

ANETA OGONEK, ANDRZEJ LENART

## ZNACZENIE POWŁOK JADALNYCH W ODWADNIANIU OSMOTYCZYM MROŻONYCH TRUSKAWEK

### Streszczenie

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu wybranych powłok jadalnych na proces odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek oraz określenie barierowości tych powłok w stosunku do soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców.

Dziewięć rodzajów powłok jadalnych sporządzono z roztworów pektyny niskometylowanej, algianu sodu oraz mieszanin tych substancji ze skrobią ziemniaczaną. Proces odwadniania prowadzono w 61,5% roztworze sacharozy o temperaturze 30°C przez 180 min. W celu określenia barierowości poszczególnych powłok wyznaczono procentowy ubytek masy po 180 min rozmrażania w temperaturze 25°C powleczonych prób.

Stwierdzono, że zastosowane powłoki istotnie wpływały na wielkość wycieku soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców, jak również na przyrost masy suchej substancji w czasie odwadniania osmotycznego. Wraz ze wzrostem stężenia roztworu błonotwórczego (stężenia w przedziale 0,75–4%) wzrastała grubość powłok, czego konsekwencją było zmniejszenie wycieku po rozmrożeniu w porównaniu z próbami niepokrytymi powłokami. Spośród przebadanych wariantów najkorzystniejsze właściwości wykazały powłoki sporządzone z roztworów zawierających w swym składzie alginian sodu.

**Słowa kluczowe:** truskawki, odwadnianie osmotyczne, barierowość powłok jadalnych.

### Wstęp

Wciąż poszukuje się nowych, lepszych technologii oraz metod produkcji i utrwalania żywności. Usuwanie wody jest jednym z ważniejszych zagadnień w technologii żywności. Odwadnianie osmotyczne jest obecnie stosowane do uzyskania produktów o wysokiej jakości z owoców i warzyw, gdyż umożliwia usunięcie znacznej ilości wody bez przemiany fazowej w łagodnych warunkach. Otrzymane w wyniku tego procesu owoce, ewentualnie dodatkowo podsuszone, odznaczają się atrakcyjnymi cechami

sensorycznymi i mogą być przeznaczone do bezpośredniego spożycia lub stanowić dodatek smakowy do różnych produktów spożywczych np. ciast, nadzień cukierniczych, produktów mleczarskich, lodów itp. [7]. Proces odwadniania osmotycznego wiąże się jednak z pewnymi niedogodnościami, szczególnie w przypadku surowców o uszkodzonej strukturze tkankowej, np. mrożonych lub blanszowanych [6, 11, 12]. Wnikanie substancji osmoaktywnej z odwadniającego medium oraz wylugowanie wielu składników prowadzi do zmiany składu chemicznego materiału, co może niekorzystnie wpływać na cechy sensoryczne i walory żywieniowe produktu końcowego. Obecnie konsumenci poszukują wyrobów o jak najmniej zmodyfikowanych cechach w stosunku do surowca oraz zwracają uwagę na wartość odżywczą nabywanych produktów. Z tych powodów poszukuje się nowych technologii odwadniania, ograniczających wnikanie substancji osmotycznej do surowca oraz straty naturalnych składników. W celu lepszej kontroli procesu wymiany masy autorzy proponują powłoki alginianowe, pektynowe, chitozanowe, skrobiowe oraz z białek mlecznych [1, 2, 4, 5, 8]. Takie membrany nie powinny stanowić bariery w stosunku do wody, a jednocześnie ograniczać wnikanie substancji osmoaktywnej oraz ubytki naturalnych substancji rozpuszczalnych [2, 8].

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu wybranych powłok jadalnych na proces odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek oraz określenie ich barierowości w stosunku do soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców.

### **Materiał i metody badań**

Surowcem do badań były mrożone truskawki zakupione w hurtowni owocowo-warzywnej, przechowywane w zamrażarce komorowej w temp.  $-20^{\circ}\text{C}$ . Do odwadniania przeznaczono owoce o wyrównanych rozmiarach (średnica 20 - 25 mm). Zbadano wpływ dziewięciu powłok sporządzonych z roztworów zawierających:

- 2, 3 lub 4% pektyny niskometylowanej (LM-102AS Copenhage Pectin As Hercules o stopniu zestryfikowania 32%) - powłoki nr 1, 2 i 3;
- 2, 3 lub 4% pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej handlowej, zmieszanych w stosunku 1:1 – powłoki nr 4, 5 i 6;
- 0,75% alginianu sodu (zakupiony w hurtowni dodatków do żywności) – powłoka nr 7;
- mieszaniny alginianu sodu (0,75%) i skrobi ziemniaczanej (0,75% lub 2%) – powłoki nr 8 i 9.

Mrożone truskawki zanurzano na 30 s w roztworze substancji do powlekania o temp.  $25^{\circ}\text{C}$ . Następnie próbki poddawano krótkiemu ociekaniu na sicie. W przypadku pokrywania owoców roztworami zawierającymi pektynę niskometylowaną lub algi-

nian sodu, próbki zanurzano dodatkowo w 2% roztworze  $\text{CaCl}_2$  w celu utworzenia struktury żelowej. Powierzchnię owoców osuszano delikatnie na bibule filtracyjnej.

Odwadnianie prowadzono w 61,5% roztworze sacharozy w temp.  $30^\circ\text{C}$ . Stosunek surowca do roztworu wynosił 1: 4. Proces odwadniania osmotycznego przebiegał w czasie 180 min w sposób dynamiczny, tzn. przy zastosowaniu delikatnego mieszania (częstotliwość 75 Hz) uzyskanego za pomocą wytrząsarki, typ 357 (ELPAN), zainstalowanej w łaźni wodnej. Po tym czasie próbki wyjmowano i płukano delikatnie w celu usunięcia warstewki roztworu osmotycznego z ich powierzchni, a następnie osuszano na bibule.

W próbkach wyjściowych i po każdym etapie technologicznym oznaczano masę oraz zawartość suchej substancji.

W próbkach niepowleczonych i pokrytych analizowanymi powłokami określano procentowy ubytek masy (wyciek soku komórkowego) po 180 min rozmrażania w temperaturze  $25^\circ\text{C}$ . Na podstawie wielkości tego wskaźnika określano stopień barierowości poszczególnych powłok.

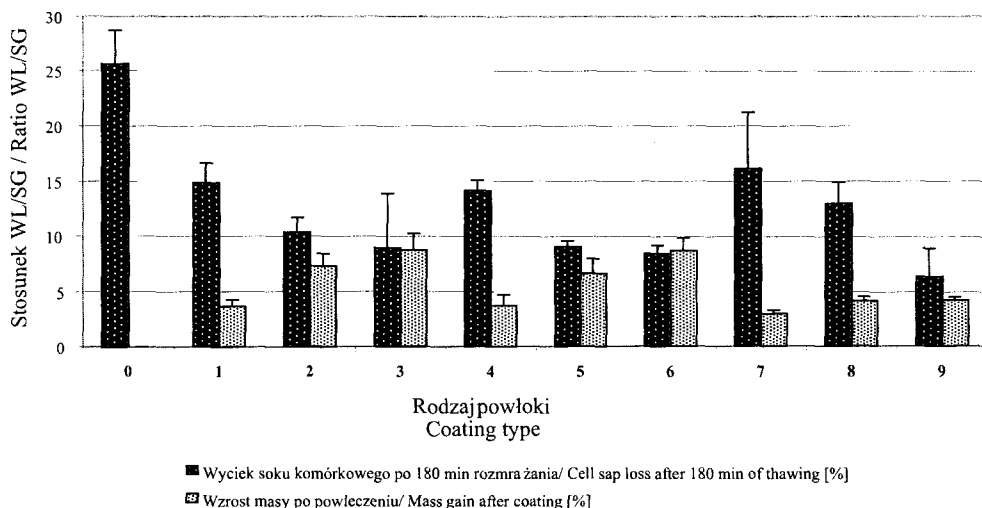
W celu przeprowadzenia analizy wymiany masy zachodzącej w truskawkach w czasie odwadniania osmotycznego określano parametry: ubytek masy ML (%), ubytek wody WL ( $\text{g H}_2\text{O/g s.s}_p$ ), wzrost masy suchej substancji SG ( $\text{g s.s}_k/\text{g s.s}_p$ ) oraz stosunek WL/SG (gdzie:  $\text{s.s}_p$  – sucha substancja początkowa;  $\text{s.s}_k$  - sucha substancja końcowa).

Eksperymenty wykonywano w trzech powtórzeniach. Do opisu procesów technologicznych i porównań analizowanych parametrów wykorzystano program StatgraphiCS Plus 3.0. Weryfikowano hipotezę o równości średnich wartości analizowanej cechy w kilku populacjach przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  [3]. W analizie statystycznej wykorzystano opcję Multiple Samples Comparision.

## Wyniki i dyskusja

W truskawkach mrożonych pokrytych analizowanymi powłokami oraz w niepowleczonych określono procentowy ubytek masy po 180 min rozmrażania prób w temperaturze  $25^\circ\text{C}$  (rys. 1). Największy, około 26% wyciek soku komórkowego zanotowano w owocach bez powłok (próba nr 0). Na podstawie uzyskanych danych możliwe było określenie, które z zastosowanych powłok stanowiły istotną barierę w stosunku do soku komórkowego. Największe opory wymiany masy zaobserwowano w przypadku prób pokrytych powłoką nr 9, sporządzoną z roztworu mieszaniny alginianu sodu i skrobi ziemniaczanej. W tym przypadku wyciek soku komórkowego był mniejszy o 75% niż w truskawkach niepowleczonych. Natomiast najmniejsze różnice w ubytku soku komórkowego w stosunku do truskawek niepowleczonych uzyskano w owocach pokrytych 0,75% roztworem alginianu sodu (powłoka nr 7). Stwierdzono, że wyciek

soku komórkowego w czasie rozmrażania prób jest w większości przypadków odwrotnie proporcjonalny do grubości powłok. Im większy wzrost masy próby po powleczeniu tj. im grubsza powłoka, tym mniejszy wyciek.



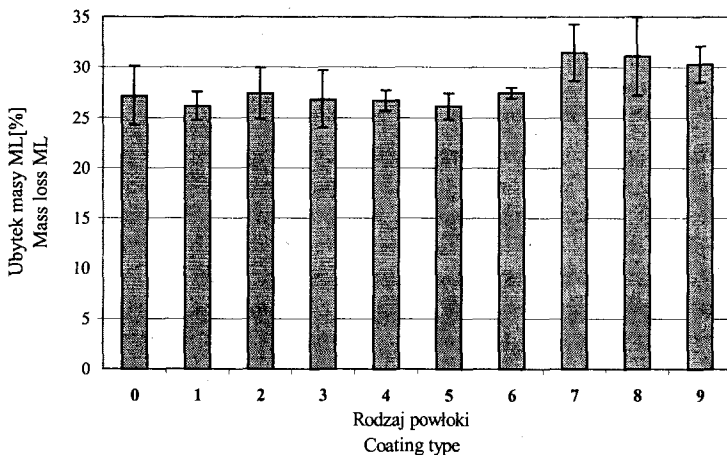
Rys. 1. Przyrost masy próbek po powleczeniu i wyciek soku komórkowego po 180 min rozmrażania truskawek. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 1. Mass gain after coating and leakage of cell sap from frozen strawberries after 180 min of strawberries thawing. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Najmniejszy wzrost masy owoców w wyniku powlekania oraz największy wyciek soku komórkowego podczas rozmrażania zaobserwowano w próbach nr 1, 4 i 7, które zostały pokryte powłokami z roztworów błonotwórczych pektyny niskometylowanej, mieszaniny pektyny i skrobi ziemniaczanej lub alginianu sodu o stężeniach 2 lub 0,75%. Zwiększenie zawartości pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny i skrobi w roztworach powlekających z 3 do 4% (powłoki nr 2 i 3 oraz 5 i 6) nie wpłynęło istotnie na obniżenie ubytków soku komórkowego w czasie rozmrażania (rys. 1). Podobnie zastąpienie części pektyny skrobią ziemniaczaną (powłoki nr 5 i 6) nie wpłynęło istotnie na wzrost masy prób po powleczeniu, jak również wielkość wycieku soku komórkowego. Stwierdzono ponadto, że wzrost masy w wyniku pokrycia owoców powłokami zawierającymi alginian sodu jest znacznie mniejszy niż w przypadku zastosowania roztworów pektyny lub mieszaniny pektyny i skrobi. Na przykład

w próbach pokrytych powłoką nr 9 stwierdzono o prawie połowę mniejszy wzrost masy niż w przypadku owoców pokrytych powłokami nr 2 i 5, charakteryzującymi się zbliżoną zawartością suchej substancji w roztworze błonotwórczym (rys. 1).

Wpływ rodzaju powłoki na ubytek wody w czasie odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek przedstawiono na rys. 2. W próbach nr 1–6 nie stwierdzono istotnych różnic w ubytkach masy. Wyniosły one 26–27%, co odpowiada również wartości tego ubytku w truskawkach niepowleczonej. Jedynie w grupie owoców pokrytych powłokami z udziałem alginianu sodu (powłoki nr 7–9) uzyskano istotnie większe ubytki masy, które jednak nie różniły się znacząco między sobą. Wartości ubytków masy można odnieść do właściwości barierowych poszczególnych powłok. Największą zmianę masy, o 31%, stwierdzono w owocach pokrytych powłoką nr 7, sporządzoną z 0,75% roztworu alginianu sodu, w przypadku której wyciek soku po rozmrożeniu był największy (rys. 1).

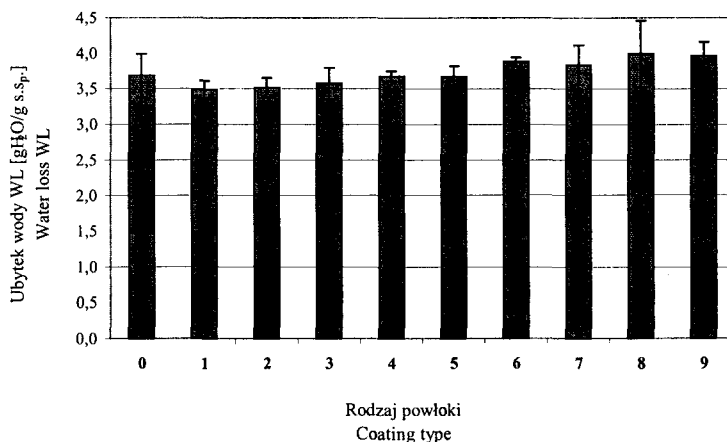


Rys. 2. Wpływ rodzaju powłoki na ubytek masy (ML) z odwadnianych osmotycznie truskawek. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 2. Influence of the coating type on mass loss (ML) from osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methyled pectin or mixture of low-methyled pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Nie zaobserwowano istotnego wpływu pokrycia owoców zastosowanymi powłokami na ubytki wody (rys. 3). W truskawkach bez powłok ubytek wody wyniósł około 3,7 g H<sub>2</sub>O/g s.s.p., natomiast najwyższe wartości zanotowano w próbach pokrytych po-

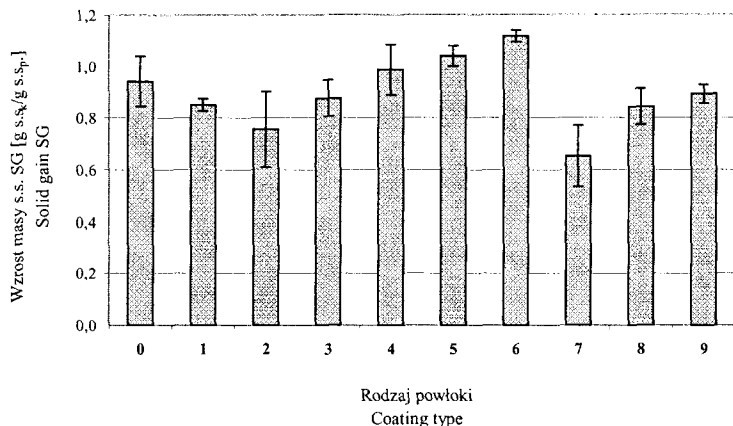
włokami mieszanin 0,75% alginianu sodu z 0,75% lub 2% skrobi (powłoki nr 8 i 9). W obydwu próbach usunięto około 4 g wody na 1 g początkowej suchej substancji.



Rys. 3. Wpływ rodzaju powłoki na ubytek wody (WL) z odwadnianych osmotycznie truskawek. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 3. Influence of the coating type on water loss (WL) from osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Wpływ zastosowania powłok jadalnych do odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek na wzrost masy suchej substancji przedstawiono na rys. 4. Pokrycie truskawek powłokami zawierającymi w swym składzie alginian sodu (powłoki nr 7–9) lub pektynę niskometylowaną (powłoki nr 1–3) istotnie zmniejszyło wzrosty masy suchej substancji w odwodnionym materiale w stosunku do truskawek niepowleczonych. W owocach niepowleczonych (próba nr 0) wzrost masy suchej substancji wyniósł 0,94 g s.s.<sub>k</sub>/g s.s.<sub>p</sub>, a w truskawkach powleczonych powłokami 7., 8. i 9. był odpowiednio mniejszy o 30, 10 i 5%. W przypadku zastosowania powłok pektynowych nr 1–3 różnice wyniosły 10, 20 i 8%. Natomiast w próbach pokrytych powłokami nr 4–6, sporządzonymi z roztworów zawierających pektynę niskometylowaną i skrobię ziemniaczaną, zanotowano wyższe wartości analizowanego wskaźnika (rys. 4).



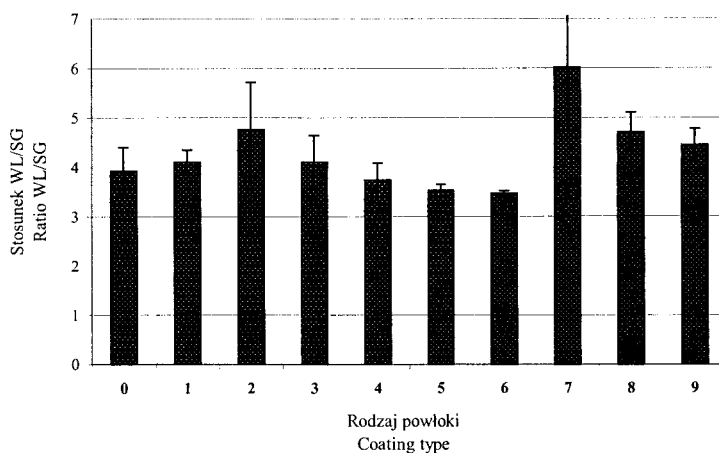
Rys. 4. Wpływ rodzaju powłoki na wzrost masy suchej substancji (SG) w odwadnianych osmotycznie truskawkach. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 4. Influence of the coating type on solid gain (SG) in osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

W grupie prób pokrytych roztworami zawierającymi alginian sodu uzyskano wyższe wartości stosunku ubytku wody do wzrostu masy suchej substancji niż w próbach niepowleczonej (rys. 5). W tych ostatnich wartość WL/SG wyniosła 4, podczas gdy w truskawkach pokrytych powłokami 7., 8. i 9. odpowiednio 6, 4, 7 oraz 4, 5. Również w przypadku powłoki pektynowej nr 2 wartość analizowanego wskaźnika była istotnie wyższa niż w truskawkach odwadnianych bez powłok. Najniższe wartości zanotowano w owocach pokrytych powłokami nr 4-6, sporządzonymi z roztworów mieszanin pektyny i skrobi. Na tej podstawie stwierdzono, że zastąpienie części pektyny lub alginianu skrobią nie daje pozytywnego efektu.

W literaturze znajduje się niewiele informacji na temat odwadniania osmotycznego truskawek. W dostępnych pracach prezentowane są głównie rezultaty badań odwadniania świeżego surowca. Talens i wsp. [10] stwierdzili, że proces wymiany masy w czasie odwadniania osmotycznego świeżych truskawek przebiega znacznie wolniej niż w innych owocach np. jabłkach, kiwi, ananasie czy papai. Takie wyniki tłumaczono gęsto upakowaną strukturą komórkową owoców oraz małymi przestrzeniami międzykomórkowymi, w związku z czym proces usuwania wody ograniczał się praktycznie do międzybłonowej dyfuzji. W mrożonych truskawkach nie zaobserwowano po-

dobnego efektu [9]. Obróbka wstępna surowców roślinnych, jak mrożenie czy blanszowanie, przed odwadnianiem osmotycznym wpływa istotnie na charakter procesu oraz jego końcowe efekty, głównie w wyniku zmian struktury materiału. Viberg [12] wykazał, że im bardziej uszkodzona jest struktura komórkowa truskawek podczas poprzedzających procesów, tym wnikanie substancji osmoaktywnej przebiega intensywniej.



Rys. 5. Wpływ rodzaju powłoki na stosunek ubytku wody (WL) do wzrostu masy suchej substancji (SG) w odwadnianych osmotycznie truskawkach. Nr 1, 2, 3 oraz nr 4, 5, 6: powłoki sporządzone z 2, 3 lub 4% roztworów pektyny niskometylowanej lub mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi ziemniaczanej; nr 7: powłoka z 0,75% roztworu alginianu sodu; nr 8, 9: powłoki z roztworów zawierających 0,75% alginianu sodu oraz 0,75% lub 2% skrobi ziemniaczanej.

Fig. 5. Influence of the coating type on the ratio of water loss (WL) to solid gain (SG) in osmotically dehydrated strawberries. No. 1, 2, 3 and no. 4, 5, 6: coatings made of 2, 3 or 4% solutions of low-methylated pectin or mixture of low-methylated pectin with potato starch; no. 7: a coating made of 0.75% sodium alginate solution; no. 8, 9: coatings made of solutions containing 0.75% of sodium alginate and 0.75% or 2% of potato starch.

Mrożenie powoduje głębokie zmiany właściwości błon komórkowych, które tracą selektywność, co w konsekwencji wpływa na warunki wymiany masy. W początkowym okresie odwadniania następuje rozmrażanie owoców, czemu towarzyszy intensywny ubytek wody, jak również wnikanie substancji osmoaktywnej do powierzchniowych warstw komórek. Autorzy we wcześniejszych pracach [9] zaobserwowali, że w wyniku odwadniania osmotycznego owoców mrożonych uzyskuje się ponad 3-krotnie większy stopień odwodnienia oraz 4-krotnie większy wzrost masy suchej substancji niż w truskawkach świeżych odwadnianych w takich samych warunkach. Zwiększenie ubytku wody jest efektem pożądanym w przeciwieństwie do nasycenia materiału sacharozą. W związku z tym autorzy podjęli próby ograniczenia wnikania



substancji osmoaktywnej, stosując powłoki jadalne. Do sporządzenia półprzepuszczalnych membran wybrano hydrokoloidy żelujące w obecności jonów wapnia, co pozwoliło na szybkie powleczenie materiału. Autorom zależało na maksymalnym ograniczeniu rozmrożenia owoców w trakcie operacji poprzedzających odwadnianie, a co za tym idzie wycieku soku komórkowego.

Powłoki z udziałem niskometylowanej pektyny i alginianu sodu były testowane przez innych w procesie odwadniania takich surowców jak jabłka, oliwki czy krewetki [1, 2, 8]. Zastosowanie powłok pozwoliło ograniczyć wnikanie substancji osmotycznej do tkanki przy niezmiennym lub wyższym stopniu odwodnienia. W niniejszych badaniach pozytywne efekty osiągnięto w przypadku powleczenia próbek powłokami z udziałem alginianu sodu. Zaobserwowano również wpływ stężenia roztworu powlekającego na końcowe efekty odwadniania. Im wyższe stężenie roztworów powlekających, czyli grubsza powłoka, tym gorsze warunki wymiany masy. Również Ishikawa i Nara [5] stwierdzili wpływ grubości powłoki na wymianę masy. Parametr ten regulowali poprzez kilkakrotne (1-10 razy) zanurzanie kostek jabłka kolejno w roztworach 1% chitozanu, 1% kwasu octowego i buforze. Proces odwadniania przebiegał optymalnie w próbkach powleczonych 7-krotnie, gdzie wzrost masy suchej substancji był najmniejszy i wyniósł 1 g s.s./g s.s.p. Natomiast w próbach powleczonych mniejszą lub większą liczbą warstw wskaźniki te były wyższe.

## Wnioski

1. Zastosowane powłoki istotnie wpływały na wielkość wycieku soku komórkowego w czasie rozmrażania owoców, jak również na wzrost masy suchej substancji w czasie odwadniania osmotycznego z zamrożonych truskawek. Nie wpłynęły natomiast znacząco na proces usuwania wody z odwadnianego materiału.
2. Wraz ze wzrostem stężenia roztworu błonotwórczego wzrastała grubość powłok, czego konsekwencją było zmniejszenie wycieku soku komórkowego w czasie rozmrażania w porównaniu z próbami niepokrytymi powłokami.
3. Spośród przebadanych powłok, zawierających alginian sodu, niskometylowaną pektynę lub mieszaniny tych substancji ze skrobią, najkorzystniejsze właściwości ze względu na ubytki wody i przyrost masy suchej substancji wykazały membrany zawierające alginian sodu.
4. Otrzymane wyniki wskazują na celowość pokrywania owoców powłokami z roztworów błonotwórczych o wyższym stężeniu w przypadku dążenia do ograniczenia wycieku soku komórkowego. Natomiast biorąc pod uwagę efektywność procesu odwadniania osmotycznego, lepsze wyniki osiągnięto stosując powłoki sporządzone na bazie roztworów błonotwórczych o niższym stężeniu.

## Literatura

- [1] Camirand W., Krochta J. M., Pavlath A. E., Wong D., Cole M. E.: Properties of some edible carbohydrate polymer coatings for potential use in osmotic dehydration. *Carbohydr. Polym.*, 1992, **17**, 39-49.
- [2] Camirand W., Forrey R., Popper K., Boyle F. P., Stanley, W.L.: Dehydration of membrane-coated foods by osmosis. *J. Sci. Food Agric.*, 1968, **19(8)**, 472-474.
- [3] Górczyński J.: Podstawy statystyki z przykładami w arkuszach kalkulacyjnych. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa 1993.
- [4] Guilbert S., Gontard, N. Raoult-Wack A.L.: Superficial edible films and osmotic dehydration: application hurdle technology without affecting the food integrity. In: Barbosa-Canovas, G.V., Welti-Chanes, J.: *Food Preservation by Moisture Control - Fundamentals and Applications*, (eds.) Technomic Publishing Co. Inc., Lancaster, 1995, pp. 305-323.
- [5] Ishikawa, M., Nara, H.: Osmotic dehydration of food by semipermeable membrane coating. W: *Advances in Food Engineering*. Eds. R. Paul Singh, M.A. Wirakatrakusuman, CRC Press London 1993, pp. 73-77.
- [6] Lazarides H.N., Katsanidis E., Nickolaids A.: Mass transfer during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *J. Food Eng.*, 1995, **25(2)**, 151-166.
- [7] Lenart A., Lewicki P. P.: Owoce i warzywa utrwalane sposobem osmotyczno-owiewowym. *Przem. Spoż.*, 1996, **50(8)**, 70-72.
- [8] Lenart, A., Dąbrowska, R.: Kinetics of osmotic dehydration of apples with pectin coatings. *Drying Technol.*, 1999, **17 (7, 8)**, 1359-1373.
- [9] Ogonek A., Lenart A.: Odwadnianie osmotyczne truskawek. W: *Technologia żywności a oczekiwania konsumentów – pod red. T. Habera i H. Porzucek . Materiały 32. Sesji Naukowej KTCHŻ PAN, Warszawa, 6-7.09. 2001, Wyd. SGGW, plik na CD 238, s.1-6.*
- [10] Talens P., Hartong S., Martinez-Navarrete N., Chiralt A., Fito P.: Kinetics and equilibrium status in osmotic dehydration of strawberries. *Proceedings of the 12<sup>th</sup> International Drying Symposium - IDS 2000*, (eds.) Kerkhof P.J.A.M., Coumans W.J., Mooiweer G.D., Elsevier Science, Amsterdam, 28-31 August 2000, paper No. 101, pp. 1-10.
- [11] Vernkatachlapathy K., Raghavan G. S. V.: Combined osmotic and microwave drying of strawberries. *Drying Technol.*, 1999, **17 (4, 5)**, 837-853.
- [12] Viberg U.: Studies of the effects of industrial processing on fruit. Doctoral Dissertation, Department of Food Engineering - Lund Institute of Technology, University of Lund , Lund 1998, pp. 1-45.

### THE SIGNIFICANCE OF EDIBLE COATINGS IN THE OSMOTIC DEHYDRATION OF FROZEN STRAWBERRIES

#### S u m m a r y

The objective of this work was to determine the influence of covering frozen strawberries with semi-permeable edible coatings on the cell sap leakage from the tissue during thawing and on mass transfer during osmotic dehydration with special regard to water loss and solid gain.

Nine different coatings were made of low-methyleated pectin and sodium alginate used separately or in combination with potato starch. The osmotic process was held up in 61.5% saccharose solution for 180

min at 30°C under continuous agitation. In order to determine barrier properties of the coatings the cell sap loss from fruits after 180 min of thawing in ambient conditions was calculated.

It was found that applying of semi-permeable coatings on the surface of frozen strawberries influenced significantly cell sap loss during thawing. It had also an impact on the solids incorporated into the tissue during the osmotic process. In the consequence of increasing the concentration of coating solutions (concentrations ranging from 0.75% up to 4%) the thickness of coatings was increasing. Taking into consideration the ratio of water loss to solid gain the best results were achieved for strawberries covered with coatings containing sodium alginate.

**Key words:** strawberries, osmotic dehydration, barrier properties of edible coatings. ☒