była prezentowana podczas VI Konferencji Naukowej nt. „Nowoczesne metody analityczne w zapewnieniu jakości i bezpieczeństwa żywności”, Warszawa, 6 - 7 grudnia 2007 r.*

### Literatura

- [1] Abu-Ghannam N., Crowley H.: The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potato. *J. Food Eng.*, 2006, **74**, 335-344.
- [2] Baker R.A., Wicker, L.: Current and potential application of enzyme infusion in the food industry. *Trends Food Sci. Technol.*, 1996, **5 (7)**, 279-284.
- [3] Cygan P., Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F.: Żywność funkcjonalna Przyszłość, perspektywy, trendy. *Przem. Spoż.*, 2003, **3**, 12-15 i 46.
- [4] Izumi H., Wataha A.E.: Calcium treatments affects storage quality of shredded carrot. *J. Food Sci.*, 1994, **59 (1)**, 106-109.
- [5] Jakubczyk E., Marzec A.: Właściwości mechaniczne chrupkich/kruchych ciastek. *Inż. Roln.*, 2006, **3 (78)**, 31-38.
- [6] Kowalska H., Wyrozębska M.: Wpływ jonów wapnia na właściwości sensoryczne marchwi odwadnianej osmotycznie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1 (46)**, 44 – 51.
- [7] Kowalska, H.: Wpływ witaminy C na przebieg odwadniania osmotycznego jabłek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4 (45)**, Supl., 109-119.
- [8] Krygier K.: Żywność funkcjonalna – żywność XXI wieku. *Przem. Spoż.*, 2002, **4**, 2-4 i 26.
- [9] Lentas K.: Wpływ wstępnego nasycania wapniem tkanki roślinnej na teksturę i właściwości rekonstrukcyjne suszu. Praca magisterska, SGGW, Warszawa 2007.
- [10] Liu E. Z., Scanlon M.G.: Modeling the effect of blanching conditions on the texture of potato strips. *J. Food Eng.*, 2007, **81**, 292-297.
- [11] Nadolna I.: Rola wzbogacanej żywności w racjonalnym żywieniu. *Przem. Spoż.*, 2000, **7**, 4-6.
- [12] Ni L., Lin D., Barrett D.M.: Pectin methylesterase catalyzed firming effects on low temperature blanched vegetables. *J. Food Eng.*, 2005, **70**, 546-556.
- [13] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.: *Ogólna technologia żywności*. WNT, Warszawa 2004.
- [14] Sikorski Z.E. (red.): *Chemiczne i funkcjonalne właściwości składników żywności*. WNT, Warszawa 1994.
- [15] Świdorski F. (red.): *Żywność wygodna i funkcjonalna*. WNT, Warszawa 2003.



**EFFECT OF BLANCHING CONDITIONS OF CELERIAC TISSUE ON THE TEXTURE PROPERTIES OF DRIED MATERIAL**

## S u m m a r y

The objective of this paper was to study the effect of saturation using calcium ions, as well as the effect of conditions of blanching celeriac tissues on the kinetics of drying process and the texture properties of dried material.

The blanching process was performed in distilled water at 60 °C and 95 °C, during varying time periods, as well as in the calcium lactate solution. The following was determined: destructive deformation destructing dried vegetable with the use of a breaking test; the cutting work of the hydrated celeriac. The analysis of the results obtained based on the celeriac drying curves allowed for the statement that the longer the duration time of blanching in distilled water was, the shorter the duration time of drying celeriac was. When blanching in the calcium lactate solution, no changes in the duration time of drying were found compared to the process performed in distilled water under the same conditions. On the other hand, the investigation results prove that high temperature if applied to traditional blanching process causes significant changes to occur in the mechanical properties of the celeriac tissue being dried, found mainly after the celeriac tissue is hydrated, i.e. weakening of the tissue texture. The saturation using calcium ions during blanching caused a significant increase in the Ca content in the tissue. Owing to insignificant changes in the textural properties of dried material produced from this tissue, the conclusion is that the saturation of the celeriac tissue using Ca ions during blanching can be one of the methods of enriching the tissue by adding the element analyzed.

**Key words:** saturation, blanching, drying, celeriac, breaking, cutting ☒