

WOJCIECH BIAŁAS, ANNA MODZELEWSKA, WŁODZIMIERZ GRAJEK,
TOMASZ JANKOWSKI

**WPLYW POWŁOKI MALTODEKSTRYNOWEJ NA UBYTKI MASY
I JĘDRNOŚĆ ROZMROŻONYCH TRUSKAWEK
(*FRAGARIA ANANASSA*)**

Streszczenie

Celem prezentowanej pracy było określenie wpływu maltodekstrynowych powłok jadalnych na wielkość ubytku masy oraz jędrność owoców truskawek poddanych procesowi zamrażania i rozmrażania. W badaniach stosowano roztwory maltodekstryny o stężeniach 2, 4, 6 i 8% (m/v). Zbadano wpływ czasu przechowywania w warunkach chłodniczych oraz sposobu rozmrażania na końcowe właściwości sensoryczne owoców truskawek.

Wykazano, że powlekanie owoców filmem maltodekstrynowym prawie trzykrotnie ograniczało wyciek soku po rozmrożeniu i wpływało korzystnie na zachowanie jędrności owoców. Stwierdzono, że najlepsze właściwości funkcjonalne wykazywała powłoka uzyskana z 6% (m/v) roztworu badanej maltodekstryny. Ponadto stwierdzono, że owoce rozmrażane w powietrzu cechowały się znacznie lepszymi właściwościami sensorycznymi w porównaniu z owocami rozmrażanymi za pomocą ogrzewania mikrofalowego.

Słowa kluczowe: truskawki, zamrażanie, ubytek masy, jędrność, powlekanie, maltodekstryny.

Wstęp

Zamrażanie jest jedną z najczęściej stosowanych metod utrwalania żywności. Czynnikiem utrwalającym jest obok niskiej temperatury (poniżej -20°C) zmniejszenie aktywności wody produktu na skutek zachodzącej w trakcie zamrażania przemiany fazowej wody w lód. Przemiana ta stanowi proces rozdziału, który ze względu na jakość produktu poddawanego zamrożeniu powinien być w pełni odwracalny [5].

Jedną z najpoważniejszych wad produktów mrożonych, w tym szczególnie owoców miękkich, jest spadek jędrności oraz wyciek soku w czasie rozmrażania. Towarzyszy temu utrata rozpuszczalnych składników odżywczych oraz substancji smakowo-zapachowych. Przyczyną tego zjawiska jest uszkodzenie struktury tkanki owoców przez tworzące się w trakcie procesu zamrażania duże kryształy lodu. Stopień

Mgr inż. W. Białas, mgr inż. Anna Modzelewska, prof. dr hab. W. Grajek, prof. dr hab. T. Jankowski, Katedra Biotechnologii i Mikrobiologii Żywności, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, ul Wojska Polskiego 48, 60-627 Poznań

zniszczenia tkanek zależy przede wszystkim od szybkości zamrażania, ilości dostępnej wody oraz temperatury przechowywania. Wzrost kryształów obserwuje się do momentu wyrównania potencjału wody w lodzie i w komórkach, przy czym ich wielkość jest odwrotnie proporcjonalna do szybkości zamrażania produktu [4].

W warunkach przemysłowych proces zamrażania prowadzi się najczęściej w zamrażarkach powietrznych (około 90% instalacji), metodą owiewową lub fluidyzacyjną. Do rozmrażania natomiast stosuje się tunele powietrzne, komory próżniowe lub piece mikrofalowe. Oba te procesy, mimo że przebiegają pod ścisłą kontrolą technologów, przyczyniają się do zmiany właściwości sensorycznych, przydatności użytkowej oraz walorów żywieniowych produktów spożywczych [5].

Znaczna część produktów rozmrażana jest w warunkach domowych z pominięciem wszelkich rygorów technologicznych, dlatego producenci żywności poszukują nowych rozwiązań, mających na celu zapobieganie tym niekorzystnym zmianom jakościowym. W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na zastosowanie jadalnych biofilmów do pokrywania produktów żywnościowych [3]. Zakłada się, że powłoki te powinny odznaczać się niską przepuszczalnością wody, gazów oraz światła. Powinny ponadto cechować się dużą adhezyjnością, dobrą wytrzymałością mechaniczną, spójnością struktury i plastycznością [7]. Do najczęściej stosowanych w tym celu substancji należą polisacharydy (skrobia, celuloza), białka (kolagen, gluten), lipidy (mono-, di- i triestry glicerolu), jak również ich pochodne. Każda z wymienionych grup związków chemicznych cechuje się charakterystycznymi właściwościami funkcjonalnymi: lipidy są stosowane głównie jako bariera chroniąca produkt przed odwodnieniem, natomiast polisacharydy i białka jako bariery ograniczające dyfuzję gazów, m.in. tlenu oraz dwutlenku węgla [1]. Powłoka powinna zatem stanowić mieszaninę tych związków, aby mogła całkowicie spełniać swoją funkcję. Należy dodać, że substancja stosowana w charakterze biofilmu, oprócz wymienionych wyżej cech funkcjonalnych, powinna być także w pełni bezpieczna dla konsumenta pod względem zdrowotnym [8].

Jedną z substancji pochodzenia naturalnego, na którą zwraca się w ostatnich latach uwagę jest skrobia oraz jej pochodne [11]. Zdolność tworzenia cienkich filmów o wysokiej odporności mechanicznej wykazuje zwłaszcza amyloza. Powłoki wykonane ze skrobi zasobnej we frakcję amylozową, ze względu na charakter hydrofilowy, cechują się niską przepuszczalnością gazów oraz substancji zapachowych, przy stosunkowo wysokiej przepuszczalności wody. Pod tym względem wykazują jednak znacznie lepsze właściwości od powłok otrzymywanych na bazie pochodnych celulozy (metylo- oraz karboksymetylocelulozy) [9]. Istotną wadą skrobi stosowanej w formie natywnej jest wysoka temperatura kleikowania jej zawiesin oraz silna tendencja do retrogradacji. W celu polepszenia jej właściwości funkcjonalnych stosuje się różnego rodzaju modyfikacje: chemiczne (otrzymywanie estrów i eterów skrobi) bądź enzymatyczne (otrzymywanie dekstryn oraz maltodekstryn). Pochodne te cechują się dobrą rozpuszczalnością w zimnej wodzie, a ich zastosowanie w charakterze dodatku do żywności znacznie poprawia stabilność produktów w trakcie ich rozmrażania. Ponadto dzięki zmniejszeniu liczby wolnych grup hydroksylowych zdolnych do

tworzenia wiązań wodorowych, powłoki np. ze skrobi hydroksypropylowej charakteryzują się znacznie mniejszą przepuszczalnością wody przy zachowaniu pierwotnej przepuszczalności gazów i substancji zapachowych [17]. W celu polepszenia właściwości tworzonego filmu stosuje się również roztwory stanowiące mieszaniny pochodnych skrobi z substancjami o charakterze plastyfikatorów. Szeroko stosowany jest między innymi glicerol, glikol polietylenowy, kwas mlekowy oraz sorbitol [14].

Jednym z owoców sezonowych produkowanych na dużą skalę, m.in. w Polsce, jest truskawka. Z uwagi na szybkie dojrzewanie i dużą podatność na pleśnienie, prawie połowa zbiorów tych owoców jest utrwalana przez niskotemperaturowe zamrażanie w tunelach fluidalnych [5]. Niestety, po rozmrożeniu jakość takich owoców jest bardzo niska a trwałość ograniczona. W piśmiennictwie naukowym publikowane są prace poświęcone wpływowi filmów skrobiowych na jakość truskawek oraz ich odwadnianie osmotyczne [1, 2, 12], brak jest jednak informacji na temat zastosowania do tego celu roztworów maltodekstryn.

Celem podjętych badań było określenie wpływu zastosowania jadalnych powłok maltodekstrynowych na wielkość ubytku masy oraz jędrność owoców truskawek poddanych procesowi zamrażania i rozmrażania. Zbadano także wpływ czasu przechowywania w warunkach chłodniczych oraz sposobu rozmrażania na końcowe właściwości sensoryczne owoców truskawek.

Materiał i metody badań

Truskawki

Do badań stosowano truskawki importowane z Hiszpanii, odmiany Huelva, ze zbiorów 2004 r. Owoce były dojrzałe, o barwie czerwonej (60–70%) i kremowej (30–40%). Średnia wysokość owoców wynosiła $39,08 \pm 2,57$ mm, pole przekroju poprzecznego mierzone na podstawie średnicy w połowie wysokości wynosiło $630,51 \pm 15,43$ mm². Wszystkie owoce były zdrowe, bez uszkodzeń mechanicznych i bez oznak pleśnienia.

Maltodekstryna

Do powlekania owoców stosowano wodne roztwory niskoscukrzoney maltodekstryny o DE 5 (ang. dextrose equivalent, DE) otrzymanej na drodze enzymatycznej hydrolizy skrobi ziemniaczanej (Superior Standard, Luboń) za pomocą bakteryjnej

α -amylazy (EC.3.2.1.1) izolowanej z *Bacillus amyloliquefaciens*. W badanym preparacie oznaczono metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) zawartości poszczególnych frakcji cukrowych. Zawartość cukrów wyższych o DP > 8 oraz cukrów o DP w zakresie 1 – 8 wynosiła odpowiednio 85,03 i 14,97%.

Pokrywanie truskawek

Owoce truskawek, pozbawione szypułek, zanurzano na 60 s w roztworach maltodekstryny o stężeniach: 2, 4, 6 i 8% (m/v) w temp. 20°C. Po wyjęciu z roztworu owoce umieszczano na sicie i poddawano ociekaniu przez 30 min, po czym przez 2 godz. powierzchnię owoców osuszano owiewowo powietrzem o temp. 22°C i wilgotności względnej 60%. Próbkę kontrolną stanowiły owoce zanurzone w wodzie i dalej traktowane w identyczny sposób jak próby powlekane filmem maltodekstrynowym.

Zamrażanie i rozmrażanie truskawek

Owoce zamrażano w chłodni, w temp. -18°C, przy wilgotności względnej powietrza wynoszącej około 90% i przechowywano w tych warunkach przez 40 dni (w woreczkach polietylenowych). Próbkę do analiz pobierano co 10 dni.

Zamrożone owoce po wyjęciu z chłodni ważono, a następnie wykładano na sito i poddawano rozmrażaniu zapewniając swobodny wyciek soku. Stosowano dwie metody rozmrażania: swobodne w powietrzu oraz w kuchence mikrofalowej. Rozmrażanie w powietrzu trwało 6 godz. i odbywało się w temp. 22°C, przy wilgotności względnej powietrza wynoszącej 80%. W drugim przypadku zamrożone truskawki umieszczano na sicie w kuchence mikrofalowej Amica typ AMW-18P (częstotliwość fali 2450 MHz, moc promiennika 750 W) i poddawano rozmrażaniu w czasie 5 min.

Oznaczanie ubytku masy owoców

Owoce truskawek po wyjęciu z chłodni ważono, rozmrażano i ponownie ważono. Wielkość ubytku masy owoców wyrażano procentowo w stosunku do pierwotnej masy owoców.

Oznaczanie jędrności owoców

Jędrność owoców oznaczano przy użyciu analizatora tekstury TAXT2i firmy Stable Micro Systems (Anglia) wyposażonym w 25 kg głowicę pomiarową. Próby poddawano prostemu ścisaniu pomiędzy dwiema płaskimi płytkami do osiągnięcia 75% odkształcenia. Szybkość poruszania głowicy aparatu wynosiła 2 mm/s. Wyniki przedstawiono w postaci zależności siła – czas trwania pomiaru. Na podstawie otrzymanych danych obliczono maksymalną siłę, jaka była potrzebna do osiągnięcia zadanej wielkości odkształcenia próbki. Oznaczenie jędrności w każdym z badanych wariantów doświadczalnych wykonano na 10 próbkach o zbliżonych wymiarach geometrycznych, zaś wynik podano w N.

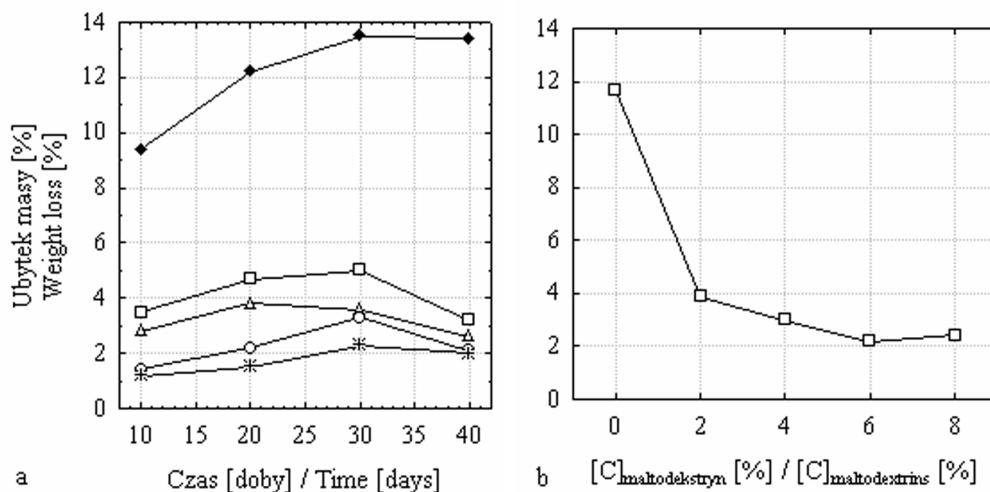
Analiza statystyczna

Wyniki badań poddano dwuczynnikowej analizie wariancji. Wnioskowanie prowadzono na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Analizę statystyczną wykonano w programie Statistica 6.0 PL firmy StatSoft, Inc. (2004).

Wyniki i dyskusja

Ubytki masy owoców oraz zmiany jędrności po rozmrożeniu w powietrzu

W czasie rozmrażania owoców ilość wycieku zależy od zdolności resorpcji wody z topniejących kryształów lodu przez tkanki roślinne. Proces ten przebiega w korzystniejszych warunkach niż zwykła rehydratacja, jednak na skutek powstałych w trakcie zamrażania uszkodzeń tkanek, część wody nie ulega związaniu i stanowi wyciek powodujący straty składników ważnych pod względem żywieniowym [5]. Zadaniem powłoki nałożonej na owoce truskawek było ograniczenie wypływu soku w trakcie rozmrażania. Podczas realizacji badań przyjęto hipotezę roboczą, że wielkość wycieku soku tkankowego będzie odwrotnie proporcjonalna do grubości powłoki na powierzchni owocu. Należy zaznaczyć, że film pokrywający owoce nie był widoczny gołym okiem. Grubość tego rodzaju powłok, najczęściej bezbarwnych, według danych literaturowych wynosi bowiem około 30–100 μm [14]. W trakcie przechowywania owoców w chłodni, w temp. -18°C , wilgotność względna powietrza wynosiła ok. 90%, co z jednej strony zabezpieczało przed niekorzystnym zjawiskiem ususzenia, z drugiej natomiast powodowało pełną hydratację cząsteczek maltodekstryny stanowiącej powłokę ochronną. Na rys. 1a przedstawiono zmiany ubytku masy owoców rozmrażanych w powietrzu w zależności od czasu przechowywania w warunkach chłodniczych. Uzyskane wyniki wskazują, że proces powlekania wyraźnie zmniejszał straty masy owoców w trakcie rozmrażania. W sposób wysoce statystycznie istotny na wielkość oznaczanego parametru wpływało stężenie roztworu maltodekstryny stosowanej do powlekania ($p < 0,001$), pozostałe czynniki, jak czas przechowywania oraz interakcja pomiędzy czasem a stężeniem nie miały istotnego statystycznie wpływu ($p = 0,193$ i $p = 0,086$). Ubytek masy w próbie kontrolnej, którą stanowiły owoce niepowlekane wynosił: po 10 dobach 9% i wzrastał nieznacznie wraz z czasem przechowywania, osiągając po 40 dobach wartość 14%. Straty masy owoców powlekanych nie przekraczały natomiast 5% w trakcie całego okresu trwania eksperymentu. Ponadto stwierdzono występowanie odwrotnej zależności pomiędzy wielkością ubytków masy owoców po rozmrożeniu, a stężeniem roztworu powlekającego (rys. 1b).

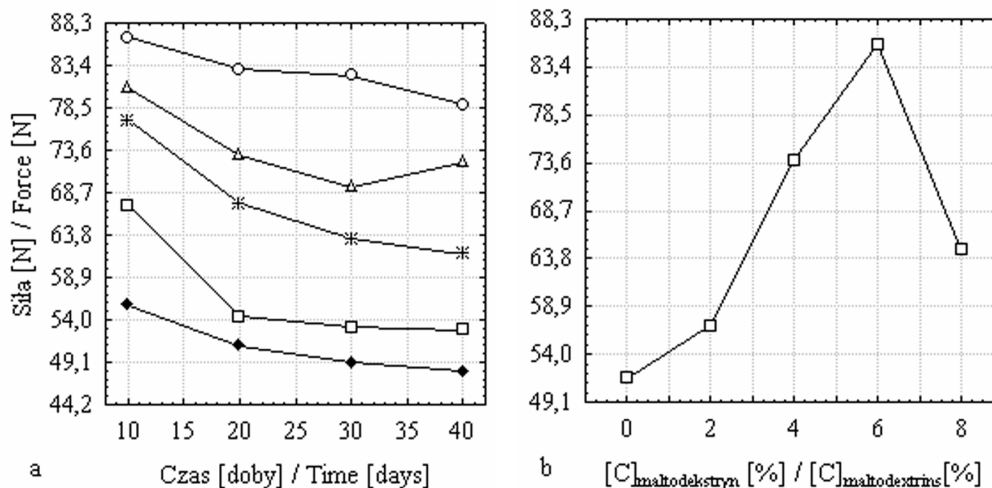


Rys. 1. Wpływ czasu przechowywania (rys. 1a) oraz stężenia roztworu maltodekstryny (rys. 1b, wartość średnia) na wielkość ubytku masy owoców po rozmrożeniu w temperaturze pokojowej (22°C).

Stężenia roztworów maltodekstryn: ◆ – 0%, □ – 2%, △ – 4%, ○ – 6%, ※ – 8%.

Fig. 1. The effect of storing time (Fig. 1a) and concentration rate of maltodextrine solution (Fig. 1b, average value) on losses in the weight of fruits after they have been thawed at a room temperature (22°C). Concentration rate of maltodextrine solutions: ◆ – 0%, □ – 2%, △ – 4%, ○ – 6%, ※ – 8%.

Dla konsumenta kluczowym wyróżnikiem jakości truskawek po rozmrożeniu jest jędrność owoców. Powszechna praktyka dowodzi, że właśnie ten parametr jakościowy najbardziej odbiega od oczekiwań konsumentów i najbardziej różni się od stanu charakterystycznego dla produktu świeżego. Owoce truskawki są szczególnie wrażliwe na uszkodzenia, co wynika ze specyficznej budowy tkanek oraz dużej zawartości wody [1]. Dane przedstawione na rys. 2a ilustrują zależność wielkości siły wymaganej do osiągnięcia zadanego odkształcenia a czasem przechowywania owoców i stężeniem roztworu powlekającego. Na podstawie wyników analizy wariancji stwierdzono, że istotny wpływ na jędrność badanych truskawek wywierało stężenie roztworu powlekającego ($p < 0,0001$) oraz czas przechowywania w warunkach chłodniczych ($p = 0,0002$). Istotna była również interakcja obu tych czynników ($p = 0,02$), przy czym największy wpływ na jędrność spośród badanych czynników wykazywało stężenie roztworu powlekającego. Wyniki badań wskazują jednoznacznie, że najmniejszą odporność mechaniczną wykazywały truskawki niepowlekane filmem maltodekstrynowym (próba zerowa). Zaobserwowano ponadto, że jędrność badanych owoców była dodatnio skorelowana z stężeniem roztworu powlekającego, przy czym zależność ta nie była spełniona w przypadku prób powlekanych roztworem maltodekstryny o stężeniu 8% (ryc. 2b).



Rys. 2. Wpływ czasu przechowywania (rys. 2a) oraz stężenia roztworu maltodekstryny (rys. 2b, wartość średnia) na jędrność truskawek po rozmrożeniu w temperaturze pokojowej (22°C). Stężenie roztworu maltodekstryny: ◆ – 0%, □ – 2%, △ – 4%, ○ – 6%, ※ – 8%.

Fig. 2. The effect of storing time (Fig. 2a) and concentration rate of the maltodextrine solution (fig. 2b, average value) on the firmness of strawberries firmness after they have been thawed at a room temperature (22°C). Concentration rate of maltodextrine solutions: ◆ – 0%, □ – 2%, △ – 4%, ○ – 6%, ※ – 8%.

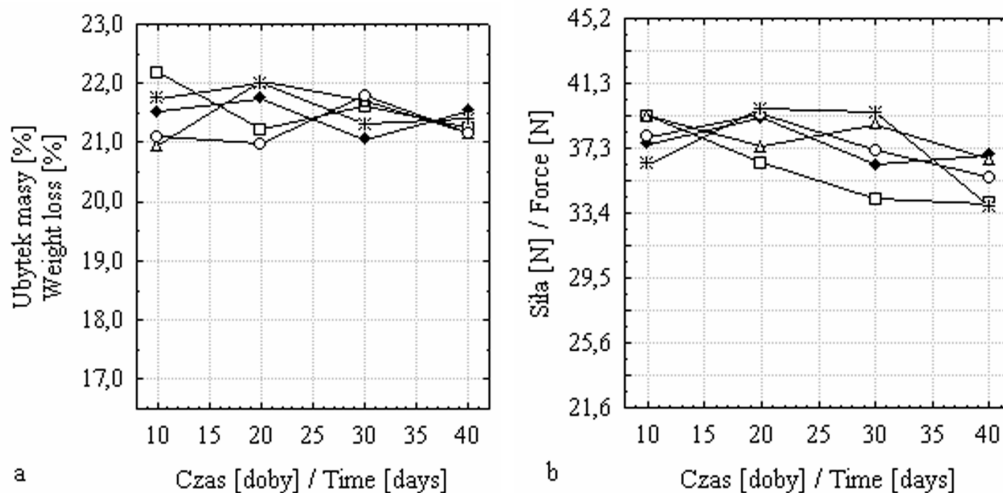
Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że powlekanie truskawek filmem maltodekstrynowym ograniczało niekorzystne zmiany zachodzące na skutek zamrażania. Wielkość obu oznaczanych parametrów, jędrności oraz ubytków masy, była silnie zależna od stężenia roztworu powlekającego. Z danych literaturowych wynika, że w przypadku roztworów maltodekstryn o niskiej wartości DE, lepkość rośnie wraz ze wzrostem stężenia, przy czym zależność ta ma charakter nieliniowy [10]. Należy zatem przypuszczać, że wraz ze wzrostem stężenia roztworu powlekającego, a tym samym jego lepkości, zmieniała się końcowa grubość powłoki na powierzchni owoców, a także przestrzenne rozmieszczenie cząsteczek w jej obrębie. Istotną rolę mogła odgrywać również zdolność maltodekstryn do tworzenia układów o charakterze żeli, a więc struktur o uporządkowanej konstrukcji, w obrębie których występują silne oddziaływania pomiędzy poszczególnymi cząsteczkami. Dzięki temu powłoki maltodekstrynowe miały prawdopodobnie zwartą strukturę, pozbawioną porów oraz pęknięć, które występują np. w powłokach skrobiowych bez dodatku substancji uplastyczniających [2, 18]. Ponadto maltodekstryny są inhibitorami krystalizacji, dzięki czemu mogą ograniczać tworzenie się na powierzchni zamrażanych owoców kryształów lodu, który z kolei powoduje uszkodzenie tkanek powierzchniowych [18]. Wyniki badań wykonanych na truskawkach powlekanych 2% roztworami skrobi z dodatkiem substancji uplastyczniających (glicerolu i sorbitolu) również wykazały, że powłoki polisacharydowe skutecznie ograniczały wyciek soku oraz poprawiały końcową jakość owoców [1, 2]. Dokonanie bezpośrednich porównań

obu prac było jednak niemożliwe ze względu na to, że w prezentowanej i cytowanej pracy wykorzystano inne odmiany truskawek, znacznie różniące się właściwościami mechanicznymi.

Ubytki masy oraz zmiany jędrności owoców rozmrażanych za pomocą mikrofala

W przypadku truskawek poddanych rozmrażaniu mikrofalowemu (rys. 3a) nie stwierdzono istotnych różnic w wielkości ubytków masy ($p = 0,283$), które we wszystkich próbach wynosiły około 22%. Należy stwierdzić, że powłoka maltodekstrynowa nie chroniła w wystarczający sposób owoców przed oddziaływaniem promieniowania mikrofalowego. Po rozmrożeniu były one mało atrakcyjne pod względem sensorycznym, traciły bowiem jędrność oraz znacznie ciemniały. Podatność truskawek na uszkodzenia w trakcie rozmrażania mikrofalowego wynika między innymi z bardzo małej zawartości suchej substancji, która wynosi około 10% oraz natury mikrofala, które działając na dany produkt wzbudzają intensywne drgania cząstek polarnych, przede wszystkim wody, czego efektem jest wydzielanie znacznych ilości ciepła oraz jej intensywne parowanie [16, 6]. Polimery organiczne (pektyny, celulozy, hemicelulozy, białka i ligniny) wchodzące w skład poszczególnych tkanek owocu ułożone są w sposób uporządkowany, tworząc zawiłą strukturę przestrzenną, stabilizowaną m.in. przez słabe wiązania wodorowe. Włókna celulozowe są odpowiedzialne za sztywność oraz odporność na rozerwanie, podczas gdy substancje pektynowe i hemicelulozy za plastyczność i zdolność tkanek do rozciągania [16, 15]. Uzyskane wyniki wskazują, że na skutek drgań cząstek polarnych i podwyższonej temperatury następowało prawdopodobnie uszkodzenie błon komórkowych (tzw. permeabilizacja) czemu towarzyszyła utrata turgoru przez komórki oraz zwiększenie przestrzeni międzykomórkowych. Zmiany te mają charakter nieodwracalny i są związane między innymi z denaturacją cieplną białek stanowiących jeden z głównych składników membran komórkowych [13]. Destrukcyjny wpływ na membrany ma także wzrost ciśnienia w komórkach na skutek gwałtownie zachodzącej w trakcie ogrzewania przemiany fazowej wody w parę [6]. Ponadto energia promieniowania mikrofalowego, zbyt niska by zerwać silne wiązania chemiczne, wystarcza jednak do zerwania słabych wiązań wodorowych, doprowadzając tym samym do destabilizacji struktury utworzonej przez polimery wchodzące w skład poszczególnych tkanek, zwłaszcza tkanki miękkiszowej [13]. Należy dodać, że w procesie rozmrażania duża zawartość wody w produkcie sprzyja absorpcji promieniowania mikrofalowego. Znaczna jej część przekształca się w ciepło już w warstwach powierzchniowych produktu, powodując topnienie lodu oraz znaczny, skokowy wzrost stałej dielektrycznej, której wartość w przypadku lodu wynosi 35, a w przypadku wody 88 [5]. Wzrostowi stałej dielektrycznej również towarzyszy wzrost absorpcji promieniowania mikrofalowego, a w konsekwencji wzrasta ryzyko miejscowego przegrzania produktu. Efektem końcowym procesu był obserwowany zwiększony wyciek soku na zewnątrz rozmrażanych owoców oraz znaczny spadek

jędrności (rys. 3b), w przypadku której również nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu żadnego spośród badanych czynników ($p = 0,126$).



Rys. 3. Wpływ czasu przechowywania oraz stężenia roztworu maltodekstryny na wielkość ubytku masy (rys. 3a) oraz jędrność truskawek (rys. 3b) po rozmrożeniu za pomocą mikrofal. Stężenie roztworu maltodekstryny: \blacklozenge – 0%, \square – 2%, \triangle – 4%, \circ – 6%, $*$ – 8%.

Fig. 3. The effect of storing time and concentration rate of maltodextrine solution on losses in weight (Fig. 3a) and in firmness of strawberries (Fig. 3b) after they have been thawed in a microwave oven. Concentration rate of maltodextrine solutions: \blacklozenge – 0%, \square – 2%, \triangle – 4%, \circ – 6%, $*$ – 8%.

Wyniki badań jednoznacznie wskazują, że rozmrażanie mikrofalowe miało znacznie bardziej destrukcyjny wpływ na strukturę owoców niż powolne rozmrażanie w temperaturze pokojowej. Potwierdza to średnia wielkość siły wymagana do osiągnięcia zadanej wartości odkształcenia prób rozmrażanych za pomocą mikrofal, która była blisko trzykrotnie niższa od analogicznych wartości prób powlekanych roztworem badanej maltodekstryny. Należy zaznaczyć, że w warunkach przemysłowych stosuje się urządzenia (piece mikrofalowe), które podlegają znacznie dokładniejszej kontroli, natomiast w przypadku urządzeń domowych, a takie stosowano w procesie rozmrażania, większe jest prawdopodobieństwo miejscowego przegrzania próbki [5], czemu towarzyszą zaobserwowane, niekorzystne zmiany w jej strukturze i właściwościach.

Prezentowane wyniki wskazują, że zastosowanie jadalnych powłok maltodekstrynowych korzystnie wpływa na jakość mrożonych owoców rozmrożonych w temperaturze pokojowej. Należałoby jednak prowadzić dalsze badania nad zastosowaniem innych maltodekstryn o tej samej, jak również innej wartości równoważnika glukozowego. Uwzględnić należy bowiem fakt, że właściwości maltodekstryn o tej samej wartości DE różnią się znacznie w zależności od sposobu ich otrzymywania (stosowanego enzymu, warunków reakcji, itp) [10].

Wnioski

1. Powlekanie owoców truskawek filmem maltodekstrynowym przed procesem zamrażania ogranicza wycieki soku w trakcie ich rozmrażania w temp. pokojowej (22°C). Stwierdzono, że wielkość ubytku masy owoców jest odwrotnie skorelowana ze stężeniem roztworu powlekającego. Natomiast czas przechowywania w warunkach chłodniczych (40 dni, -18°C) nie ma istotnego wpływu na wielkość ubytków masy badanych truskawek.
2. Wykazano, że powlekanie owoców filmem maltodekstrynowym zwiększało jędrność rozmrożonych w temp. pokojowej owoców, a tym samym wpływało korzystnie na ich jakość.
3. Rozmrażanie w temperaturze pokojowej powoduje znacznie mniejsze uszkodzenia struktury powlekanych owoców niż rozmrażania mikrofalowe. W efekcie obserwuje się znacznie mniejszy wyciek i zwiększoną jędrność owoców.

*Praca naukowa finansowana ze środków KBN jako projekt badawczy zamawiany:
PBZ-KBN/021/P06/99/13*

Literatura

- [1] Garcia M. A., Martino M. N., Zaritzky N. E.: Composite starch-based coatings applied to strawberries (*Fragaria ananassa*). *Nahrung/Food*, 2001, **4**, 267-272.
- [2] Garcia M. A., Martino M. N., Zaritzky N. E.: Plasticized starch - based coatings to improve strawberry (*Fragaria ananassa*) quality and stability. *J. Agric. Food*, 1998, **46**, 411-420.
- [3] Gennadios A., Hanna M. A., Kurth L. B.: Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: A Review. *Lebensm.-Wiss. U. Technol.*, 1997, **30**, 337-350.
- [4] Gomez F., Sjöholm I.: Applying biochemical and physiological principles in the industrial freezing of vegetables: a case study on carrots. *Trends Food Sci. Technol.*, 2004, **15**, 39-43
- [5] Gruda Z., Postolski J.: *Zamrażanie żywności*. WNT. Warszawa 1999.
- [6] Kratchanowa M., Pavlova E., Panchev I.: The effect of microwave heating of fresh orange peels on fruit tissue and quality of extracted pectin. *Carbohydr. Polym.*, 2004, **56**, 181-185.
- [7] Krochta J. M.: Control of mass transfer in foods with edible coatings and films. In: Singh, R. P. and Wirakartakusumah, M. A (EDS), *Advanced in Food Engineering*. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc, 1992, pp. 517-538.
- [8] Krochta J. M., De Mulder-Johnston C.: Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol.*, 1997, **51**, 61-74.
- [9] Krochta J. M., De Mulder-Johnston C.: Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review. *Trends Food Sci. Technol.*, 1997, **8**, 228-237.
- [10] Marchal L. M., Beftink H. H., Tramper J.: Towards a rational design of commercial maltodextrins. *Trends Food Technol.*, 1999, **10**, 345-355.
- [11] Mc Pherson J. J.: Comparison of waxy potato with other root and tuber starches. *Carbohydr. Polym.*, 1999, **40**, 57-70.
- [12] Ogonek A., Lenart A.: Wpływ selektywnych powłok jadalnych na odwadnianie osmotyczne truskawek. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **3 (28)**, 62-73.
- [13] Ponne C. T., Bartels P. V.: Interaction of electromagnetic energy with biological material – relation to food processing. *Radiat. Phys. Chem.*, 1995, **4 (45)**, 591-607.

- [14] Rindlav-Westling A., Stading M., Hermansson A.M., Gatenholm P.: Structure, mechanical and barrier properties of amylose and amylopectin films. *Carbohydr. Polym.*, 1998, **36**, 217-224.
- [15] Suutarinen J., Änäkäinen L., Autio K.: Comparison of light microscopy and spatially resolved Fourier transform infrared (FT-IR) microscopy in the examination of cell wall components of strawberries. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 1998, **31**, 595-601.
- [16] Suutarinen J., Heiska K., Moss P., Autio K.: The effect of calcium chloride and sucrose prefreezing treatments on the structure of strawberry tissue. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 2000, **33**, 89-102.
- [17] Tharanthan R. N.: Biodegradable films and composite coatings: past, present and future. *Trends Food Technol.*, 2003, **14**, 71-78.
- [18] White D. R., Hudson P., Adamson J. T.: Dextrin characterization by high-performance anion-exchange chromatography-pulsed amperometric detection and size-exclusion chromatography-multi-angle light scattering-refractive index detection. *J. Chromatograph., A* 2003, **997**, 79-85.

THE EFFECT OF MALTODEXTRINE COATING ON LOSSES IN WEIGHT AND FIRMNESS OF STRAWBERRIES BEING THAWED

S u m m a r y

The objective of this study was to determine the effect of edible maltodextrine coatings on the level of losses in weight and firmness of strawberries after they have been frozen and thawed. Maltodextrines solutions of various concentrations such as 2, 4, 6, and 8% (w/v) were used during the experiments. The effect of their storing time in a refrigerator, as well as the impact of a thawing method on the final sensory properties of strawberry fruits were investigated.

It was shown that a maltodextrine coating almost three times reduced the losses in weight of strawberries after the completed thawing process, and it had an advantageous effect on the fruit firmness. The best functional properties had a coating made of a 6% (w/v) solution of maltodextrine studied. Additionally, it was found that fruits thawed at a room temperature had a much better sensory quality if comparing with those thawed using a microwave heating.

Key words: strawberries, freezing, weight loss, firmness, coating, maltodextrins ☒