

ANETA OGONEK, ANDRZEJ LENART

## WPLYW SELEKTYWNYCH POWŁOK JADALNYCH NA ODWADNIANIE OSMOTYCZNE TRUSKAWEK

### Streszczenie

W ostatnich latach obserwuje się zwiększone zainteresowanie usuwaniem wody z surowców spożywczych poprzez zanurzanie ich w stężonych roztworach substancji osmotycznych. Oczekuje się uzyskania wysokich ubytków wody z odwadnianego materiału, przy ograniczonym przyroście masy suchej substancji. Wnikanie rozpuszczalnych substancji ze stężonego roztworu osmoaktywnego do odwadnianej tkanki jest nieuniknione podczas procesu osmotycznego odwadniania, pojawia się więc potrzeba opracowania takiej metody odwadniania, która pozwoli kontrolować wnikanie substancji rozpuszczalnych z roztworu do przetwarzanego produktu. W tym celu prowadzone są obecnie badania nad wpływem selektywnych powłok nałożonych na powierzchnię surowców na proces wymiany masy w czasie odwadniania osmotycznego.

Celem niniejszej pracy było zbadanie procesu wymiany masy w czasie odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek pokrytych powłokami jadalnymi, o selektywnych właściwościach, w 61,5% roztworze sacharozy. Do sporządzenia 4% roztworów powlekających użyto pektynę niskometylowaną oraz skrobię ziemniaczaną.

Stwierdzono zależność ubytków wody i przyrostów masy suchej substancji od rodzaju powłoki. Generalnie, wartości tych wskaźników były niższe w truskawkach powleczonych niż w tych bez powłoki. Biorąc pod uwagę stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji, za najlepszą do zastosowania w procesie odwadniania osmotycznego mrożonych truskawek uznano powłokę ze skrobi.

### Wstęp

Truskawki są jednymi z najbardziej popularnych owoców wykorzystywanych w przetwórstwie spożywczym na całym świecie. Również w Polsce stanowią one ważny surowiec sezonowy. Zawierają łatwo przyswajalne cukry proste: fruktozę i glukozę, a także sole mineralne i witaminy oraz błonnik pokarmowy. Ze względu na doskonały smak: słodki, słodko-winny lub kwaskowaty oraz przyjemny aromat są powszechnie

spożywane w czasie zbiorów. Jednakże świeże owoce są dostępne tylko przez krótki czas w ciągu roku. Poza sezonem truskawki są oferowane w formie zamrożonej lub przetworzonej np. w postaci dżemów, przecierów, kompotów, soków słodzonych oraz win [3].

Odwadnianie osmotyczne jest metodą, która pozwala usunąć znaczną ilość wody z materiału o budowie tkankowej bez przemiany fazowej. Proponowane jest ono w warunkach przemysłowych głównie do przetwarzania owoców i warzyw. Może być zastosowane do produkcji żywności o wydłużonym okresie przechowywania oraz jako obróbka wstępna przed suszeniem, pasteryzacją i zamrażaniem [8]. Do realizacji tego procesu są niezbędne przegrody o właściwościach półprzepuszczalnych. Naturalne membrany nie zawsze wykazują dostateczną selektywność, szczególnie wtedy, gdy surowiec poddany odwadnianiu osmotycznemu był wcześniej zamrożony, blanszowany lub potraktowany substancjami chemicznymi [5, 12, 13].

Podczas odwadniania osmotycznego mają miejsce dwa procesy – usuwanie wody wraz z substancjami rozpuszczalnymi oraz wnikanie składników z otaczającego roztworu osmotycznego, które mogą wpływać na zmianę cech sensorycznych odwadnianej osmotycznie żywności. Obecnie dąży się do ograniczania zmian tego typu w odwadnianym surowcu, poprzez zastosowanie sztucznych powłok jadalnych o selektywnej przepuszczalności. Sztuczne powłoki półprzepuszczalne stosowane w procesach osmotycznych nie powinny stanowić bariery dla wody, ale ograniczać wnikanie substancji osmoaktywnej oraz ubytki substancji rozpuszczalnych. Poprzez zastosowanie tego typu barier próbuje się uzyskać obniżenie zawartości wody w owocach bez istotnej zmiany zawartości cukrów. W odwadnianiu osmotycznym powłoki są wytwarzane z naturalnych lub sztucznych substancji [1, 10].

Powłoki stosowane w procesach osmotyczno-membranowych powinny mieć następujące właściwości [1, 7]:

- dobrze utrzymywać się na wilgotnej powierzchni w procesie odwadniania,
- wykazywać wytrzymałość mechaniczną, odporność na uszkodzenia i przetarcia,
- tworzyć nieprzerwane filmy łatwą techniką formowania,
- mieć wysoki współczynnik dyfuzji wody, a jednocześnie niski współczynnik dyfuzji substancji rozpuszczalnych,
- być stabilnymi mikrobiologicznie,
- mieć odpowiednie właściwości sensoryczne i funkcjonalne.

Owoce uzyskane w wyniku odwadniania osmotycznego i ewentualnie dodatkowo podsuszone do średniej zawartości wody (IMF) mogą stanowić cenny produkt przeznaczony do bezpośredniego spożycia lub mogą być stosowane jako dodatek do ciast, nadzień cukierniczych, produktów mleczarskich oraz lodów [6, 8].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu wybranych, selektywnych powłok na proces odwadniania osmotycznego truskawek. Zakres pracy obejmuje analizę

wpływu rodzaju powłoki, temperatury procesu odwadniania oraz podsuszania powleczonych próbek, na wymianę masy w czasie odwadniania osmotycznego.

### Material i metody badań

Badania prowadzono na truskawkach odmiany Senga Sengana, zebranych w czerwcu 1999 roku w prywatnym gospodarstwie rolnym. Do odwadniania przeznaczono owoce zamrożone o wyrównanych rozmiarach (średnica 15–20 mm).

W owocach mrożonych analizowano wpływ trzech powłok sporządzonych z 4% roztworów zawierających skrobię ziemniaczaną (producent Novamyl, Polska), pektynę niskometylowaną typ LM-102AS (producent Hercules, Dania) o stopniu zestyfikowania 32% oraz mieszaninę tych dwóch substancji w stosunku 1:1. Truskawki zanurzano na 30 sekund w roztworze substancji do powlekania, o temperaturze 25°C. Następnie próbki poddawano krótkiemu ociekaniu na sicie. W przypadku powłok zawierających pektynę niskometylowaną owoce zanurzano dodatkowo w 2% roztworze CaCl<sub>2</sub> w celu usieciowania powłoki. Powierzchnię próbek osuszano delikatnie na bibule filtracyjnej.

W truskawkach pokrytych analizowanymi powłokami określano procentowy ubytek masy (wyciek) po 180 minutach rozmrażania próbek w temperaturze 25°C. Na podstawie wielkości wycieku soku komórkowego określano stopień barierowości poszczególnych powłok.

Połowę próbek powleczonych poddano podsuszaniu przez 10 minut w temperaturze 70°C, w suszarce laboratoryjnej.

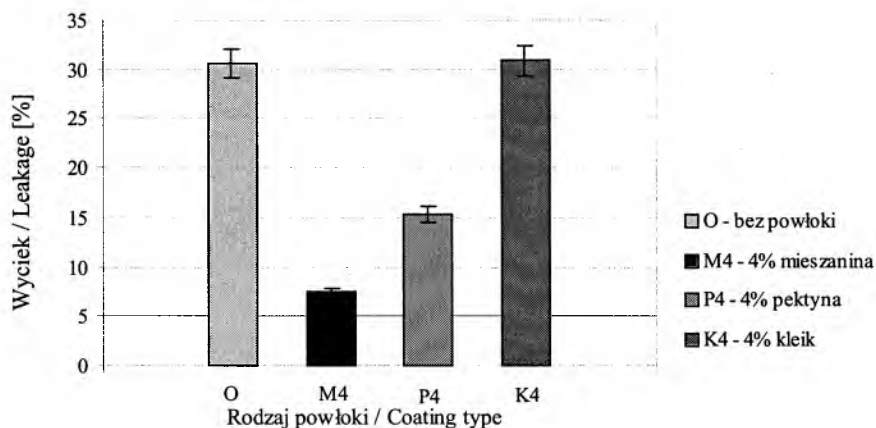
Owadnianie prowadzono w 61,5% roztworze sacharozy, w dwóch wariantach temperaturowych: w stałej temperaturze równej 30°C (30 → 30°C) oraz w temperaturze zmiennej obniżającej się w trakcie trwania procesu od początkowej wartości 85°C do końcowej równej 30°C (85 → 30°C). Stosunek surowca do roztworu wynosił 1:4. Proces odwadniania osmotycznego przebiegał w czasie 180 minut w sposób dynamiczny, tzn. przy zastosowaniu delikatnego mieszania uzyskanego za pomocą wytrząsarki zainstalowanej w łaźni wodnej. Doświadczenia powtarzano pięciokrotnie.

W próbkach, przed i po każdym etapie technologicznym, oznaczano masę oraz zawartość suchej substancji metodą suszenia dwustopniowego. W tym celu próbki podsuszano wstępnie w łaźni wodnej, w temperaturze 70°C przez 45 minut, a następnie dosuszano je w suszarce komorowej w temperaturze 80°C do stałej masy [2].

W celu przeprowadzenia analizy wymiany masy zachodzącej w truskawkach w czasie odwadniania osmotycznego, określono parametry: ubytek masy ML (%), zawartość wody WC (g H<sub>2</sub>O/ g s.s.), ubytek wody WL (g H<sub>2</sub>O/g s.s.) oraz przyrost masy suchej substancji SG (g s.s./ g s.s.), w gramach na gram początkowej suchej substancji (s.s.). Analizę statystyczną uzyskanych wyników przeprowadzono przy poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja

Wpływ rodzaju powłoki na wyciek soku komórkowego z truskawek w czasie rozmrażania przedstawiono na rys. 1. W truskawkach mrożonych, niepowleczonych, wartość wycieku soku komórkowego była największa i wyniosła średnio 31% po 180 minutach rozmrażania. Analizując wpływ poszczególnych powłok stwierdzono, że największą barierowością w stosunku do soku komórkowego cechowała się powłoka sporządzona z 4% roztworu mieszaniny pektyny niskometylowanej i skrobi, gdzie zmiana masy wyniosła tylko 7%. Natomiast nieistotne różnice w ubytku soku komórkowego w stosunku do truskawek niepowleczonych stwierdzono w owocach powleczonych 4% roztworem skrobi oraz pokrytych przed zamrażaniem. W truskawkach pokrytych powłoką z pektyny uzyskano wartości pośrednie (rys. 1).

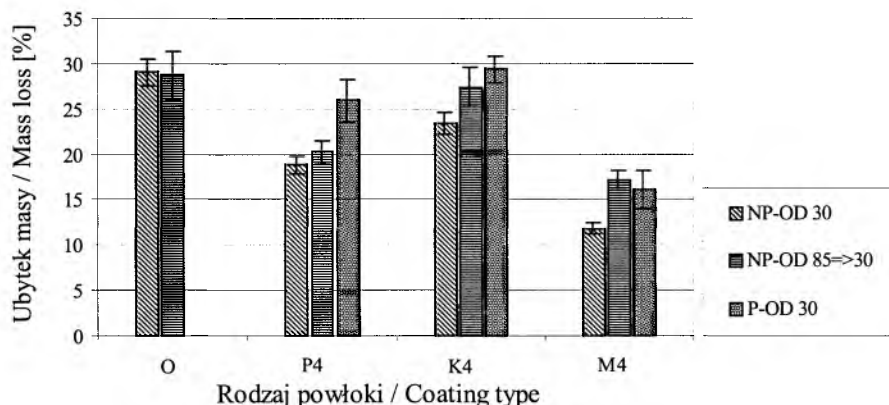


Rys. 1. Wyciek soku komórkowego z truskawek po 180 minutach rozmrażania w temperaturze 25°C.

Fig. 1. Leakage of cell sap from frozen strawberries after 180 minutes of thawing. Temperature – 25°C; O – uncoated ; P4, K4, M4 – coated with 4% aqueous solutions of low methyled pectin, starch or mixture of pectin and starch.

Wpływ rodzaju i podsuszania powłok oraz temperatury roztworu osmotycznego na odwadnianie truskawek określano na podstawie ubytku masy ML, ubytku wody WL, zawartości wody X, przyrostu masy suchej substancji SG oraz stosunku WL/SG (rys. 2–6).

Analizowano wyniki uzyskane z doświadczenia, w którym truskawki mrożone pokryto powłokami z 4% roztworów pektyny, skrobi i ich mieszaniny, nie podsuszano, podsuszano i odwadniano w 30°C oraz nie podsuszano i odwadniano w temperaturze zmiennej obniżającej się w trakcie trwania procesu od początkowej wartości 85°C do końcowej równej 30°C.



Rys. 2. Wpływ rodzaju powłoki, podsuszenia oraz temperatury roztworu osmotycznego na ubytek masy (ML) z odwadnianych osmotycznie truskawek: O – próbki bez powłok; P4, K4, M4 – próbki pokryte odpowiednio powłokami z 4% roztworów pektyny, skrobi i mieszaniny pektyny i skrobi; NP – niepoduszane; P – poduszane; OD-30, OD-85=>30 – odwadniane w temperaturze 30°C lub w temperaturze zmieniającej się w zakresie 85 – 30°C.

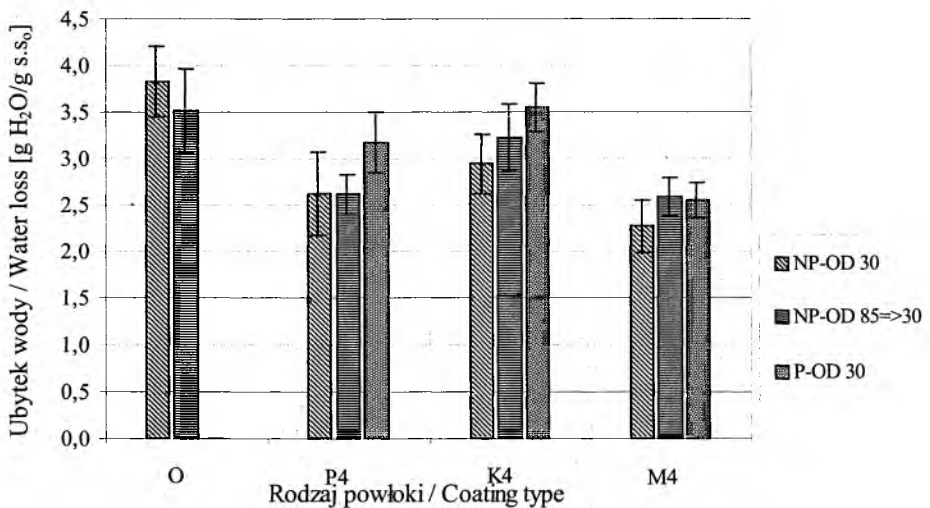
Fig. 2. Influence of the coating type, the coating predrying and osmotic solution temperature on mass loss (ML) from osmotically dehydrated strawberries: O – uncoated; P4, K4, M4 – coated with 4% aqueous solutions of lowmethyleted pectin, starch or mixture of pectin and starch; NP – not predried, P – predried; temperature: OD-30 → 30°C, OD- 85=>30 → 85°–30°C.

W przypadku próbek mrożonych, niezależnie od rodzaju zastosowanej powłoki, stwierdzono zmniejszenie ubytku masy w wyniku przeprowadzonego procesu odwadniania w stosunku do truskawek bez powłok, w których ubytek masy wyniósł średnio 29% (rys. 2). Najniższy 12% ubytek masy zanotowano w truskawkach pokrytych mieszaniną pektyny i skrobi, co stanowi około 40% wartości uzyskanej w truskawkach nie pokrytych błoną. Natomiast największym ubytkiem masy charakteryzowały się truskawki powleczone skrobią. W tym przypadku uzyskano średnio 27% ubytek masy. Uzyskane wartości ubytków masy można odnieść do właściwości barierowych poszczególnych powłok. Największe zmiany masy zaobserwowano w próbkach powleczonych roztworem skrobi, a najniższe w powleczonych roztworem pektynowo-skrobiowym (rys. 2).

Podsuszanie próbek po powleczeniu wpłynęło pozytywnie na ubytki masy. Przykładowo w truskawkach powleczonych powłoką pektynową uzyskano około 19% ubytek masy, nie poduszając próbek przed odwadnianiem, a w poduszanych ponad 26%. Podobne różnice w ubytkach masy w wyniku poduszania powłoki przed odwadnianiem uzyskano w próbkach pokrytych powłoką pektynowo-skrobiową. Natomiast w przypadku powłoki ze skrobi różnica ubytków masy próbek poduszanych i nie poduszanych była mniejsza (rys. 2).

Zmiana warunków termicznych w czasie odwadniania osmotycznego nie wpłynęła zasadniczo na ubytek masy w próbkach niepowleczonych, natomiast miała znaczenie w przypadku owoców pokrytych błonami. Największą różnicę zaobserwowano w truskawkach powleczonych roztworem mieszaniny, gdzie uzyskano 12% ubytek masy, prowadząc odwadnianie w 30°C i około 17% w drugim wariantcie temperaturowym (rys. 2).

Biorąc pod uwagę wyżej wymienione wyniki, można stwierdzić, że nałożenie powłok przed odwadnianiem truskawek powoduje w większości przypadków znaczne zmniejszenie ubytków masy. Natomiast podsuszanie powłok przed odwadnianiem osmotycznym oraz zastosowanie wyższej temperatury roztworu osmotycznego intensyfikują proces wymiany masy w przypadku próbek powleczonych.



Rys. 3. Wpływ rodzaju powłoki, podsuszania oraz temperatury roztworu osmotycznego na ubytek wody (WL) z odwadnianych osmotycznie truskawek: O – próbki bez powłok; P4, K4, M4 – próbki pokryte odpowiednio powłokami z 4% roztworów pektyny, skrobi i mieszaniny pektyny i skrobi; NP – niepodsuzane; P – podsuzane; OD-30, OD-85=>30 – odwadniane w temperaturze 30°C lub w temperaturze zmieniającej się w zakresie 85 – 30°C.

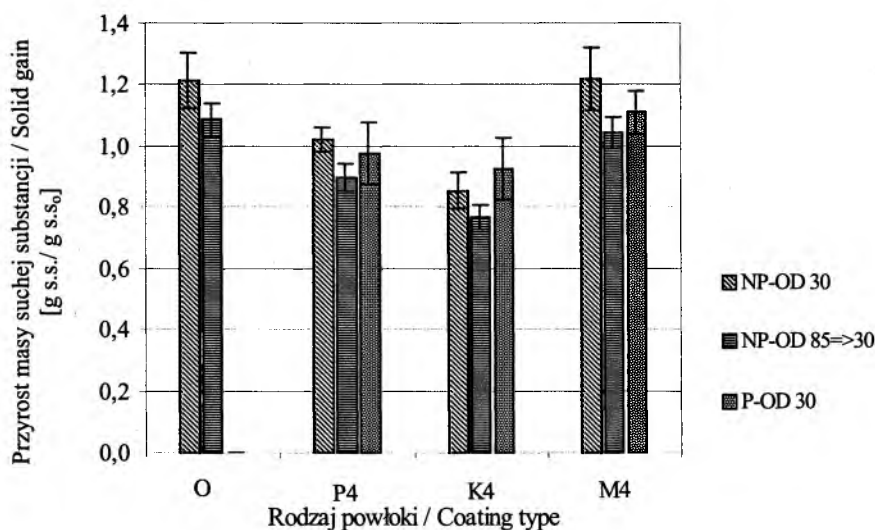
Fig. 3. Influence of the coating type, the coating predrying and osmotic solution temperature on water loss (WL) from osmotically dehydrated strawberries: O – uncoated; P4, K4, M4 – coated with 4% aqueous solutions of low methyled pectin, starch or mixture of pectin and starch; NP – not predried, P – predried; temperature: OD-30 → 30°C, OD- 85=>30 → 85°-30°C.

W przypadku pokrycia owoców powłokami zaobserwowano obniżenie ubytków wody (rys. 3). Otrzymane wartości różniły się istotnie między sobą, a w szczególności od średniej wartości ubytku wody w truskawkach bez powłok. W próbkach pokrytych

powłoką z mieszaniny pektyny i skrobi zanotowano najniższy ubytek wody 2,27 g H<sub>2</sub>O/g s.s., który był mniejszy o 40% od średniego ubytku wody z truskawek odwadnianych bez powłoki. Najwyższy stopień odwodnienia, w grupie próbek powleczonych, zaobserwowano w truskawkach pokrytych roztworem skrobi. Wyniosło ono średnio 2,95 g H<sub>2</sub>O/g s.s., co stanowi około 67% wartości tego parametru, zanotowanej w truskawkach nie pokrytych.

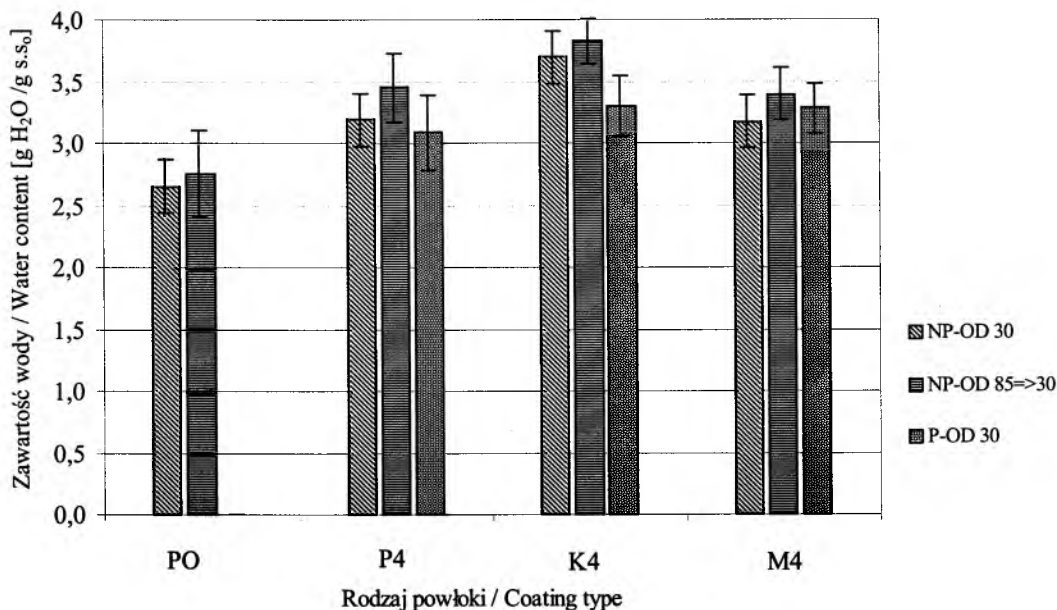
Analizując wpływ podsuszenia na ubytki wody stwierdzono, że powoduje ono podwyższenie wartości tego parametru w przypadku owoców pokrytych powłokami z pektyny i skrobi. W obydwu wariantach uzyskano około 18% podwyższenie stopnia odwodnienia (rys. 3).

Podwyższenie temperatury procesu wpłynęło dodatnio na zmianę ubytku wody w próbkach powleczonych skrobią oraz mieszaniną powłok (rys. 3). Na przykład, z truskawek pokrytych roztworem mieszaniny usunięto około 2,27 g H<sub>2</sub>O/g s.s. w 30°C i 2.58 g H<sub>2</sub>O/g s.s. w wyższej temperaturze, co stanowiło istotną statystycznie różnicę przy poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ .



Rys. 4. Wpływ rodzaju powłoki, podsuszenia oraz temperatury roztworu osmotycznego na przyrost masy suchej substancji (SG) z odwadnianych osmotycznie truskawek: O – próbki bez powłok; P4, K4, M4 – próbki pokryte odpowiednio powłokami z 4% roztworów pektyny, skrobi i mieszaniny pektyny i skrobi; NP – niepoduszane; P – poduszane; OD-30, OD-85=>30 – odwadniane w temperaturze 30°C lub w temperaturze zmieniającej się w zakresie 85 – 30°C

Fig. 4. Influence of the coating type, the coating predrying and osmotic solution temperature on solid gain (SG) from osmotically dehydrated strawberries: O – uncoated; P4, K4, M4 – coated with 4% aqueous solutions of low methyle d pectin, starch or mixture of pectin and starch; NP – not predried, P – predried; temperature: OD-30 → 30°C, OD- 85=>30 → 85–30°C.



Rys. 5. Wpływ rodzaju powłoki, podsuszania oraz temperatury roztworu osmotycznego na zawartość wody (WC) w odwadnianych osmotycznie truskawkach: O – próbki bez powłok; P4, K4, M4 – próbki pokryte odpowiednio powłokami z 4% roztworów pektyny, skrobi i mieszaniny pektyny i skrobi; NP – niepodsuszane; P – podsuszane; OD-30, OD-85=>30 – odwadniane w temperaturze 30°C lub w temperaturze zmieniającej się w zakresie 85 – 30°C.

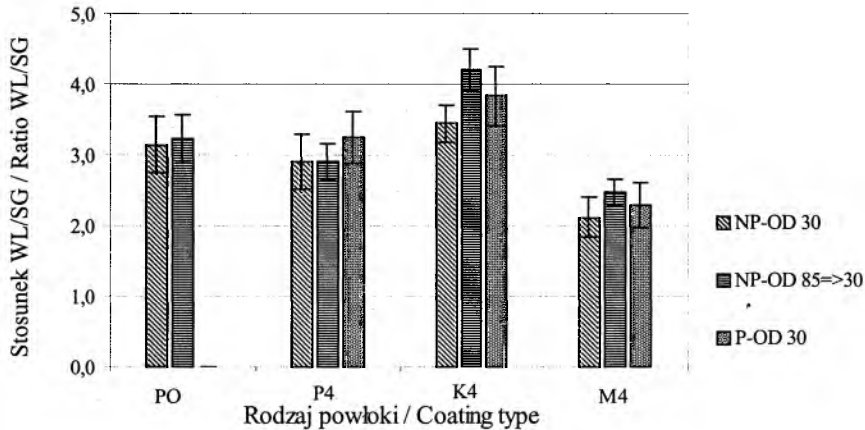
Fig. 5. Influence of the coating type, the coating predrying and osmotic solution temperature on water content (WC) in osmotically dehydrated strawberries: O – uncoated; P4, K4, M4 – coated with 4% aqueous solutions of low methyleated pectin, starch or mixture of pectin and starch; NP – not predried, P – predried; temperature: OD-30 → 30°C, OD- 85=>30 → 85°–30°C.

Pokrycie truskawek powłokami z roztworów pektyny niskometylowanej i skrobi wpłynęło na zmniejszenie przyrostów masy suchej substancji w odwodnionym materiale. Największe różnice, w stosunku do truskawek odwadnianych bez błony, zaobserwowano w przypadku owoców pokrytych błoną ze skrobi (rys. 4). W owocach niepowleczonych przyrost masy suchej substancji wyniósł 1,22 g s.s./g s.s.<sub>0</sub>, a w truskawkach powleczonych skrobią i roztworem pektyny odpowiednio 0,85 i 1,02 g s.s./g s.s.<sub>0</sub>, co wskazuje na około 30% obniżenie przyrostu masy suchej substancji w przypadku skrobi oraz 16% po zastosowaniu powłoki pektynowej. W próbkach powleczonych roztworem mieszaniny wartość tego wskaźnika nie różniła się istotnie od uzyskanej w próbkach niepowleczonych.

Podsuszanie powłok przed odwadnianiem wpłynęło nieznacznie na zmiany przyrostu masy suchej substancji w badanych próbkach. Analiza statystyczna nie wykazała,



przy poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ , różnic pomiędzy wartościami tego parametru truskawek podsuszanych i nie podsuszanych. Przykładowo w próbkach pokrytych powłoką pektynową zanotowano przyrost masy suchej substancji na poziomie  $1,02 \text{ g H}_2\text{O/g s.s.}$  niepodsuszanych i  $0,98 \text{ g H}_2\text{O/g s.s.}$  podsuszanych. Tylko w przypadku próbek pokrytych skrobią przyrost masy suchej substancji w owocach nie podsuszonych był istotnie statystycznie niższy niż w podsuszonych – wyniósł odpowiednio  $0,85$  i  $0,93 \text{ g H}_2\text{O/g s.s.}$  (rys. 4).



Rys. 6. Wpływ rodzaju powłoki, podsuszania oraz temperatury roztworu osmotycznego na stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji (WL/SG) w odwadnianych osmotycznie truskawkach: O – próbki bez powłoki; P4, K4, M4 – próbki pokryte odpowiednio powłokami z 4% roztworów pektyny, skrobi i mieszaniny pektyny i skrobi; NP – niepodsuszane; P – podsuszane; OD-30, OD-85=>30 – odwadniane w temperaturze  $30^\circ\text{C}$  lub w temperaturze zmieniającej się w zakresie  $85 - 30^\circ\text{C}$ .

Fig. 6. Influence of the coating type, the coating predrying and osmotic solution temperature on ratio water loss and solid gain (WL/SG) in osmotically dehydrated strawberries: O – uncoated; P4, K4, M4 – coated with 4% aqueous solutions of low methylated pectin, starch or mixture of pectin and starch; NP – not predried, P – predried; temperature: OD-30  $\rightarrow 30^\circ\text{C}$ , OD- 85=>30  $\rightarrow 85^\circ - 30^\circ\text{C}$ .

Zmiana warunków termicznych odwadniania osmotycznego miała istotny wpływ na przyrosty masy suchej substancji w próbkach pokrytych powłokami. Generalnie we wszystkich próbkach zaobserwowano ujemny wpływ podwyższonej, na początku procesu temperatury, na wielkość rozpatrywanego parametru. W przypadku truskawek pokrytych powłoką pektynową i odwodnionych w wyższej temperaturze uzyskano wartość tego parametru równą  $0,90 \text{ g s.s./g s.s.}$ , a w niższej  $1,02 \text{ g s.s./g s.s.}$ . Natomiast najlepsze rezultaty osiągnięto w truskawkach pokrytych roztworem mieszaniny, gdyż przyrost masy suchej substancji w próbkach odwadnianych w wyższej temperaturze był mniejszy o 14% w stosunku do wartości uzyskanej w  $30^\circ\text{C}$ . W truskawkach niepo-

krytych powłoką zaobserwowano 11% zmniejszenie wartości przyrostu masy suchej substancji w podwyższonej temperaturze odwadniania osmotycznego (rys. 4).

Analizując wpływ rodzaju powłoki na końcową zawartość wody w odwodnionych próbkach zauważono wzrost wartości tego wskaźnika, co jest logiczne biorąc pod uwagę zmniejszone ubytki masy, a co za tym idzie ubytki wody w wyniku nałożenia powłok. Najwyższą zawartość wody zanotowano w próbkach powleczonych skrobią. Wyniosła ona średnio 3,70 g H<sub>2</sub>O/g s.s. i była około 30% wyższa od wartości uzyskanej w próbkach odwadnianych bez powłoki (rys. 5). Tak duża różnica wynika głównie ze znacznie niższych przyrostów masy suchej substancji (rys. 4), jak również z niższych ubytków wody w próbkach powleczonych skrobią, w stosunku do truskawek odwadnianych bez powłoki. Pomiedzy próbkami pokrytymi pektyną a powleczonymi roztworem z mieszaniny pektynowo-skrobiowej nie zaobserwowano statystycznie istotnych różnic w zawartościach wody. Wyniosły one odpowiednio 3,19 i 3,17 g H<sub>2</sub>O/g s.s. (rys. 5).

Podsuszanie próbek pokrytych powłokami przed procesem osmotycznego odwadniania nie wpłynęło istotnie na końcową zawartość wody w truskawkach pokrytych powłokami pektynową i pektynowo-skrobiową. Jedynie w przypadku zastosowania skrobi zaobserwowano istotne obniżenie zawartości wody w próbkach podsuszanych w stosunku do nie podsuszanych z 3,70 do 3,30 g H<sub>2</sub>O/g s.s. (rys. 5). Może to wynikać ze wspomnianego wcześniej dużego wycieku soku komórkowego (rys. 1) oraz ze zwiększonego przyrostu masy suchej substancji (rys. 4).

Podwyższenie temperatury roztworu osmotycznego na początku procesu wpłynęło istotnie na zawartość wody w próbkach pokrytych błonami. Różnicę na poziomie 8% zaobserwowano w truskawkach powleczonych błoną pektynową. Jedynie w próbkach odwadnianych bez błony nie było istotnych statystycznie różnic w ubytkach wody obydwu wariantów temperaturowych (rys. 5).

Spośród trzech analizowanych powłok jedynie sporządzona na bazie skrobi wpłynęła na zwiększenie stosunku ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji, w porównaniu z materiałem odwadnianym bez powłoki (rys. 6). W przypadku truskawek niepowleczonych, stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji wyniósł 3,15, podczas gdy w truskawkach pokrytych skrobią 3,45. Najniższą wartość wynoszącą 2,12 zanotowano w owocach pokrytych powłoką sporządzoną z roztworu mieszaniny pektyny i skrobi która była o około 30% niższa od uzyskanej w truskawkach odwadnianych bez błony i około 40% od wartości zanotowanej w owocach pokrytych skrobią.

W związku z podwyższeniem ubytków wody oraz obniżeniem przyrostów masy suchej substancji w wyniku podsuszania, stosunek tych dwóch parametrów uległ większemu wzrostowi w porównaniu z owocami nie podsuszanymi przed odwadnianiem. Najwyższą wartość ilorazu WL/SG równą 3,84 uzyskano w truskawkach pokrytych

skrobią, tj. około 20% wyższą od uzyskanej dla truskawek nie podsuszanych (rys. 6). Podsuszanie w najmniejszym stopniu wpłynęło na zmianę stosunku ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji w przypadku owoców pokrytych powłoką pektynowo-skrobiową, gdzie różnica wyniosła około 7% na korzyść próbek podsuszonych.

W wyniku modyfikacji warunków termicznych procesu stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji zmienił się istotnie w próbkach pokrytych powłokami ze skrobią i z mieszaniny pektynowo-skrobiowej. W temperaturze 30°C, stosunek WL/SG próbek pokrytych skrobią i roztworem mieszaniny wyniósł odpowiednio 3,45 i 2,12, a w wyższej temperaturze 4,20 i 2,47 (rys. 6). Biorąc pod uwagę wielkość tego parametru, podwyższenie temperatury wpłynęło pozytywnie na wymianę masy w procesie odwadniania truskawek pokrytych tymi powłokami. Natomiast modyfikacja warunków termicznych nie wpłynęła znacząco na końcowy efekt odwadniania osmotycznego truskawek bez powłok i pokrytych pektyną.

Lewicki i wsp. [9], badając wpływ błon półprzepuszczalnych na proces osmotycznego odwadniania jabłek, stwierdzili, że podsuszanie błony ma istotny wpływ na końcową zawartość wody w produkcie oraz na przyrost masy suchej substancji. Na przykład w przypadku jabłek pokrytych 2,5% roztworem pektyny nie podsuszonych uzyskano około 20% ubytek masy po 4 godzinach odwadniania. Natomiast próbki podsuszane przez 5 i 10 minut w temperaturze 80°C wykazały odpowiednio 31,5 i 34,2% ubytek masy. Wielu autorów sygnalizuje również wpływ podwyższonej temperatury odwadniania na zwiększenie stopnia odwodnienia truskawek oraz wzrost przyrostu masy suchej substancji [4, 11].

## Wnioski

1. Wytworzenie na powierzchni mrożonych truskawek powłok z 4% roztworów pektyny, i mieszaniny pektynowo-skrobiowej spowodowało zmniejszenie ubytków masy, ubytków wody oraz przyrostów masy suchej substancji, a w konsekwencji większą zawartość wody w odwodnionym materiale, w stosunku do próbek odwadnianych bez powłok.
2. Spośród trzech zbadanych powłok najkorzystniejsze właściwości ze względu na ograniczenie przyrostu masy suchej substancji wykazały powłoki ze skrobi oraz pektyny niskometylowanej.
3. Rodzaj substancji zastosowanych do wytworzenia powłok miał istotny wpływ na efekt końcowy procesu. Spośród trzech badanych powłok jedynie wytworzona ze skrobi pozwoliła zwiększyć stosunek ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji w porównaniu z materiałem odwadnianym bez powłoczenia.
4. Podsuszanie próbek przed odwadnianiem, w związku z podwyższeniem ubytków wody oraz obniżeniem przyrostów masy suchej substancji, zwiększyło stosunek

ubytku wody do przyrostu masy suchej substancji w porównaniu z owocami nie podsuszanymi.

5. Podwyższenie temperatury na początku odwadniania z 30 do 85°C wywarło niewielki wpływ na wymianę masy w czasie odwadniania osmotycznego truskawek.

## 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. *Carbohydrate Polymers*, **17**, 1992, 39.
- [2] Drzazga B.: Analiza techniczna w przetwórstwie owoców i warzyw. WSiP, Warszawa 1995.
- [3] Duxbury D.D.: Strawberries – source of natural flavour and nutrition. *Food Processing*, **53**(7), 1992, 97.
- [4] Garrote R.L., Silva E.R., Bertone R.A.: Osmotic concentration at 5 °C and 25°C of pear and apple cubes and strawberry halves. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie (Lebensm.-Wiss. u.- Technol.)*, **25**(2), 1992, 133.
- [5] Lazarides H.N., Katsanidis E., Nikolaidis A.: Mass transfer during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *Journal of Food Engineering*, **25**, 1995, 151.
- [6] Lenart A.: Osmotyczne odwadnianie jako obróbka wstępna przed suszeniem konwekcyjnym owoców i warzyw. *Przem. Spoż.*, **44**(12), 1990, 307.
- [7] Lenart A., Dąbrowska R.: Osmotic dehydration of apples with polysaccharide coatings. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, **6/47** (4), 1997, 103.
- [8] Lenart A., Lewicki P.P.: Owoce i warzywa utrwalane sposobem osmotyczno-owiewowym. *Przem. Spoż.*, **50**(8), 1996, 70.
- [9] Lewicki P.P., Lenart A., Pakuła W.: Influence of artificial semi-permeable membranes on the process of osmotic dehydration of apples. *Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW-AR, Food Technology and Nutrition*, **16**, 1984, 17.
- [10] Madyniak R.: Wpływ błon pektynowych na proces odwadniania osmotycznego truskawek. Praca doktorska, SGGW- KIZiOP, Warszawa 2000.
- [11] Pantagiotou N.M., Karathanos V.T., Maroulis Z.B.: Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits. *Drying Technology*, **17** (1&2), 1999, 175.
- [12] Vernkatachlapathy K., Raghavan G.S.V.: Combined osmotic and microwave drying of strawberries. *Drying Technology*, **17** (4&5), 1999, 837.
- [13] 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, 1.

## INFLUENCE OF SELECTIVE EDIBLE COATINGS ON OSMOTIC DEHYDRATION OF STRAWBERRIES

### S u m m a r y

Recently, there has been increasing interest in pretreatment of food items in concentrated solutions so as to obtain a significant water removal with limited solid gain. Since the solute uptake is inevitable in

osmotic dewatering process there appears a need to develop a method which would allow to control the permeation of the solute into the plant tissue. Applying of selective coatings on the surface of osmotically dehydrated food pieces is now examined expecting lower penetration of solute in the tissue.

The aim of this work was to determine the influence of covering of frozen strawberries with semipermeable membranes on mass transfer during osmotic dehydration in 61,5% saccharose solution. Low methylated pectin and potato starch were used to make aqueous solutions for coating strawberries. The water loss and solid gain were found to be dependent on the coating type. Generally, the values of solid gain and water loss were lower in coated samples than in uncoated ones. Taking into consideration the ratio of water loss and solid gain the starch was recognized as the best for coating of frozen strawberries. ❖