

KAROLINA LENTAS, DOROTA WITROWA-RAJCHERT

## WPLYW WSTĘPNEGO NASYCANIA JONAMI WAPNIA NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI SUSZU JABŁKOWEGO

### Streszczenie

Podczas procesów technologicznych ilość składników odżywczych w surowcach ulega zmniejszeniu, co zmusza technologów do opracowywania metody uzupełniania tych strat. Wzbogacanie żywności w substancje odżywcze dotyczy zarówno substancji naturalnie w niej występujących oraz składników naturalnie w niej nieobecnych. Nasycanie jest jedną z metod wzbogacania żywności w składniki odżywcze. Celem pracy było zbadanie możliwości modyfikacji właściwości teksturalnych suszu jabłka, poprzez wstępne nasycanie tkanki jonami wapnia. Nasycanie prowadzono pod atmosferycznym oraz obniżonym ciśnieniem, przy użyciu 1, 3 i 5 % roztworu mleczanu wapnia. Następnie materiał suszono konwekcyjnie do stałej masy w temperaturze 70 °C. Właściwości teksturalne określono na podstawie testu łamania próbek suszu jabłka oraz testu ściskania rehydrowanego materiału. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną suszy, podczas której oceniano barwę, zapach, smak, twardość i ogólne wrażenia sensoryczne odbierane przy ocenie próbki, obejmujące wszystkie oceniane wyróżniki. Test łamania dowiódł, że nasycanie oraz zwiększenie zawartości wapnia w próbkach nie wpłynęło w istotny sposób na właściwości mechaniczne suszu. Na podstawie testu ściskania stwierdzono, że materiał nasycany pod zmniejszonym ciśnieniem, charakteryzujący się większą zawartością wapnia, wykazał większe wartości pracy ściskania. Obecność jonów wapnia w tkance spowodowała uzyskanie niższych ocen za zapach i smak i mimo wyższych ocen za barwę i twardość, susze nasycane pod obniżonym ciśnieniem uzyskały niższe oceny ogólne. Ocena sensoryczna nie potwierdziła pomiarów instrumentalnych tekstury, które nie wychwyciły istotnych zmian następujących w mierzonych parametrach.

**Słowa kluczowe:** nasycanie, suszenie, jabłko, test łamania, test ściskania, wapń

### Wprowadzenie

Jednym z makroelementów niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu jest wapń. Jest on podstawowym materiałem budulcowym struktury kości i szkliwa, prócz tego jest wykorzystywany do przenoszenia impulsów nerwowych, regulacji układu krzepnięcia, rytmu serca oraz wchłaniania witaminy B<sub>12</sub>. Prawidłowy

---

*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*

poziom tego pierwiastka zmniejsza ryzyko występowania chorób serca, udarów, raka jelita grubego oraz kamieni nerkowych [6]. Jego niedobory mogą prowadzić między innymi do rozwoju chorób układu krążenia, nerwowego oraz kostnego. Według Flis i Konaszewskiej [4] oraz Śmigielskiej i wsp. [23] produkty roślinne mogą być źródłem wapnia, lecz jest on trudno przyswajalny. Do takich produktów pochodzenia roślinnego należą: suche nasiona roślin strączkowych, suszone owoce, natka pietruszki, kapusta, szpinak [5]. Koniecznością staje się uzupełnianie diety o brakujące lub występujące w niedostatecznej ilości witaminy, składniki mineralne, błonnik pokarmowy, nienasycone kwasy tłuszczowe i inne składniki [12, 13].

Podczas procesów technologicznych ilość 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.: batony czekoladowe z kwasami tłuszczowymi omega 3, obecnymi głównie w olejach rybich [2, 14, 20, 21]. Według źródeł literaturowych jony wapnia mogą wpływać na spójność, twardość oraz jędrność struktury tkanki owoców czy warzyw [9]. Właściwości te są związane z reakcjami, jakie zachodzą między jonami wapnia a protopektyną oraz pektynometyloesterazą, obecną w blaszce środkowej tkanek roślinnych [19]. Proces ten stabilizuje strukturę ścian komórkowych. Nasycanie surowców składnikami odżywczymi, m.in. wapniem, wpływa na poprawę tekstury i właściwości sensorycznych owoców i warzyw [11].

Tekstura jest bardzo ważną cechą żywności. Jest to zbiór właściwości, związanych z elementami struktury i ich wzajemnym uporządkowaniem oraz sposobem, w jaki są one odbierane i rejestrowane przez aparat zmysłowy człowieka [22]. Lewicki i Sitkiewicz [16] stwierdzili, że właściwości mechaniczne produktów suszonych zależą między innymi od zastosowanej obróbki wstępnej. Jedną z nich jest proces nasycania. Podstawowym celem nasycania, jako obróbki wstępnej przed innymi operacjami, jest wprowadzenie odpowiedniej ilości substancji aktywnej do produktu [15]. Nasycanie może być przeprowadzone pod ciśnieniem atmosferycznym, pod obniżonym ciśnieniem oraz przy zastosowaniu podwyższonego ciśnienia.

Obecnie dąży się do rozszerzania asortymentu produktów dostępnych na rynku. Suszenie jest jedną z najstarszych metod utrwalania żywności, ale produkty przetworzone w ten sposób muszą spełniać oczekiwania konsumentów, a jedną z najważniejszych cech jest podobieństwo do surowca nieprzetworzonego. Między innymi nasycanie, przed procesem suszenia, może prowadzić do otrzymania produktów suszonych o wyższej jakości.

Celem pracy było określenie możliwości modyfikacji właściwości teksturalnych suszu jabłka poprzez nasycenie tkanki jabłka jonami wapnia pod atmosferycznym i obniżonym ciśnieniem.

## Material i metody badań

Surowcem do badań było jabłko odmiany Idared. Materiał myto, a następnie krojono w plastry o średnicy 3 cm i grubości 5 mm. Jabłka bezpośrednio po krojeniu zanurzano w 1 % roztworze kwasu cytrynowego, w celu zminimalizowania procesów brązowienia enzymatycznego, a następnie osuszano na bibule.

Nasywanie jabłka prowadzono dwoma metodami: pod atmosferycznym i obniżonym ciśnieniem. Nasywanie pod ciśnieniem atmosferycznym prowadzono zanurzając materiał badawczy w 1, 3 lub 5 % roztworze mleczanu wapnia przez 30 min, a następnie odsączano na sicie i osuszano na bibule. Nasywanie pod obniżonym ciśnieniem prowadzono w 1, 3 i 5 % roztworze mleczanu wapnia, przy ciśnieniu  $0,4 \cdot 10^5$  Pa, które utrzymywano przez 10 min. Po tym czasie redukowano stopniowo podciśnienie przez doprowadzenie powietrza (około 10 min). Po nasyceniu próbki odsączano na sicie i osuszano na bibule.

Nasycone próbki układano na sicie laboratoryjnej suszarki konwekcyjnej o wymuszonym obiegu powietrza, w pojedynczej warstwie i suszono konwekcyjnie w temp. powietrza 70 °C przy prędkości przepływu powietrza 1,8 m/s. Proces suszenia prowadzono do uzyskania stałej masy. Poszczególne suszenia powtarzano 2-krotnie.

Właściwości mechaniczne oceniano na podstawie testu łamania suszonych plastrów i ściskania suszu po jego rehydracji. 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 głowicy wynosiła 55 mm/min. Obliczanym parametrem było odkształcenie niszczące suszonych plastrów jabłka, które wyznaczano z zależności:

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

gdzie:

$\varepsilon_n$  – odkształcenie niszczące [-],

t – grubość próbki [mm],

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

L – odległość między podporami [mm].

Testowi ściskania, w teksturometrze Texture Analyzer TA-TX2 firmy Stable Mikro Systems, poddawano plastry jabłka suszone konwekcyjnie, a następnie rehydrowane w wodzie destylowanej w temp. pokojowej przez 30 min. Po upływie tego czasu mierzono średnicę oraz grubość każdego plastra. Test prowadzono z prędkością przesuwu głowicy 0,3 mm/s do 20 % odkształcenia wysokości próbek. Obliczanym parametrem była praca ściskania rehydrowanych suszonych plastrów jabłka, którą obliczo-

no jako pole pod krzywą obrazującą zmiany siły w funkcji wymiaru próbki w przeliczeniu na 1 g suszu.

Ocenę sensoryczną przeprowadził 5-osobowy zespół, po 24 h od wyprodukowania suszy, na podstawie następujących wyróżników: barwa, zapach, zapach obcy, twardość, smak, smak słodki, smak obcy oraz ogólna ocena jakości suszu, stosując skalę ocen od 0 – 10 punktów [17].

Oznaczenie zawartości wapnia wykonano w Centrum Analitycznym SGGW.

Wyniki poddano analizie statystycznej, przy zastosowaniu jednoczynnikowej analizy wariancji w programie Statgraphics. Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Studenta-Newmana-Keulsa, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Doświadczenia przeprowadzono w dwóch powtórzeniach, natomiast testom wytrzymałościowym poddawano 10 próbek z każdego powtórzenia doświadczenia.

## Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej substancji w świeżym jabłku wynosiła  $15,12 \pm 0,17$  %, natomiast po procesie nasycania poziom ten zmniejszył się do ok. 12,86 - 12,19 % w próbkach nasycanych pod ciśnieniem atmosferycznym oraz do ok. 11,52 - 11,25 % w materiale nasycanym pod obniżonym ciśnieniem. Nasycanie pod obniżonym ciśnieniem spowodowało więc statystycznie istotne zwiększenie zawartości wody w próbkach. Zawartość wapnia w roztworach nie wpłynęła znacząco na zmiany zawartości suchej substancji w nasycanych jabłkach.

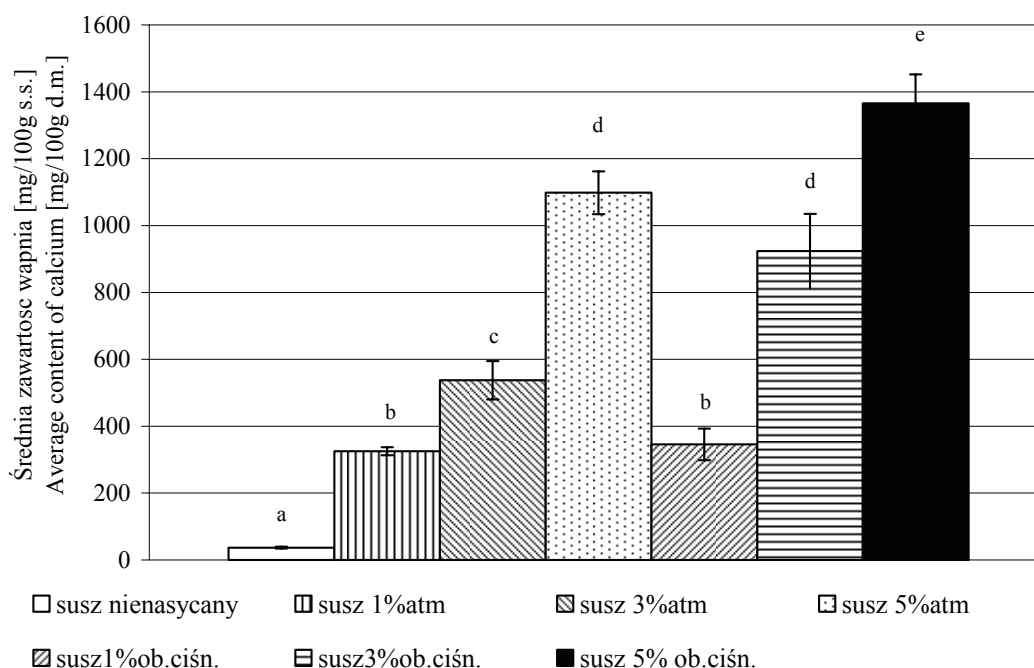
Zawartość suchej substancji w suszach wstępnie nasycanych pod ciśnieniem atmosferycznym uległa podwyższeniu w stosunku do zawartości suchej substancji w suszach nienasycanych roztworem mleczanu wapnia, z poziomu  $90,23 \pm 0,18$  do  $92,36 - 91,14$  %. W suszach uzyskanych po nasycaniu próbek pod obniżonym ciśnieniem poziom zawartości suchej substancji zwiększyła się do  $93,24 - 93,04$  %. Wzrost ten mógł mieć związek z obecnością jonów wapnia w tkance jabłka. Nasycanie pod obniżonym ciśnieniem spowodowało statystycznie istotne zmiany zawartości suchej substancji w suszach. Można było również zaobserwować, że im więcej wody miała tkanka jabłka po nasyceniu, tym osiągnano większe zawartości suchej substancji po suszeniu.

Badając wpływ nasycania próbek jabłka na przebieg suszenia stwierdzono, że zwiększenie stężenia mleczanu wapnia w roztworze nasycającym z 1 do 5 % skróciło czas osiągnięcia  $u/u_0$  (stosunek zawartości wody w suszu do zawartości wody w jabłku świeżym) równej 0,03 o 10 min. Tendencję tę obserwowano zarówno w próbkach nasycanych pod ciśnieniem atmosferycznym, jak i pod obniżonym ciśnieniem. Czas osiągnięcia  $u/u_0 = 0,03$  jabłek nienasycanych wyniósł średnio 125 min, nasycanych pod ciśnieniem atmosferycznym 1 % roztworem - 116 min, 3 % roztworem 109 – min oraz 5 % roztworem - 105 min. W próbkach nasycanych pod obniżonym ciśnieniem czas

osiągnięcia poziomu  $u/u_0 = 0,03$  wyniósł 112, 105 i 103,5 min, w przypadku materiału nasyconego odpowiednio w 1, 3 i 5 % roztworze mleczanu wapnia.

Analizując czas suszenia do osiągnięcia  $u/u_0 = 0,03$  zauważono tendencję, że im więcej wody znajdowało się w jabłku na początku suszenia, tym krócej trwał proces suszenia. Jednocześnie skróceniu czasu suszenia sprzyjało większe stężenie mleczanu wapnia w roztworze. Jednak statystycznie istotnych różnic między czasem suszenia w poszczególnych doświadczeniach nie stwierdzono.

Wysuszone próbki jabłka nienasyconego charakteryzowały się zawartością wapnia wynoszącą  $37 \pm 3$  mg/100 g ss. (rys. 1). W jabłku suszonym po wstępnym nasycaniu zdecydowanie zwiększyła się zawartość wapnia, a im wyższe stężenie roztworu zastosowano, tym więcej jonów wapnia wnikało do tkanki jabłka. Nasycanie pod obniżonym ciśnieniem spowodowało większe przyrosty zawartości wapnia, aniżeli nasycanie pod ciśnieniem atmosferycznym. Jedynie gdy nasycanie prowadzono w 1 % roztworze wartości te były porównywalne.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

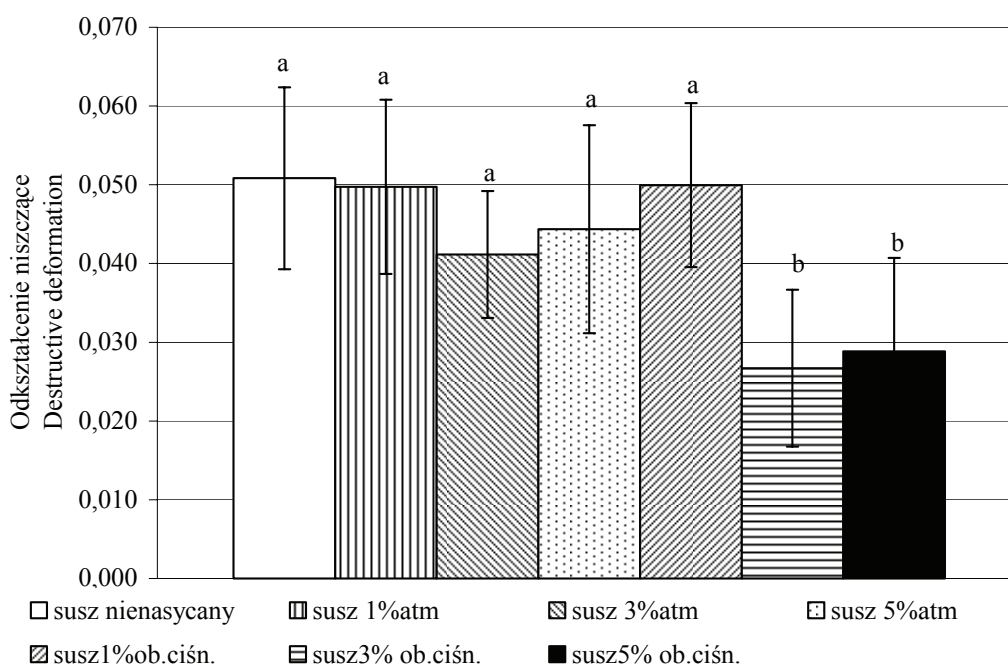
atm – nasycanie pod ciśnieniem atmosferycznym / infusion at an atmospheric pressure; ob. ciśn. – nasycanie pod obniżonym ciśnieniem / infusion at a decreased pressure.

Rys. 1. Średnia zawartość wapnia w suszu jabłkowym.

Fig. 1. Average content of calcium in dried apples.

Tak wysokie zawartości wapnia po nasycaniu świadczą o tym, że tkanka jabłka, charakteryzująca się dużą porowatością, jest bardzo dobrym materiałem do wprowadzania do jej wnętrza różnych związków czy substancji, dzięki którym można osiągnąć określone właściwości funkcjonalne produktu.

Duża zawartość wapnia nie wpływała na właściwości mechaniczne materiału. Nie obserwowano znaczących zmian wartości odkształcenia niszczącego w poszczególnych próbkach (rys. 2). Analiza wariancji dowiodła, że jedynie próbki nasycane pod obniżonym ciśnieniem w 3 i 5 % roztworze mleczanu wapnia mają inne właściwości, objawiające się istotnie mniejszymi wartościami odkształcenia niszczącego.



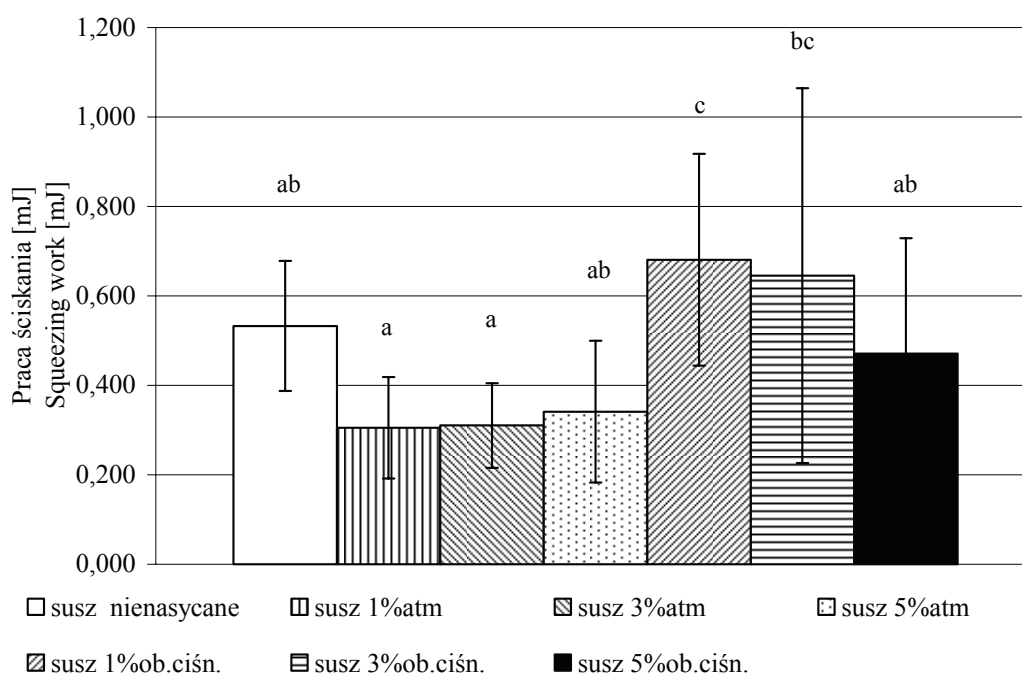
Objaśnienia jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 2. Odkształcenie niszczące suszu jabłkowego

Fig. 2. Destructive deformation of dried apples

Według danych literaturowych wprowadzenie jonów wapnia w strukturę świeżej tkanki wpływa na wzrost jędrności i sztywności tkanki roślinnej. Jony wapnia wchodzi w połączenia z materiałem pektynowym blaszki środkowej, będącej czynnikiem spajającym komórki [1, 7, 8, 18]. Dodatek soli wapnia do tkanki roślinnej wpływa na stabilizację struktur ścian komórkowych [3]. Otrzymane w niniejszych badaniach wyniki są zaskakujące, gdyż spodziewano się, na podstawie analizy literatury, że wraz ze zwiększoną zawartością wapnia nastąpi wzmocnienie tekstury suszu, powstanie żelu z pek-

tyń przy udziale jonów wapnia również powodować będzie usztywnienie struktury [21]. Jednak w większości dane dotyczące wpływu wapnia na teksturę dotyczą surowej tkanki roślinnej. Być może nieobecność wody w suszach spowodowała, że instrumentalny pomiar właściwości mechanicznych nie wykazał różnic tekstury. Z drugiej strony, brak istotnych zmian właściwości suszonych jabłek, mimo wprowadzenia dodatkowej substancji, może świadczyć o możliwości stosowania nasycania jako metody wzbogacania żywności.



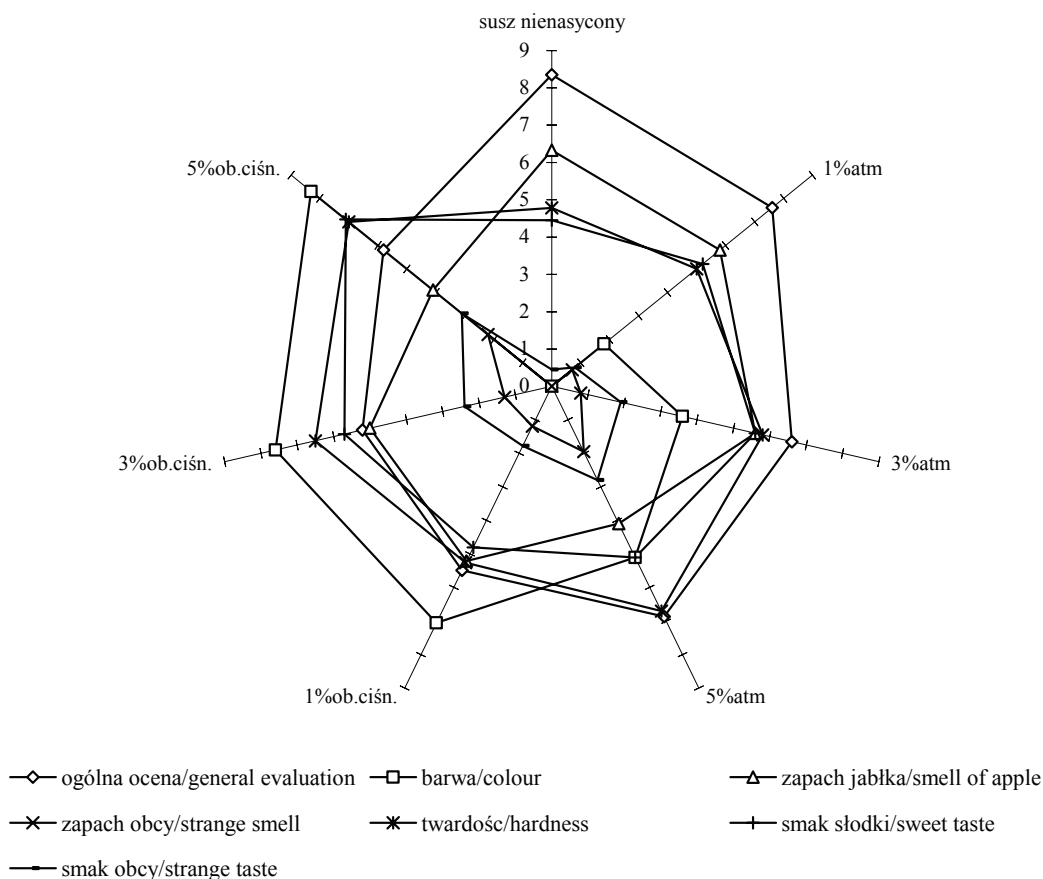
Objaśnienia, jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 3. Praca ściskania rehydrowanego suszu jabłkowego.

Fig. 3. Squeezing work of rehydrated dried apples.

Częściowym potwierdzeniem przypuszczenia o udziale wody we wzmacnianiu tekstury przez jony wapnia są wyniki pracy ściskania materiału po jego rehydracji. Praca potrzebna do ściśnięcia plastrów jabłka po uwodnieniu była zróżnicowana (rys. 3). Jej wartość oscylowała w granicach 0,34 - 0,70 mJ, przyjmując istotnie większe wartości w przypadku jabłek nasycanych pod obniżonym ciśnieniem. Może to wynikać z większej zawartości wapnia w jabłkach nasycanych w tych warunkach. Wydaje się natomiast, że nie zależy od przebiegu rehydracji. Względny przyrost masy podczas uwadniania próbek różnił się nieznacznie. W suszu nienasyconym względny przyrost masy wyniósł 2,4, natomiast po nasycaniu pod ciśnieniem atmosferycznym wyniósł

2,16; 2,13 i 2,07 odpowiednio w próbach uwadnianego suszu nasycanego w 1, 3 i 5 % roztworze mleczanu wapnia. W próbkach nasycanych pod obniżonym ciśnieniem względny przyrost masy wyniósł 2,28; 2,35 i 2,44 odpowiednio w próbkach nasycanych w 1, 3 i 5 % roztworze nasycającym. Pomędzy wartościami względnego przyrostu masy nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic.



Objaśnienia, jak pod rys. 1. / Explanatory notes as in Fig. 1.

Rys. 4. Ocena sensoryczna suszonych jabłek.

Fig. 4. Sensory assessment of dried apples

Ocena sensoryczna suszu nie potwierdziła pomiarów instrumentalnych tekstury, które nie wychwyciły istotnych zmian następujących w mierzonych parametrach pod wpływem obecności wapnia w tkance suszonego jabłka. Oceniający stwierdzili natomiast, że susze zawierające wapń były zdecydowanie twardsze (rys. 4). Susz nienasy-



cony otrzymał ocenę twardości wynoszącą 4,8 pkt. Natomiast próbki nasycane pod ciśnieniem atmosferycznym 5; 5,8 i 6,7 pkt, a nasycane pod obniżonym ciśnieniem 5,3; 6,5 i 7pkt, gdy stosowano roztwory odpowiednio 1, 3 i 5 %.

Interesujące są wyniki oceny barwy. Oceniający najniżej ocenili próbki nienasycone, których barwa po suszeniu pociemniała, mimo wstępnego moczenia w roztworze kwasu cytrynowego. Natomiast wraz ze wzrostem zawartości wapnia oceny barwy były wyższe, w przypadku obu stosowanych metod. Próbki jabłka nasycane pod obniżonym ciśnieniem uzyskały najwyższe oceny.

W ocenie ogólnej najwyższe noty osiągnęły susze jabłek nienasyconych oraz nasycanych pod ciśnieniem atmosferycznym. Obecność jonów wapnia w tkance spowodowała uzyskanie niższych ocen za zapach i smak, i mimo wyższych ocen za barwę i twardość, susze nasycane pod obniżonym ciśnieniem otrzymały niższe oceny ogólne. Wynosiły one 7,6; 6,6 i 6,8 pkt – susz nasycany pod ciśnieniem atmosferycznym – i 5,5; 5,2 i 5,8 pkt – próbki przetrzymywane pod obniżonym ciśnieniem w roztworze, odpowiednio 1, 3 i 5 %. Susz, którego nie poddano obróbce wstępnej osiągnął oceną ogólną równą 8,4 pkt. Podobne wyniki uzyskano podczas oceny sensorycznej odwadnianej osmotycznie marchwi z dodatkiem jonów wapnia – niżej oceniono smak marchwi nasycanej jonami wapnia w porównaniu z marchwią odwadnianą osmotycznie bez nasączania wapniem [10].

## Wnioski

1. Nasycanie pod obniżonym ciśnieniem wpłynęło w znacznym stopniu na wzrost zawartości jonów wapnia w suszu jabłka. Metoda ta jest efektywniejsza niż nasycanie pod ciśnieniem atmosferycznym. Może być wykorzystywana do modyfikowania właściwości funkcjonalnych produktów spożywczych.
2. Zawartość jonów wapnia w suszach zależała również od stężenia roztworu zastosowanego do nasycania. Im było ono większe, tym więcej wapnia wnikało do tkanki, niezależnie od metody nasycania.
3. Analiza właściwości teksturalnych suszy, badanych podczas testu łamania, nie wykazała znaczącego wpływu jonów wapnia na zmiany tych właściwości. Praca ściskania rehydrowanych plastrów była istotnie większa w przypadku materiału nasycanego pod obniżonym ciśnieniem, aniżeli pozostałych próbek. Nie stwierdzono natomiast różnic tego parametru w próbkach nienasyconych i nasycanych pod ciśnieniem atmosferycznym.
4. Obecność jonów wapnia w tkance spowodowała uzyskanie niższych ocen za zapach i smak i mimo wyższych ocen za barwę i twardość, susze nasycane pod obniżonym ciśnieniem uzyskały niższe oceny ogólne. Ocena sensoryczna nie potwierdziła pomiarów instrumentalnych tekstury, które nie wychwyciły istotnych zmian następujących w mierzonych parametrach.

*Praca była prezentowana podczas XIII Sesji Sekcji Młodej Kadry Naukowej PTTŻ, Łódź, 28 - 29 maja 2008 r.*

### Literatura

- [1] Ahmed E.M., Mirza S., Arreola A.G.: Ultrastructural and textural changes in processed carrot tissue. *J. Food Quality* 1991, **14**, 321-330.
- [2] Cygan P., Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F.: Żywność funkcjonalna Przyszłość, perspektywy, trendy. *Przem. Spoż.* 2003, **3**, 12-15 i 46.
- [3] Demarty M., Morvan C., Thellier M.: Calcium and the cell wall. *Plant, Cell Envir.*, 1984, **7**, 441-448.
- [4] Flis K., Konaszewska W.: *Zasady żywienia*. WSiP, Warszawa 1976.
- [5] Gaman P. M., Sherrington K.B.: *The science of food in introduction to food science nutrition and microbiology*. Pergamon Press, Oxford 1978.
- [6] Gawęcki J., Hryniewiecki L.: *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. PWN, Warszawa 1998.
- [7] Glen G., Poovaiah B.W.: Calcium-mediated post-harvest changes in texture and wall composition in Golden Delicious apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1990, **115** (6), 962-968.
- [8] Izumi H., Watada A.E.: Calcium treatments affect storage quality of shredded carrots. *J. Food Sci.*, 1994, **59** (1), 106-109.
- [9] Izumi H., Watada A.E.: Calcium treatment to maintain quality of zucchini squash slices. *J. Food. Sci.* 1995, **60**, 789-793.
- [10] Kowalska H., Wyrozębska M.: Wpływ jonów wapnia na właściwości sensoryczne marchwi odwadnianej osmotycznie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **1(46) Supl.**, 44 – 51.
- [11] Kowalska H.: Nasycanie marchwi chlorkiem wapnia w czasie odwadniania osmotycznego. *Inż. Roln.* 2006, **3**, 135-142.
- [12] Kowalska H.: Wpływ witaminy C na przebieg odwadniania osmotycznego jabłek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4** (45), Supl., 109-119.
- [13] Kowalska H., Lenart A.: Znaczenie wymiany masy w tworzeniu żywności nowej generacji. *Post. Techn. Przetwórstwa. Spoż.*, 2003, **2**, 12-17.
- [14] Krygier K.: Żywność funkcjonalna – żywność XXI wieku. *Przem. Spoż.*, 2002, **4**, 2 - 4 i 26.
- [15] Kuntz L.A.: *Flavoring Confections. Food Product Design. Applications*, 1995.
- [16] Lewicki P.P., Sitkiewicz, I.: Wpływ obróbki wstępnej przed suszeniem konwekcyjnym na właściwości reologiczne suszonej cebuli. *Zesz. Prob. Post. Nauk Roln.*, 1998, **454**, 447-454.
- [17] Lentas K.: Wpływ wstępnego nasycania wapniem tkanki roślinnej na teksturę, właściwości rekonstrukcyjne oraz oceną sensoryczną suszu. *Praca magisterska*, SGGW, Warszawa 2007.
- [18] Moledina K.H., Haydar M., Ooraikul B., Hadziyev D.: Pectin changes in the pre-cooking step of Rehydrated mashed potato production. *J. Sci. Food Agric.*, 1982, **32**, 1091-1102.
- [19] Nissreen A., Crowley H.: The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potatoes. *J. Food Eng.*, 2005, **74**, 335-344.
- [20] Praca zbiorowa: *Żywność wygodna i funkcjonalna – pod red. F. Świdorskiego*. WNT, Warszawa 2003.
- [21] Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.: *Ogólna technologia żywności*. WNT, Warszawa 2004.
- [22] Sherman P.: *Industrial Rheology*. Acad. Press, London 1970, pp. 14-20.
- [23] Śmigielska H., Lewandowicz G., Gawęcki J.: Biopierwiastki w żywności. *Przem. Spoż.*, 2005, **7**, 28-32.

## EFFECT OF INITIAL INFUSION WITH CALCIUM IONS ON SOME SELECTED PROPERTIES OF DRIED APPLES

### Summary

During technological processes, the quantity of nutrients in raw materials decreases, thus, technologists are forced to develop a method to adjust those losses. Enriching food with nutrients refers both to the substances naturally occurring in it and to the components naturally absent in it. Infusion is one of the methods of enriching food with nutrients. The objective of the study was to research into the possibility of modifying textural properties of dried apple fruits using initial tissue infusion with calcium ions. The infusion process was carried out at an atmospheric and a decreased pressure, using a 1, 3, and 5 % solution of calcium lactate. Then, the material was convectively dried to get a constant mass at a temperature of 70°C. Textural properties were determined based on a braking test of dried apples and a squeezing test of rehydrated material. The dried apples were sensory analyzed; the analysis comprised the assessment of colour, smell, taste, hardness, and general sensory impressions received whilst assessing all the above indicated parameters of the samples. The braking test proved that the infusion and the increased content of calcium in the samples did not significantly impact the mechanical properties of the dried material. Based on the squeezing test, it was found that the material infused at a decreased pressure with a higher content of calcium showed a higher value of squeezing work. The presence of calcium ions in the tissue caused the smell and taste to be lower rated, and, although the colour and hardness were higher rated, the general rating of the dried materials infused at a reduced pressure was lower. The sensory evaluation did not confirm the texture measurements taken using measuring instruments, which did not detect significant changes occurring in the parameters measured.

**Key words:** infusion, drying, apple, braking test, squeezing test, calcium ☒