

WPLYW PARAMETRÓW SUSZENIA PRÓŻNIOWEGO TRUSKAWEK NA WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE SUSZU*

*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_ciurzynska@sggw.pl

Streszczenie. W pracy przedstawiono wpływ zmiany parametrów suszenia próżniowego truskawek (temperatury i ciśnienia) na właściwości sorpcyjne otrzymanych suszy. Zakres pracy obejmował wykonanie czterech suszeń próżniowych w temperaturze 50 i 70°C oraz pod ciśnieniem 4 i 16 kPa. Przeprowadzono także suszenie próżniowe, w czasie którego po 4 godzinach zmieniano temperaturę z 70 do 50°C przy ciśnieniu 4 kPa, oraz suszenie, w którym po 4 godzinach podwyższono ciśnienie z 4 do 16 kPa przy temperaturze suszenia 70°C. W suszonych próżniowo truskawkach oznaczono zawartość suchej substancji; oraz wyznaczono przyrost zawartości wody po 5 i 24 godzinach przetrzymywania suszy w środowisku o aktywności wody 0,648. Wykazano, że wraz ze wzrostem temperatury lub ciśnienia suszenia następuje pogorszenie zdolności adsorpcji pary wodnej przez suszone próżniowo truskawki. Owoce suszone w temperaturze 70°C i ciśnieniu 16kPa wchłonęły mniej pary wodnej po 5 i 24 godzinach, niż susze otrzymane w 50°C i 4 kPa. Stwierdzono także, że skokowe obniżenie temperatury suszenia podczas procesu pozwala otrzymać suszone truskawki, które po 24 godzinach wchłaniają więcej pary wodnej niż owoce uzyskane przy zmiennym ciśnieniu.

Słowa kluczowe: truskawki, suszenie próżniowe, sorpcja pary wodnej, temperatura, ciśnienie

WSTĘP

Truskawki uważa się za jedne z najbardziej delikatesowych owoców. Charakteryzują się one dużą wartością odżywczą oraz smakową. Związane jest to z tym, iż zawierają łatwo przyswajalne cukry, kwasy organiczne, a także sole potasu, żelaza, wapnia i fosforu, jak również witaminy A, B₁, B₁₂ i C (Praca zbiorowa 2001). W związku z dużą podatnością truskawek na gnicie, zaraz po zbiorze powinny być schłodzone i przetrzymywane w temperaturze do 2,5°C i wilgotności względnej powietrza 85-90% (Świetlikowska i in. 2006).

*Badania wykonano w ramach projektu badawczego własnego Nr N N312 197635.

Przemysłowe wykorzystanie truskawek obejmuje mrożenie owoców (w różnych formach), pakowanie w puszki, produkcję konfitur, marmolad, dżemów, suszy, purée, napoi, oraz aromatów. Przetwarzanie truskawek polega głównie na zamrażaniu, a w mniejszym stopniu na blanszowaniu, osmotycznym odwadnianiu i suszeniu (Piotrowski 2009). Suszenie jest jednym z wielu sposobów przedłużenia trwałości surowca. Polega ono na odparowaniu wody z produktu, dzięki czemu można zapewnić trwałość mikrobiologiczną (dostępność wody jest konieczna do rozwoju mikroflory), a reakcje chemiczne i przemiany fizyczne zostają zahamowane lub spowolnione. Efekty suszenia, takie jak zmniejszenie objętości i masy suszu pozwalają obniżyć koszty pakowania, a także ułatwiają transport i magazynowanie (Rząca i Witrowa-Rajchert 2007, Hoffmann 2007).

Dzięki odpowiednim metodom i parametrom procesu usuwania wody, można nadać produktom odpowiednie formy i cechy (Rząca i Witrowa-Rajchert 2007). 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). Pozwala także uniknąć szkodliwego działania tlenu na składniki surowca (witamina C, karoten, barwniki), zabezpiecza produkt przed zanieczyszczeniami mogącymi dostać się z powietrza (Chou i Chua 2001).

Aby właściwie zaprojektować proces suszenia, dobrać odpowiednie urządzenia, oraz zapewnić trwałość produktu w czasie przechowywania ważna jest wiedza o właściwościach sorpcyjnych żywności (Johnson i Brennan 2000, Moraga i in. 2004). Znajomość tych cech jest potrzebna dla określenia poziomu trwałości, krytycznej wilgotności i aktywności wody, szczególnie dla produktów o pogarszającej się jakości pod wpływem wilgoci (Katz i Labuza 1981). Higroskopijność materiału jest związana z jego zdolnością do chłonięcia wody w środowisku wilgotnym i oddawaniu wody w środowisku suchym, co w rezultacie owocuje zmianą zawartości wody w produkcie. Zdolności adsorpcji i desorpcji pary wodnej są dla danego materiału cechami charakterystycznymi (Kokoszka i Lenart 2007).

Tsami i in. (1999) wykazali, że metoda suszenia znacząco wpływa na sorpcję pary wodnej. Żele liofilizowane zaadsorbowały więcej wilgoci niż żele suszone mikrofalowo, które cechują się większą chłonnością niż żele suszone próżniowo i konwekcyjnie. Żele pektynowe suszone próżniowo zaadsorbowały mniej wilgoci od produktów liofilizowanych, pomimo dużo wyższej porowatości.

Celem pracy było określenie zmian właściwości sorpcyjnych suszonych truskawek w zależności od temperatury i ciśnienia podczas suszenia próżniowego.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły truskawki odmiany Bounty. Rozmrożone truskawki suszono w laboratoryjnej próżniowej suszarce komorowej, w stałych warunkach stosując następujące poziomy parametrów: temperaturę 50 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%). Parametry suszenia ustalono na podstawie wcześniejszych badań (Piotrowski 2009). Dla otrzymanych suszy oznaczano właściwości sorpcyjne.

Właściwości sorpcyjne oznaczano metodą ekzykatorową. Zważone truskawki (około 1 g) w postaci całych owoców umieszczano w higroście o aktywności wody 0,648. Po upływie 5 i 24 godzin ponownie je ważono i oznaczano zawartość wody.

WYNIKI I DYSKUSJA

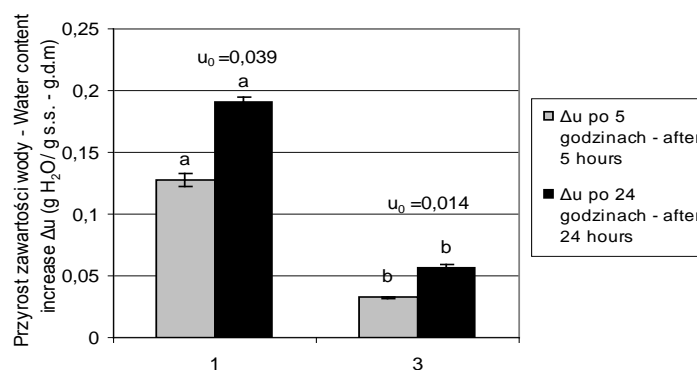
W tabeli 1 zamieszczono symbole i rodzaje otrzymanych suszonych próżniowo truskawek.

Tabela 1. Objasnienia symboli suszonych próżniowo truskawek
Table 1. Designations of vacuum-dried strawberries

Symbol Symbol	Przygotowanie surowca Material pre-treatment	Temperatura suszenia Drying temperature (°C)	Ciśnienie suszenia Drying pressure (kPa)
1	mrożone – frozen	50	4
2	mrożone – frozen	50	16
3	mrożone – frozen	70	4
4	mrożone – frozen	70	16
5	mrożone – frozen	70	4 kPa przez 4 h następnie zmiana do 16 kPa 4 kPa for 4 h then be changed to 16 kPa
6	mrożone – frozen	70°C przez 4 h następnie zmiana do 50°C (do końca procesu) 70°C for 4 h then be changed to 50°C (until the end of the process)	4

Wykazano, że wraz z obniżeniem temperatury suszenia następuje poprawa właściwości sorpcyjnych truskawek suszonych próżniowo pod ciśnieniem 4 kPa. Owoce suszone w temperaturze 50°C (1) wchłonęły więcej pary wodnej po 5 i 24 godzinach sorpcji niż truskawki wysuszone w temperaturze 70°C (3) (rys. 1). Różnice były istotne statystycznie na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Podobne zależności uzyskała Ciurzyńska i in. (2011a) we wcześniejszych badaniach na świeżych i rozmrożonych truskawkach odmiany Pandora, suszonych próżniowo. Ze wzrostem temperatury suszenia następowało pogorszenie właściwości sorpcyjnych suszy. Także inne badania Ciurzyńskiej i in. (2011b) potwierdziły, że 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.

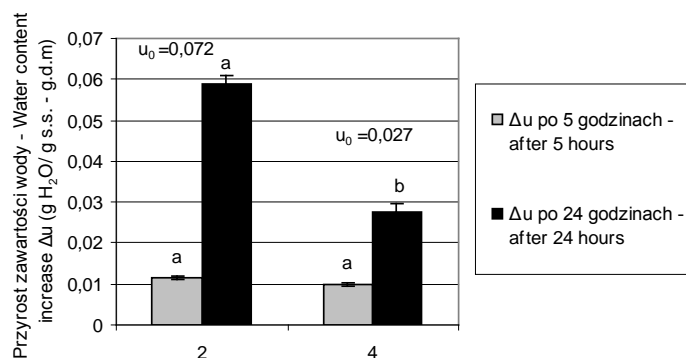
Witrowa-Rajchert i in. (2006) w badaniach nad wpływem temperatury i metody suszenia na właściwości sorpcyjne suszonych jabłek wykazali, że wyższa temperatura płyty grzejnej w czasie suszenia sublimacyjnego spowodowała wzrost ilości wchłanianej przez materiał pary wodnej, natomiast dla suszu konwekcyjnego nie stwierdzono istotnego wpływu temperatury powietrza na kinetykę adsorpcji pary wodnej.



Rys. 1. Przyrost zawartości wody w wyniku adsorpcji pary wodnej przez truskawki w eksykatorze; truskawki suszono wcześniej próżniowo w różnej temperaturze i przy ciśnieniu 4 kPa (podane wartości są średnimi z odchyleniami standardowymi). Te same litery (ab) w poszczególnych kolumnach oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (poziom istotności 0,05). Oznaczenia w tabeli 1.

Fig. 1. Water content increase as a result of water vapour absorption by strawberries in desiccators; strawberries earlier vacuum-dried in different temperature at pressure 4 kPa (values represent means \pm standard deviations). Not statistically significant differences (significant level 0,05) indicated by the same letters (ab). Designations in Table 1.

Dla truskawek suszonych próżniowo pod ciśnieniem 16 kPa wykazano podobne zależności. Owoce suszone w temperaturze 50°C (2) wchłonęły więcej pary wodnej po 5 i 24 godzinach sorpcji niż truskawki wysuszone w temperaturze 70°C (4), ale tylko po 24 godzinach różnice były istotne statystycznie na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (rys. 2). Pozytywny wpływ niższej temperatury suszenia na właściwości sorpcyjne suszonych próżniowo truskawek można tłumaczyć zmianami struktury w tkance owocu na skutek suszenia. Ciurzyńska i Lenart (2007) badając właściwości liofilizowanych truskawek wykazali, że podniesienie temperatury półek grzejnych liofilizatora, szczególnie do 70°C, powoduje pogorszenie struktury wewnętrznej liofilizatu, rozrywanie ścian komórkowych. W efekcie uzyskano zbitą masę suszu, w której niemożliwe było wyodrębnienie pojedynczych komórek. Może mieć to związek z przekroczeniem temperatury przemiany szklistej i załamaniem struktury.



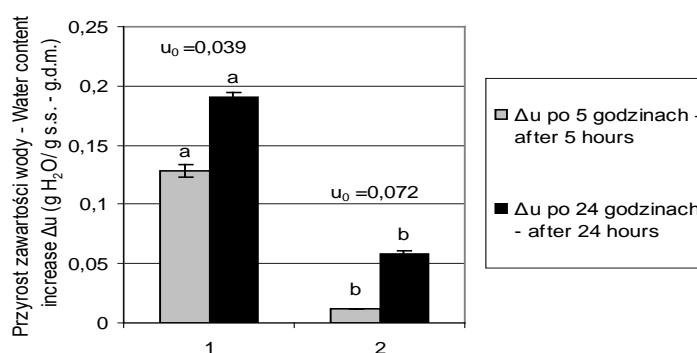
Rys. 2. Przyrost zawartości wody w wyniku adsorpcji pary wodnej przez truskawki w eksykatorze; truskawki wcześniej suszono próżniowo w różnej temperaturze i przy ciśnieniu 16 kPa (podane wartości są średnimi z odchyleniami standardowymi). Te same litery (ab) w poszczególnych kolumnach oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (poziom istotności 0,05). Oznaczenia w tabeli 1.

Fig. 2. Water content increase as a result of water vapour absorption by strawberries in desiccators; strawberries earlier vacuum-dried in different temperature at pressure 16 kPa (values represent means \pm standard deviations). Not statistically significant differences (significant level 0,05) indicated by the same letters (ab). Designations in Table 1.

Uzyskane wyniki potwierdzają wcześniejsze badania nad wpływem temperatury suszenia sublimacyjnego na właściwości sorpcyjne liofilizowanych truskawek. Ciurzyńska i Lenart (2009) wykazali, że zastosowanie temperatury półek grzejnych liofilizatora 70°C powoduje otrzymanie suszu, który wchłonął istotnie mniej pary wodnej niż truskawki liofilizowane w temperaturze 50°C.

Negatywny wpływ wyższych temperatur suszenia na adsorpcję pary wodnej potwierdzają także badania przeprowadzone przez Medeni i Fahrettin (1998) na suszonych konwekcyjnie owocach morwy.

Analiza wpływu ciśnienia na właściwości sorpcyjne truskawek suszonych próżniowo w temperaturze 50°C wykazała, że zastosowanie niższego ciśnienia 4 kPa (1) istotnie statystycznie zwiększa ilość wchłoniętej pary wodnej w stosunku do owoców suszonych pod ciśnieniem 16 kPa (2) (rys. 3). Różnice były znaczące po 5 i 24 godzinach sorpcji. Potwierdza to wcześniejsze badania przeprowadzone przez Ciurzyńską i in. (2011a) dla świeżych i rozmrożonych truskawek odmiany Pandora suszonych próżniowo suszonych próżniowo.



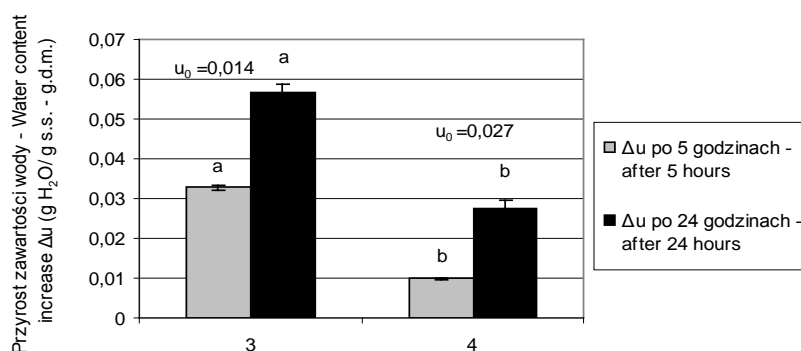
Rys. 3. Przyrost zawartości wody w wyniku adsorpcji pary wodnej przez truskawki w eksykatorze; truskawki wcześniej suszono próżniowo w temperaturze 50°C i przy różnym ciśnieniu (podane wartości są średnimi z odchyleniami standardowymi). Te same litery (ab) w poszczególnych kolumnach oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (poziom istotności 0,05). Oznaczenia w tabeli 1.

Fig. 3. Water content increase as a result of water vapour absorption by strawberries in desiccators; strawberries earlier vacuum-dried in temperature 50°C at different pressure (values represent means \pm standard deviations). Not statistically significant differences (significant level 0,05) indicated by the same letters (ab). Designations in Table 1.

Wyjaśnienia takiego zjawiska można doszukiwać się w korzystnych zmianach struktury, jakie zachodzą podczas suszenia przy niższym ciśnieniu. Różne warunki suszenia próżniowego wpływa na uzyskanie różnego stopnia kruchości struktury (Panyawong i Devahastin 2007). Oikonomopoulou i in. (2011) liofilizując ryż w różnych warunkach ciśnienia wykazali, że zastosowanie niskiego ciśnienia powoduje wzrost porowatości suszu, a obniża się ze wzrostem ciśnienia. Pappas i in. (1999) wykazali, że obniżenie ciśnienia podczas suszenia owoców i grzybów metodą próżniowo-mikrofalową wpłynęło na wytworzenie w ich tkance porów i wystąpienie ekspansji suszonego materiału. Zjawisko to, w przeciwieństwie do skurczu suszarniczego, sprzyja zachowaniu kształtu i wymiarów suszonego obiektu. Także Piotrowski (2009) dla odmiany Pandora zbadał, że wraz z podniesieniem ciśnienia z 4 do 20 kPa podczas suszenia próżniowego, czas suszenia ulegał wydłużeniu, co miało wpływ na pogorszenie struktury uzyskanych suszy.

Dla truskawek suszonych próżniowo w temperaturze 70°C uzyskano podobne zależności. Wraz z obniżeniem ciśnienia nastąpiła poprawa właściwości sorpcyjnych suszy. Owoce suszone pod ciśnieniem 4 kPa (3) wchłonęły istotnie statystycznie więcej pary wodnej po 5 i 24 godzinach sorpcji niż truskawki suszone pod ciśnieniem 16 kPa (rys. 4).

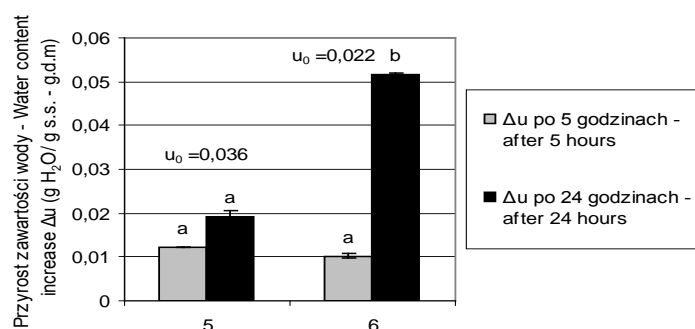
Również w badaniach Ciurzyńskiej i in. (2011b) wykazano, że suszenie próżniowe prowadzone przy niższym ciśnieniu rzędu 4 kPa wpływa na osiągnięcie wyższych zawartości wody i przyrostów masy suszonych truskawek po rehydracji niż suszenie przy ciśnieniu 16 kPa.



Rys. 4. Przyrost zawartości wody w wyniku adsorpcji pary wodnej przez truskawki w eksykatorze; truskawki wcześniej suszono próżniowo w temperaturze 70°C i przy różnym ciśnieniu (podane wartości są średnimi z odchyleniami standardowymi). Te same litery (ab) w poszczególnych kolumnach oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (poziom istotności 0,05). Oznaczenia w tabeli 1.

Fig. 4. Water content increase as a result of water vapour absorption by strawberries in desiccators; strawberries earlier vacuum-dried in temperature 70°C at different pressure (values represent means \pm standard deviations). Not statistically significant differences (significant level 0,05) indicated by the same letters (ab). Designations in Table 1.

Analiza wpływu skokowej zmiany temperatury lub ciśnienia podczas suszenia próżniowego na właściwości sorpcyjne suszonych truskawek wykazała, że suszenie owoców pod niższym ciśnieniem 4 kPa i w temperaturze 70°C przez 4h, a następnie zmiana do 50°C (do końca procesu) (6) wpłynęło na uzyskanie suszu o lepszych właściwościach sorpcyjnych niż w przypadku suszenia w temperaturze 70°C pod ciśnieniem 4 kPa przez 4h, a następnie zmiana do 16 kPa (do końca procesu) (5) (rys. 5). Owoce suszone w niższym ciśnieniu i niższej temperaturze przez większość procesu (6) wchłonęły więcej pary wodnej przez 5 i 24 godziny sorpcji, ale tylko po 24 godzinach różnice były istotne statystycznie na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.



Rys. 5. Przyrost zawartości wody w wyniku adsorpcji pary wodnej przez truskawki w eksykatorze; truskawki wcześniej suszono próżniowo w zmiennej temperaturze lub ciśnieniu (podane wartości są średnimi z odchyleniami standardowymi). Te same litery (ab) w poszczególnych kolumnach oznaczają brak statystycznie istotnej różnicy (poziom istotności 0,05). Oznaczenia w tabeli 1.

Fig. 5. Water content increase as a result of water vapour absorption by strawberries in desiccators; strawberries earlier vacuum-dried in variable temperature or pressure (values represent means \pm standard deviations). Not statistically significant differences (significant level 0,05) indicated by the same letters (ab). Designations in Table 1.

WNIOSKI

1. Suszenie próżniowe truskawek w niższej temperaturze (50°C) pozwala uzyskać susz o lepszych właściwościach sorpcyjnych dla owoców suszonych pod ciśnieniem 4 i 16 kPa.

2. Zastosowanie niższych ciśnień (4 kPa) podczas suszenia truskawek wpływa na wchłonięcie przez nie większej ilości pary wodnej w stosunku do owoców suszonych pod wyższym ciśnieniem w temperaturze 50 i 70°C.

3. Skokowa zmiana temperatury z wyższych wartości na niższe wpływa na poprawę zdolności suszy do chłonięcia pary wodnej podczas sorpcji w stosunku do truskawek suszonych przy skokowej zmianie ciśnienia z niższych wartości na wyższe.

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., Janowicz M., Sitkiewicz I., Lenart A., 2011a. Wpływ temperatury i ciśnienia w komorze suszarki próżniowej na właściwości sorpcyjne suszonych truskawek. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 563, 31-37.
- Ciurzyńska A., Janowicz M., Sitkiewicz I., Lenart A., 2011b. Wpływ temperatury i ciśnienia w komorze suszarki próżniowej na właściwości rehydracyjne suszonych truskawek. Acta Agrophysica, 17(2), 289-300.

- Ciurzyńska A., Lenart A., 2007. Studia nad wpływem odwadniania osmotycznego na właściwości liofilizowanych truskawek. Praca doktorska. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa.
- Ciurzyńska A., Lenart A., 2009. The influence of temperature on rehydration and sorption properties of freeze-dried strawberries. *Croatian Journal of Food Science and Technology*, 1(1), 17-25.
- Hoffmann M., 2007. Jakość sensoryczna wybranych warzyw przyprawowych liofilizowanych i suszonych konwencjonalnie. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2, 91-97.
- Johnson P.-N. T., Brennan J. G. 2000. Moisture sorption isotherm characteristics of plantain (*Musa*, AAB). *Journal of Food Engineering*, 44, 79-84.
- Katz E.E., Labuza T.P., 1981. Effect of water activity on sensory crispness and mechanical deformation of snack food products. *Journal of Food Science*, 46, 403-409.
- Kokoszka S., Lenart A., 2007. Charakterystyka wybranych właściwości fizycznych powłok jadalnych. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 47-51.
- Medeni M., Fahrettin G. 1998. Sorption Isotherms and Drying Characteristics of Mulberry (*Torus alba*). *Journal of Food Engineering*, 37, 437-449.
- Moraga G., Martinez-Navarrete N., Chiralt A., 2004. Water sorption isotherms and glass transition in strawberries: influence of pretreatment. *Journal of Food Engineering*, 62, 315-321.
- Oikonomopoulou V.P., Krokida M.K., Karathanos V.T., 2011. Structural properties of freeze-dried rice. *Journal of Food Engineering*, 107, 326-333.
- Panyawong S., Devahastin S., 2007. Determination of deformation of a food product undergoing different drying methods and conditions via evolution of a shape factor. *Journal of Food Engineering*, 78(1), 151-161.
- Pappas C., Tsami E., Marinou-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. Praca zbiorowa, 2001. *Pomologia – odmianoznawstwo roślin sadowniczych – aneks* (red. Edward Żurawicz). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 190-233.
- Rząca M., Witrowa-Rajchert D., 2007. Suszenie żywności w niskiej temperaturze. *Przemysł Spożywczy*, 4, 30, 32-35.
- Świątlikowska K., Kazimierzczak R., Wasiak-Zys G., 2006. Surowce spożywcze pochodzenia roślinnego. (red. Świątlikowska K.). Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 292-297.
- Tsami E., Krokida M.K., Drouzas A.E., 1999. Effect of Drying Method on the Sorption Characteristics of Model Fruit Powders. *Journal of Food Engineering*, 38, 381-392.
- Wan L.S.C., Heng P.W.S., Liew C.V., 1995. The influence of liquid spray rate and atomizing pressure on the size of spray droplets and spheroids. *International Journal of Pharmaceutics*, 118, 213-219.
- Witrowa-Rajchert D., Fabisiak A., Stawczyk J., Li S., 2006. Wpływ metody suszenia i temperatury procesu na właściwości higroskopijne suszu jabłkowego. *Inżynieria Rolnicza*, 7, 457-463.

INFLUENCE OF VACUUM – DRYING PARAMETERS ON SORPTION PROPERTIES 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 changes in parameters of vacuum – drying (temperature and pressure) on sorption properties of dried strawberries. Fruits were dried in temperature 50 and 70°C under the pressure 4 and 16 kPa. Vacuum drying were also conducted during the first 4 hours in the temperature 70 C and next temperature was decreased to 50°C at a pressure of 4 kPa, and drying in which after 4 hours the pressure was increased from 4 to 16 kPa at drying temperature of 70°C. In vacuum – dried strawberries increase of water content after 5 and 24 – hours keeping it in an environment with water activity 0.648 was determined. It was shown that with the increase of drying temperature or pressure the water adsorption capacity was decrease for vacuum-dried strawberries. Fruits, dried at a temperature of 70°C and a pressure of 16kPa absorbed less water vapor after 5 and 24 hours than the fruits obtained at 50°C and 4 kPa. It was also found that the temperature drop during drying process can get dried strawberries, which after 24 hours, will absorb more water vapor than the fruits which were obtained at variable pressure.

Keywords: strawberries, vacuum-drying, water vapour sorption, temperature, pressure