

WPLYW TEMPERATURY I CIŚNIENIA W KOMORZE SUSZARKI
PRÓŻNIOWEJ NA WŁAŚCIWOŚCI REHYDRACYJNE SUSZONYCH
TRUSKAWEK

*Agnieszka Ciurzyńska, Dariusz Piotrowski, Monika Janowicz,
Iwona Sitkiewicz, Andrzej Lenart*

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności, SGGW
ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa
e-mail: agnieszka_cieurzynska@sggw.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wpływ odmiany, wymiarów i przygotowania surowca, oraz zmian temperatury lub ciśnienia w komorze suszarki na właściwości rehydracyjne suszonych próżniowo truskawek. Do badań użyto truskawek odmiany Bounty i Pandora o średnicy 24 i 27 mm. Suszenie realizowano w laboratoryjnej próżniowej suszarce komorowej, stosując następujące poziomy parametrów: temperaturę 50, 60 i 70°C, ciśnienie 4 i 16 kPa. Suszenie owoców prowadzono do niskiego poziomu zawartości wody w suszu (poniżej 10%). Analiza wpływu odmiany truskawek na rehydrację wykazała, że owoce odmiany Bounty uzyskały wyższą końcową zawartość wody po godzinie przetrzymywania w wodzie w porównaniu z odmianą Pandora. Zwiększenie średnicy owoców z 24 do 27 mm powoduje wzrost zawartości wody po procesie rehydracji, ale tylko dla odmiany Bounty. Dla odmiany Pandora uzyskano przeciwny efekt. Wykazano, że owoce świeże poddane suszeniu próżniowemu uzyskały prawie pięciokrotnie niższą zawartość wody po 1 godzinie rehydracji niż owoce suszone po rozmrożeniu. Nie wykazano jednoznacznego wpływu zmian temperatury suszenia na zawartość wody po procesie rehydracji. Zwiększenie ciśnienia podczas suszenia z 4 do 16 kPa powoduje w większości przypadków obniżenie zawartości wody po 1 godzinie rehydracji. Wykazano, że skokowe obniżenie ciśnienia lub temperatury wpływa na uzyskanie wyższych końcowych zawartości wody po rehydracji w porównaniu z przeciwną skokową zmianą parametrów suszenia.

Słowa kluczowe: suszenie próżniowe, truskawki, rehydracja, temperatura, ciśnienie

WSTĘP

Struktura truskawek bardzo często ulega uszkodzeniu podczas przechowywania i transportu, co sprzyja namnażaniu drobnoustrojów. Z tego powodu ograniczeniu ulega okres ich przydatności do spożycia w stanie świeżym (Taiwo i in.

2003). Owoce mogą być spożywane jako świeże lub w formie przetworzonej w dżemach, galaretkach i jako suszone, a następnie uwodnione w jogurtach lub wyrobach cukierniczych (El-Beltagy i in. 2007).

Trudności w suszeniu owoców miękkich bez daleko posuniętej modyfikacji suszonej tkanki, na przykład do postaci miazgi, są poważne. Odwadnianie lub suszenie owoców miękkich wymaga doskonalenia sposobów technologicznych, choćby ze względu na wyciek soku (Piotrowski 2009). W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań analizując jakość produktów otrzymanych takimi metodami (Matuska in. 2006). Suszenie próżniowe może stać się atrakcyjnym sposobem utrwalania owoców miękkich, w tym truskawek, wobec niedrogich metod suszenia (konwekcyjne, mikrofalowo-konwekcyjne) lub kosztownych (sublimacyjne) (Piotrowski 2009).

Suszenie w warunkach obniżonego ciśnienia pozwala uniknąć szkodliwego działania tlenu na składniki surowca (witamina C, karoten, barwniki), zabezpiecza produkt przed zanieczyszczeniami mogącymi dostać się z powietrza (Chou i Chua 2001). Suszenie próżniowe owoców miękkich (truskawek) znacząco wpływa na właściwości fizykochemiczne otrzymanego suszu. Stopień zmian uzależniony jest od parametrów procesu, w tym głównie temperatury i ciśnienia, od właściwości surowca, w tym przede wszystkim od wymiarów geometrycznych oraz przygotowania wstępnego, jak na przykład obróbka termiczna (Piotrowski 2009). W tej metodzie utrwalania można obniżyć temperaturę, co ma korzystny wpływ na jakość suszu i zapewnia znikome straty ciepła (Piotrowski i Lenart, 2002). Ciśnienie podczas suszenia próżniowego wpływa na porowatość suszu, a także na zmiany barwy i utratę aromatu (Krokida i in. 2001).

Prowadzone są badania polegające na modyfikacjach tradycyjnych metod suszenia w celu poprawy ekonomiczności procesu i uzyskania suszy o coraz lepszych cechach jakościowych. Skoro próżnia pozwala na odparowanie wody przy niższej temperaturze i z większą szybkością niż przy ciśnieniu atmosferycznym, a mikrofałe przenikając do wnętrza żywności wywołują odparowanie wody w tkance surowca, to duża różnica ciśnień między wnętrzem i powierzchnią materiału pozwala na szybkie usunięcie wody z żywności bez oddziaływania wysokich temperatur. Odparowanie wody podczas suszenia mikrofalowo-próżniowego w niższej temperaturze, niż podczas suszenia przy ciśnieniu atmosferycznym zmniejsza straty wrażliwych na temperaturę składników żywności, a obniżona ilość tlenu atmosferycznego zmniejszając intensywność reakcji utleniania, co zapewnia zachowanie smaku, barwy i zapachu wysuszonych owoców (Mui i in. 2002).

Niewielka liczba informacji dostępnych w literaturze nie pozwala na wyjaśnienie wpływu zmiennych warunków procesu na wybrane właściwości i wskaźniki jakości suszonych truskawek (Lenart i in. 2000).

Jedną z najważniejszych właściwości suszonej żywności jest zdolność do szybkiej i całkowitej rehydracji. Zmienność tej cechy uzależniona jest od właściwości suszonej żywności, zastosowanej obróbki wstępnej przed suszeniem i od parametrów suszenia (Ciurzyńska i Lenart 2009a).

Celem pracy było określenie jak zmieniają się właściwości rehydracyjne suszonych próżniowo truskawek w zależności od odmiany i wielkości owoców, a także temperatury oraz ciśnienia podczas suszenia próżniowego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły truskawki odmiany Bounty i Pandora. Owoce skalibrowano i dla obu odmian wybrano truskawki o średnicy 24 i 27 mm.

Świeże i rozmrożone truskawki suszono w laboratoryjnej próżniowej suszarce komorowej, w stałych warunkach stosując następujące poziomy parametrów: temperaturę 50, 60 i 70°C, ciśnienie 4 i 16 kPa. Sygnały pomiarowe z wagi i termopar były rejestrowane co 5 min. Suszenie owoców prowadzono do wyrównania wskazań wagi lub do niskiego poziomu zawartości wody w suszu (poniżej 10%). Dla otrzymanych suszy oznaczano właściwości rehydracyjne.

Oznaczenie właściwości rehydracyjnych suszonych próżniowo truskawek polegało na pomiarze przyrostu masy suszonych owoców po określonym czasie przetrzymywania w wodzie. Pomiar był wykonywany w temperaturze pokojowej, dla wszystkich rodzajów suszonych truskawek, w dwóch powtórzeniach dla jednego czasu rehydracji (Witrowa-Rajchert i Lewicki 2006).

Badając właściwości rehydracyjne suszu do dwóch zlewek nalewano po 100 ml wody destylowanej i wkładano po jednej (całej) wysuszonej truskawce (około 0,5 g) uprzednio zważonej na wadze technicznej z dokładnością do ± 0.001 g. Po czasie 1h owoce były odsączane, ważone i oznaczano w nich zawartość wody (Lenart 1996).

Badania wykonano w ramach projektu badawczego własnego Nr N N312 197635

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 1 zamieszczono symbole i rodzaje otrzymanych suszonych próżniowo truskawek.

Analiza wpływu odmian truskawek na właściwości rehydracyjne otrzymanych suszy wykazała, że owoce odmiany Pandora (8, 11, 14, 5) uzyskały we wszystkich przypadkach niższe zawartości wody i przyrosty masy podczas rehydracji w stosunku do truskawek odmiany Bounty (7, 10, 13, 4) (rys. 1). Prawdopodobnie różnice te wynikają z cech odmianowych np. struktura i skład chemiczny

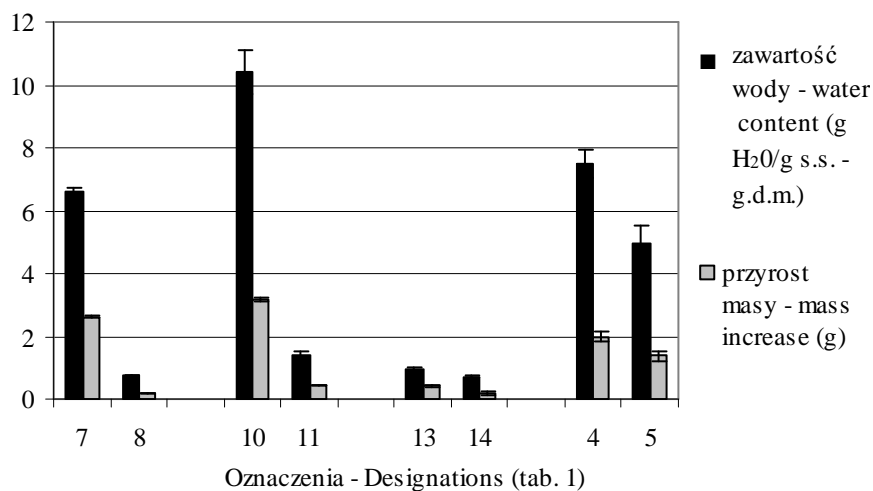
ny, które mają znaczący wpływ na zdolność suszy do uwadniania.

Tabela 1. Objasnienia symboli suszonych próżniowo truskawek

Table 1. Designations of vacuum-dried strawberries

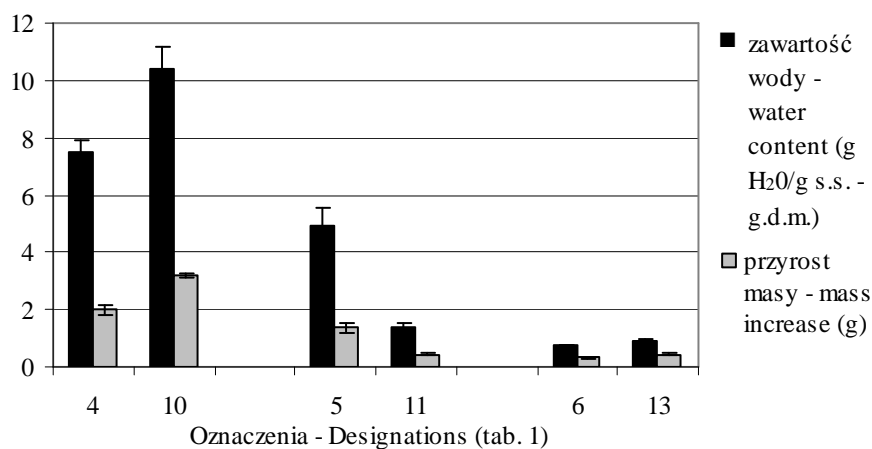
Symbol Symbol	Przygotowanie surowca Material pre-treatment	Odmiana Variety	Temperatura suszenia Drying temperature (°C)	Ciśnienie suszenia Drying pressure (kPa)	Średnica Diameter (mm)
1	świeże/fresh	Pandora	70	4	24
2	świeże/fresh	Pandora	50	16	24
3	świeże/fresh	Pandora	70	16	24
4	mrożone/frozen	Bounty	70	4	24
5	mrożone/frozen	Pandora	70	4	24
6	mrożone/frozen	Bounty	70	16	24
7	mrożone/frozen	Bounty	50	4	27
8	mrożone/frozen	Pandora	50	4	27
9	mrożone/frozen	Pandora	60	4	27
10	mrożone/frozen	Bounty	70	4	27
11	mrożone/frozen	Pandora	70	4	27
12	mrożone/frozen	Pandora	50	16	27
13	mrożone/frozen	Bounty	70	16	27
14	mrożone/frozen	Pandora	70	16	27
15	mrożone/frozen	Bounty	70skok50	4	24
16	mrożone/frozen	Bounty	50skok70	4	24
17	mrożone/frozen	Bounty	70	4skok16	24
18	mrożone/frozen	Bounty	70	16skok4	24

Średnica owoców odgrywa znaczącą rolę w procesie rehydracji suszonych próżniowo truskawek. Stwierdzono, że truskawki odmiany Bounty o średnicy 24 mm (4, 6) uzyskały niższe zawartości wody i przyrosty masy po procesie rehydracji w stosunku do owoców o średnicy 27 mm (10, 13) (rys. 2).



Rys. 1. Zawartość wody i przyrost masy truskawek badanych odmian, suszonych próżniowo w temperaturze 50 i 70°C przy ciśnieniu 4 i 16 kPa

Fig. 1. Water content and mass increase of investigated strawberry varieties, vacuum-dried at temperature of 50 and 70°C and pressure of 4 and 16 kPa



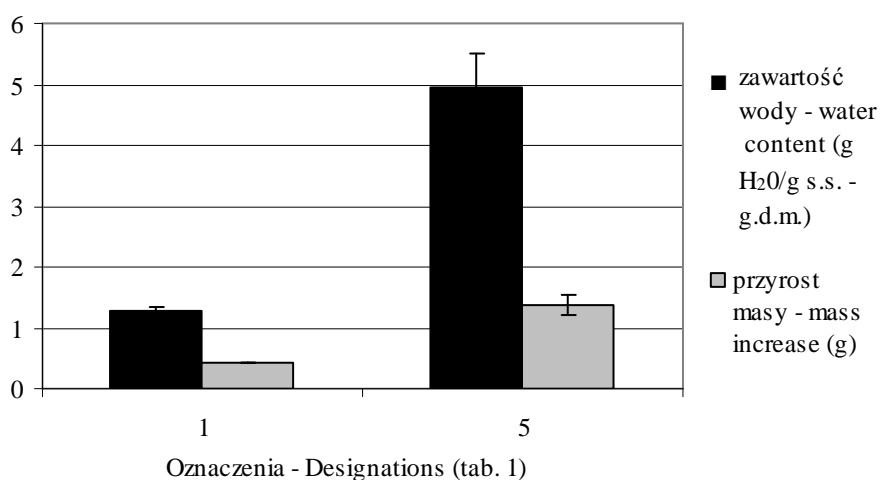
Rys. 2. Zawartość wody i przyrost masy truskawek badanych odmian o średnicy 24 i 27 mm, suszonych próżniowo w temperaturze 70°C przy ciśnieniu 4 i 16 kPa

Fig. 2. Water content and mass increase of investigated strawberry varieties with diameters of 24 and 27 mm, vacuum-dried at temperature of 70°C and pressure of 4 and 16 kPa

Dla odmiany Pandora (5, 11) uzyskano przeciwny efekt. Ze wzrostem średnicy suszonych truskawek obniżała się zdolność suszy do chłonięcia wody podczas

rehydracji. Również Piotrowski (2009) wykazał, że wraz ze wzrostem wymiarów truskawek odmiany Pandora czas suszenia do wybranej zawartości wody wydłużył się. To może potwierdzać przypuszczenia o niekorzystnych zmianach w strukturze truskawek o większych wymiarach, jakie zachodziły podczas dłuższego czasu suszenia.

Analizowano również wpływ przygotowania materiału do suszenia na właściwości rehydracyjne suszonych próżniowo truskawek (rys. 3). Wykazano, że owoce odmiany Pandora suszone próżniowo jako świeże (1) osiągają mniejszą zawartość wody i przyrosty masy po procesie rehydracji w stosunku do truskawek suszonych w takich samych warunkach, ale zamrożonych i rozmrożonych przed suszeniem (5). Przeciwnie wyniki uzyskali Ciurzyńska i Lenart (2009b) badając truskawki odmiany Senga Sengana poddane suszeniu sublimacyjnemu w stanie świeżym i zamrożonym. Wykazali oni, że świeże truskawki odwadniane osmotycznie i nieodwadniane przed liofilizacją wykazują lepsze właściwości rehydracyjne niż owoce zamrożone, przechowywane i poddane lub nie obróbce osmotycznej przed suszeniem sublimacyjnym. Lepiej zachowana struktura liofilizowanych owoców świeżych pozwala na chłonięcie wody w większym stopniu i uzyskanie wyższych zawartości wody po 60 minutach rehydracji (Ciurzyńska i Lenart 2009b).



Rys. 3. Zawartość wody i przyrost masy truskawek odmiany Pandora, świeżych i mrożonych, suszonych próżniowo w temperaturze 70°C przy ciśnieniu 4 kPa

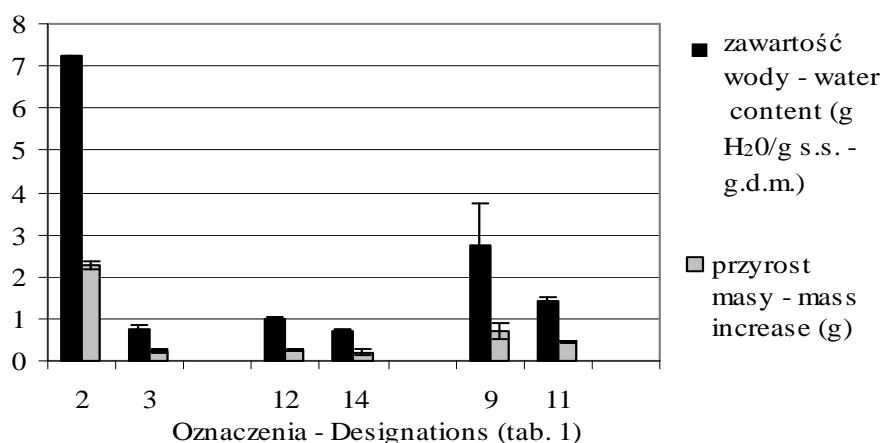
Fig. 3. Water content and mass increase of strawberries variety Pandora, vacuum-dried at temperature of 70°C and pressure of 4 kPa

Wynika to najprawdopodobniej z różnic w strukturze truskawek suszonych w stanie świeżym i rozmrożonym, w zależności od sposobu suszenia tj próżniowego

i liofilizacji. Również w wyniku mrożenia i w czasie przechowywania zamrożonych owoców następuje wzrost kryształków lodu, które uszkadzają strukturę tkanki owoców (Gruda i Postolski 1999).

Również Tzee Lee i in. (2006) uzależniają zdolność do rehydracji liofilizatów od jakości mikrostruktury suszu sublimacyjnego. Witrowa – Rajchert (1999) twierdzi, że zdolność do rehydracji suszonych produktów jest wskaźnikiem jakości, który określa fizyczne i chemiczne zmiany owoców podczas suszenia, jako wpływ warunków suszenia, przygotowania próbki i składu chemicznego.

Truskawki suszono próżniowo przy różnych temperaturach. Wykazano, że ze wzrostem temperatury suszenia następuje pogorszenie właściwości suszy (rys. 4). Truskawki suszone przy 50 i 60°C (2, 12, 9) uzyskały wyższe zawartości wody i przyrosty masy po rehydracji w stosunku do owoców suszonych w temperaturze 70°C (3, 14, 11). W tym przypadku również największe znaczenie ma prawdopodobnie lepsze zachowanie struktury podczas suszenia owoców przy niższej temperaturze. Piotrowski (2009) wykazał, że najczęściej przyjmuje się, że skurcz suszarniczy w łagodniejszych warunkach temperaturowych jest znacznie mniejszy.



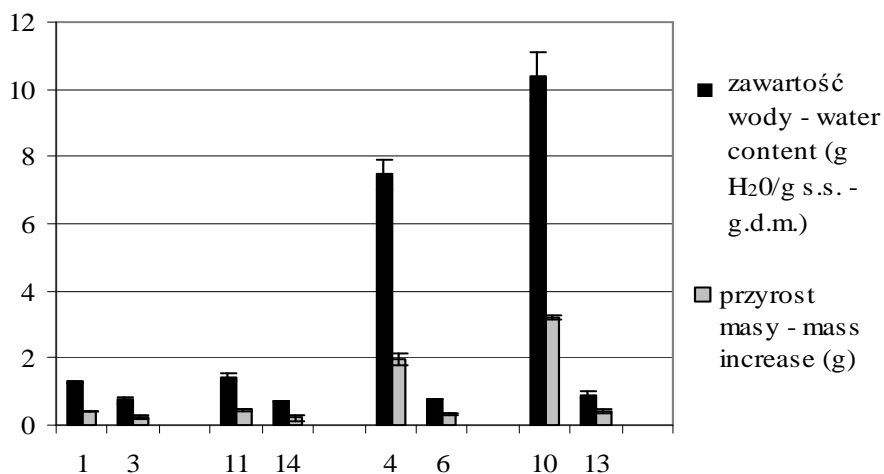
Rys. 4. Zawartość wody i przyrost masy truskawek odmiany Pandora suszonych próżniowo w temperaturze 50, 60 i 70°C przy ciśnieniu 4 i 16 kPa

Fig. 4. Water content and mass increase of strawberries variety Pandora, vacuum-dried at temperatures of 50, 60 and 70°C and pressure of 4 and 16 kPa

Potwierdzają to wyniki badań przeprowadzonych na truskawkach suszonych sublimacyjnie. Zbadano, że owoce liofilizowane przy temperaturze półek grzejnych liofilizatora 50°C uzyskały wyższe zawartości wody po 1 godzinie rehydracji w porównaniu do truskawek suszonych sublimacyjnie przy temperaturze 70°C

(Ciurzyńska i Lenart 2009a). Owoce suszone przy temperaturze półek grzejnych liofilizatora 50°C miały lepiej zachowaną strukturę niż truskawki liofilizowane przy 70°C i w większym stopniu chłonięły wodę podczas rehydracji.

Analizowano także wpływ ciśnienia na właściwości rehydracyjne suszonych próżniowo truskawek (rys. 5). Badania wykazały, że suszenie próżniowe prowadzone przy niższym ciśnieniu rzędu 4 kPa (1, 11, 4, 10) wpływa na osiągnięcie wyższych zawartości wody i przyrostów masy po rehydracji niż suszenie przy ciśnieniu 16 kPa (3, 14, 6, 13). Wyższe ciśnienie procesu suszenia sprzyja uszkodzeniu struktury truskawek, które w czasie rehydracji chłoną wodę w mniejszym stopniu. Zależności uzyskane przez Wu i in. (2007) wskazują, że przy niższym ciśnieniu podczas suszenia próżniowego uzyskuje się najmniejszy skurcz, który wraz z podniesieniem poziomu ciśnienia wzrasta.



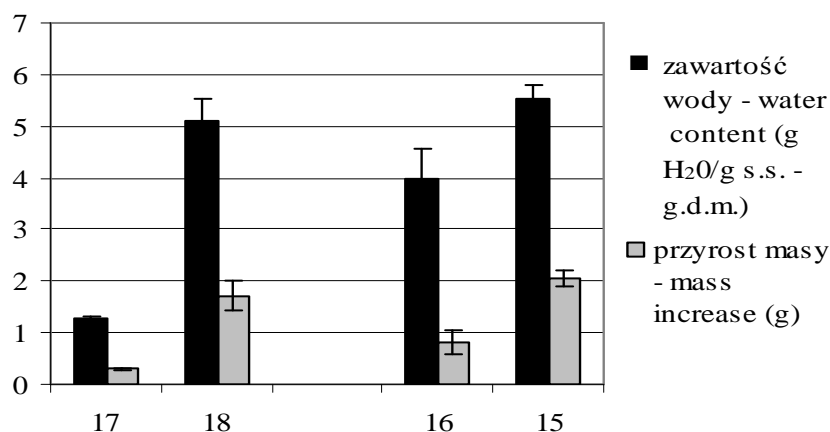
Oznaczenia - Designations (tab. 1)

Rys. 5. Zawartość wody i przyrost masy truskawek badanych odmian suszonych próżniowo w temperaturze 70°C przy ciśnieniu 4 i 16 kPa

Fig. 5. Water content and mass increase of investigated strawberry varieties, vacuum-dried at temperature of 70°C and pressure of 4 and 16 kPa

Badano również wpływ skokowych zmian temperatury lub ciśnienia podczas procesu suszenia próżniowego na właściwości rehydracyjne suszonych truskawek (rys. 6). Wykazano, że skokowa zmiana ciśnienia z 16 na 4 kPa (18) wpływa na poprawę zdolności suszy do chłonięcia wody podczas rehydracji w stosunku do truskawek suszonych przy skokowej zmianie ciśnienia z 4 na 16 kPa (17). Potwierdza to wyniki badań przeprowadzonych przez Krokida i Maroulis (1997),

którzy suszyli próżniowo marchew, ziemniaki i banany. Wykazali, oni, że obniżenie ciśnienia podczas suszenia próżniowego od 65 do 3 kPa zdecydowanie zwiększyło porowatość otrzymanych suszy. Przy skokowej zmianie temperatury w czasie suszenia próżniowego zaobserwowano podobne zależności jak przy skokowej zmianie ciśnienia (rys. 6). Wyższe zawartości wody i przyrosty masy podczas po rehydracji osiągnęły truskawki suszone przy skokowej zmianie temperatury z 70 do 50°C (15) w stosunku do zmiany z 50 do 70°C (16).



Oznaczenia - Designations (tab. 1)

Rys. 6. Zawartość wody i przyrost masy truskawek odmiany Bounty, suszonych próżniowo w zmiennych warunkach temperatury lub ciśnienia

Fig. 6. Water content and mass increase of strawberries variety Bounty, vacuum-dried under variable conditions of temperature or pressure

Pappas i in. (1999) wykazali, że obniżenie ciśnienia z 6,7 do 2 kPa korzystnie wpłynęło na współczynnik rehydracji owoców i grzybów suszonych metodą próżniowo-mikrofalową, co wynika z wytworzonych w ich tkance porów. Zmniejszenie ciśnienia w bębnie suszarki powodowało wystąpienie ekspansji suszonego materiału. Zjawisko to, w przeciwieństwie do skurczu suszarniczego, sprzyja zachowaniu kształtu i wymiarów suszonego obiektu. Również pomidory dosuszone metodą mikrofalowo-próżniową uzyskały niską gęstość i puszystą strukturę, dzięki której susz szybciej się uwadniał w porównaniu z suszem konwekcyjnym (Durance i Wang 2002).

Piotrowski (2009) zbadał, że dla odmiany Pandora wraz z podniesieniem ciśnienia z 4 do 20 kPa podczas suszenia próżniowego czas suszenia ulegał wydłużeniu, co miało wpływ na pogorszenie struktury uzyskanych suszy.

WNIOSKI

1. Suszone próżniowo truskawki odmiany Pandora uzyskały niższe zawartości wody i mniejsze przyrosty masy podczas rehydracji w stosunku do truskawek odmiany Bounty.

2. Truskawki odmiany Pandora suszone próżniowo jako świeże osiągają mniejszą zawartości wody i przyrosty masy po procesie rehydracji w stosunku do truskawek suszonych w takich samych warunkach rozmrożonych przed suszeniem.

3. Średnica owoców odgrywa znaczącą rolę w procesie rehydracji suszonych próżniowo truskawek. Truskawki odmiany Bounty o średnicy 24 mm cechują się gorszymi właściwościami rehydracyjnymi w stosunku do owoców o średnicy 27 mm. Dla odmiany Pandora uzyskano przeciwny efekt.

4. Ze wzrostem temperatury suszenia następuje pogorszenie właściwości suszy. Truskawki suszone w temperaturze 50 i 60°C uzyskały wyższe zawartości wody i przyrosty masy po rehydracji w stosunku do owoców suszonych w temperaturze 70°C.

5. Suszenie próżniowe prowadzone przy niższym ciśnieniu rzędu 4 kPa wpływa na osiągnięcie wyższych zawartości wody i przyrostów masy suszonych truskawek po rehydracji niż suszenie przy ciśnieniu 16 kPa.

6. Skokowa zmiana ciśnienia z wyższych wartości na niższe wpływa na poprawę zdolności suszy do chłonięcia wody podczas rehydracji w stosunku do truskawek suszonych próżniowo przy skokowej zmianie ciśnienia z niższych wartości na wyższe. Podobne zależności zaobserwowano przy skokowej zmianie temperatury w czasie suszenia próżniowego truskawek.

PIŚMIENNICTWO

- Chou S.K., Chua K.J., 2001. New hybrid drying technologies for heat sensitive foodstuffs. *Trends in Food Science and Technology*, 12(10), 359-369.
- Ciurzyńska A., Lenart A., 2009a. The influence of temperature on rehydration and sorption properties of freeze-dried strawberries. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 1(1), 17-25.
- Ciurzyńska A., Lenart A., 2009b. Wpływ odwadniania osmotycznego, rodzaju substancji osmotycznej i mrożenia na wybrane właściwości liofilizowanych truskawek. *Acta Agrophysica*, 14(3), 577-590.
- Durance T.D., Wang J.H., 2002. Energy consumption, density, and rehydration rate of vacuum microwave- and hot-air convection-dehydrated tomatoes. *Journal of Food Sciences*, 67, 2212-2216.
- El-Beltagy, A., Gamea, G.R., Amer Essa, A.H., 2007. Solar drying characteristics of strawberry. *Journal of Food Engineering*, 78, 456-464.
- Gruda Z., Postolski J., 1999. *Zamrażanie Żywności*, WNT, Warszawa, Wyd. III rozszerzone, 291-293.
- Krokida M. K., Maroulis Z. B., Saravacos G. D., 2001. The effect of the method of drying on the color of dehydrated products. *International Journal of Food Science and Technology*, 36, 53-59.

- Krokida M.K., Maroulis Z.B., 1997. Effect of drying method on shrinkage and porosity. *Drying Technology*, 15(10), 2441-2458.
- Lenart A., Piotrowski D., Bernat C., 2000. Właściwości fizyczne marchwi suszonej konwekcyjnie w powietrzu o zmiennej temperaturze. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. Kwartalnik naukowy*, 7, 2(23), 29-38.
- Lenart, A., 1996. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: technology and application. *Drying Technology*, 14, 2-10.
- Matuska, M., Lenart, A., Lazarides, H.N., 2006. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. *Journal of Food Engineering*, 72, 85-91.
- Mui W.W.Y., Durance T.D., Scaman Ch.H., 2002. Flavor and texture of banana chips dried by combinations of hot air, vacuum, and microwave processing. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, 50 (7), 1883-1889.
- Pappas C., Tsami E., Marinos-Kouris D., 1999. The effect of process conditions on the drying kinetics and rehydration characteristics of some MW-vacuum dehydrated fruits. *Drying Technology*, 17(1/2), 157-174.
- Piotrowski D., 2009. Wpływ ciśnienia i temperatury na przebieg suszenia próżniowego truskawek i ich wybrane właściwości. *Rozprawy naukowe i monografie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa*.
- Piotrowski D., Lenart A., 2002. Parametry pracy skomputeryzowanego stanowiska do suszenia owoców pod obniżonym ciśnieniem. *Inżynieria Rolnicza*, 6, 4(37), 283-289.
- Taiwo K. A., Eshtiaghi M. N., Ade-Omawaye B. I. O., Knorr D., 2003. Osmotic dehydration of strawberry halves: influence of osmotic agents and pretreatment methods on mass transfer and product characteristics. *International Journal of Food Science and Technology*, 38, 693-707.
- Tzee Lee K., Farid M., Nguang S. K., 2006. The mathematical modeling of the rehydration characteristics of fruits. *Journal of Food Engineering*, 72, 16-23.
- Witrowa – Rajchert D., 1999. Rehydracja jako wskaźnik zmian zachodzących w tkance roślinnej w czasie suszenia. *Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa*.
- Witrowa-Rajchert, D., Lewicki, P.P., 2006. Rehydration properties of dried plant tissues. *International Journal of Food Science and Technology*, 41, 1040-1046.
- Wu L., Tagawa A., Ogawa Y., Orikasa T., 2007. Vacuum drying characteristics of eggplants. *Journal of Food Engineering*, 83, 422-429.

THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND PRESSURE IN VACUUM-DRYER CHAMBER ON REHYDRATION OF DRIED STRAWBERRIES

*Agnieszka Ciurzyńska, Dariusz Piotrowski, Monika Janowicz,
Iwona Sitkiewicz, Andrzej Lenart*

Department of Food Engineering and Process Management, Faculty of Food Sciences,
Warsaw University of Life Sciences, SGGW
ul. Nowoursynowska 159c, 02-787 Warszawa, Poland
e-mail: agnieszka_ciurzynska@sggw.pl

Abstract. This work presents the influence of variety, diameter, pre-treatment and temperature or pressure changes in dryer chamber on rehydration properties of vacuum-dried strawberries. Strawberries variety Bounty and Pandora with diameters of 24 and 27 mm were used. Drying was realized in a laboratory vacuum-dryer with parameters: temperature 50, 60 and 70°C, pressure 4 and

16 kPa. Fruit drying was conducted to low water content level in dried material (below 10%). The analysis of influence of strawberry variety on rehydration showed that fruit variety Bounty obtained higher final water content after one hour immersion in water in comparison to variety Pandora. Increase of the diameter from 24 to 27 mm caused an increase of water content after rehydration, but only for Bounty variety. For Pandora variety the opposite effect was obtained. It was shown that fresh fruit vacuum-dried obtained almost five times lower water content after one hour of rehydration than fruit dried after defrosting. No unique influence of temperature changes on water content after rehydration was demonstrated. The increase of pressure during drying process from 4 to 16 kPa caused, in a majority of cases, water content decrease after one hour of rehydration. It was shown that decrease in pressure or temperature after rehydration resulted in obtaining higher final water content in comparison to opposite changes of drying parameters.

Key words: vacuum-drying, strawberries, rehydration, temperature, pressure