

MARTA PASŁAWSKA, ANNA PEŁKA

WŁAŚCIWOŚCI REKONSTYTUCYJNE I BARWA SUSZU TRUSKAWKOWEGO

Streszczenie

W pracy porównano kinetykę rehydracji truskawek uprzednio wysuszonych sublimacyjnie i mikrofalowo-próżniowo oraz przedstawiono wyniki analizy zmiany barwy suszu występujące podczas rehydracji w różnych wartościach temperatury. Stwierdzono, że metoda suszenia i temperatura rehydracji istotnie wpływają zarówno na dynamikę ponownego uwodnienia, jak i barwę produktu. W przypadku suszu truskawkowego uzyskanego metodą suszenia sublimacyjnego, najkorzystniejsze właściwości produktu rehydratyzowanego uzyskano podczas uwadniania w temp. 20°C, natomiast w przypadku suszu mikrofalowo-próżniowego w temp. 95°C.

Słowa kluczowe: mikrofałe, próżnia, sublimacja, rehydracja, barwa, truskawki

Wstęp

Zdolność suszu do pochłaniania wody jest jednym z ważnych wskaźników oceny jakości produktu. Ilość wchłoniętej wody i czas rehydracji zależą przede wszystkim od rodzaju surowca, technologii i parametrów suszenia oraz warunków samego uwodnienia, m.in. temperatury [6]. Podczas rehydracji suszu następuje retencja barwy, będącej bardzo ważnym wskaźnikiem jakości. Podstawowym składnikiem naturalnej czerwonej barwy wielu owoców są antocyjany, których stabilność zależy od wielu czynników fizycznych i chemicznych, między innymi od temperatury [4]. Odpowiednia barwa nie tylko podnosi atrakcyjność żywności, ale świadczy także o jej jakości, ponieważ rozkład nietrwałych substancji barwnych informuje o zachodzących w produkcji zmianach.

Celem przeprowadzonych badań była analiza przebiegu rehydracji wysuszonych truskawek oraz ocena zmian barwy wywołanych odwodnieniem i ponownym uwodnieniem owoców.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były świeże, dojrzałe truskawki odmiany Senga Sengana, które myto, usuwano szypułki i osuszono na bibule, a następnie suszono sublimacyjne w instalacji OE-950 oraz mikrofalowo-próżniowo w instalacji zaprojektowanej i wykonanej w Instytucie Inżynierii Rolniczej [5].

Suszenie sublimacyjne przebiegało w sposób następujący: truskawki układano w jednej warstwie na tacach ze stali nierdzewnej i mrożono w temp. -20°C przez 24 h, a następnie poddawano suszeniu, stosując ciśnienie 50 Pa i temp. 40°C . Suszenie mikrofalowo-próżniowe prowadzono przy ciśnieniu 4–6 kPa i temp. 40°C ; suszenie trwało 18 min. Rehydrację prowadzono w wodzie destylowanej o temp. 20 i 95°C , po czym obliczano względny przyrost masy wody [6].

Pomiar barwy truskawek świeżych, suszu oraz suszu po rehydracji wykonywano za pomocą kolorymetru odbiciowego Minolta CR-200, wyskalowanego w skali Huntera (L^* , a^* , b^*) według wzorca bieli BCRA No 20933100. Próbkę owoców o masie 5 g rozdrabniano w młynku laboratoryjnym WŻ-1 i niewielką ilość materiału umieszczano w zintegrowanej z kolorymetrem kuwecie pomiarowej. Okienko pomiarowe o średnicy 0,008 m umieszczone było w odległości 0,010 m od próbki. Następnie określano parametry barwy L^* , a^* , b^* , wykonując każdorazowo pięć odczytów. Oznaczenie barwy powtarzano dwukrotnie. Obliczono również dodatkowe wyróżniki barwy: odcień h^* , nasycenie C^* oraz całkowitą różnicę barwy ΔE [1].

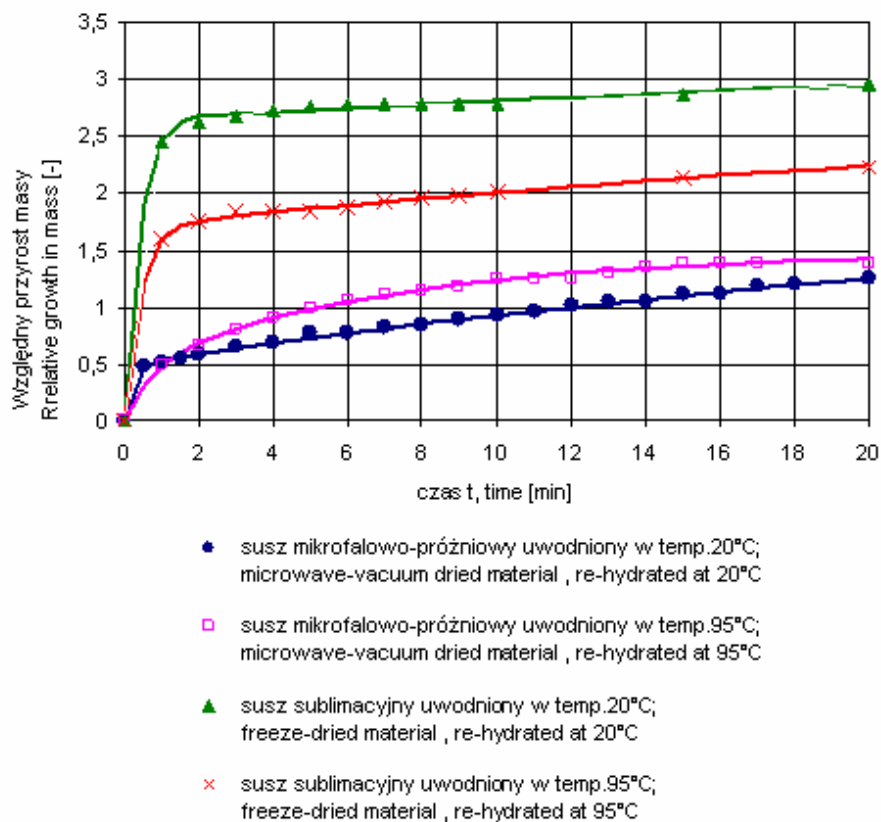
Wyniki i dyskusja

Stwierdzono różnice w przebiegu rehydracji suszu truskawkowego mikrofalowo-próżniowego oraz sublimacyjnego. Liofilizowane truskawki chłonięły wodę bardziej intensywnie niż susz mikrofalowo-próżniowy, w wyniku czego uzyskiwały większą masę (rys. 1).

Podczas rehydracji suszu sublimacyjnego, prowadzonej zarówno w temp. 20°C , jak i 95°C , zaobserwowano gwałtowny przyrost masy próbki w ciągu pierwszej minuty trwania procesu. Względny przyrost masy wody w suszu uwadnianym w temp. 20°C był większy niż w suszu uwadnianym w temp. 95°C i wynosił odpowiednio 2,95 i 2,25.

W przypadku suszu uzyskanego techniką mikrofalowo-próżniową, uwodnienie w temp. 95°C pozwoliło na uzyskanie nieznacznie lepszej dynamiki procesu, w porównaniu z temp. 20°C , natomiast względny przyrost masy wody w próbkach ukształtował się na podobnym poziomie i wynosił odpowiednio 1,40 i 1,26.

Przebieg rehydracji suszu opisano równaniem $f(t)=e+a(-\exp^{-tb})+c(-\exp^{-td})$, a współczynniki równania przedstawiono w tab. 1.



Rys. 1. Względny przyrost masy truskawek w zależności od temperatury rehydracji.

Fig. 1. Relative increase in the mass of strawberries depending in the re-hydration temperature.

Tabela 1

Współczynniki równania opisującego przebieg rehydracji suszu truskawkowego.

Coefficients of the equation to describe the performance of the dried strawberries re-hydration process.

Równanie opisujące rehydrację The re-hydration describing equation	$f(t)=e+a(-\exp^{-tb})+c(-\exp^{-td})$				
Współczynniki równania The equation coefficients	a	b	c	d	e
Susz mikrofalowo-próżniowy uwodniony w temp. 20°C Microwave-vacuum dried material, re-hydrated at a 20°C	0,49	4,57	1,68	0,03	2,17
Susz mikrofalowo-próżniowy uwodniony w temp. 95°C Microwave-vacuum dried material, re-hydrated at a 95°C	0,46	1,4	1,02	0,14	1,48
Susz sublimacyjny uwodniony w temp. 20°C Freeze-dried material, re-hydrated at a 20°C	2,65	2,52	2,26	0,007	4,92
Susz sublimacyjny uwodniony w temp. 95°C Freeze-dried material, re-hydrated in temp. 95°C	1,69	2,46	1,33	0,03	3,03

Wpływ techniki uzyskiwania suszu na jego właściwości rekonstrykcyjne opisywało wielu autorów. Kalbarczyk [2] twierdzi, że grzyby wysuszone sublimacyjnie znacznie łatwiej ulegają ponownemu uwodnieniu niż wysuszone innymi metodami. Efekt ten występował również w przypadku truskawek. Zmiana masy materiału w czasie rehydracji wynika z jednoczesnego przeciwniezanego transportu wody do próbki i suchej substancji z materiału do roztworu. Przebiega ona dwuetapowo, początkowo na zasadzie ssania kapilarnego, a w drugim etapie na drodze dyfuzji [6]. Zasadnicze różnice dotyczące właściwości rekonstrykcyjnych badanych suszy widoczne są w pierwszym etapie uwadniania, kiedy przestrzenie międzykomórkowe w suszu sublimacyjnym znacznie bardziej intensywnie wypełniają się wodą niż w suszu mikrofalowo-próżniowym. Dynamika tego procesu w obu przypadkach uzależniona była od temperatury. Stwierdzono, że zastosowanie wyższej temperatury powodowało zwiększenie intensywności pochłaniania wody w przypadku suszu mikrofalowo-próżniowego, wywoływało natomiast efekt przeciwny w przypadku suszu sublimacyjnego. Przeprowadzone badania częściowo tylko potwierdzają twierdzenie o wprost proporcjonalnym wpływie temperatury na szybkość rehydracji, wykazany w przypadku marchwi [3] i jabłek [7]. Podwyższenie temperatury rehydracji sublimacyjnego suszu truskawkowego do 95°C powodowało, oprócz wzmożonej dyfuzji składników suchej substancji do wody, także silne rozluźnienie struktur tkankowych, deformację przestrzeni międzykomórkowych, a w konsekwencji utratę kształtu owocu.

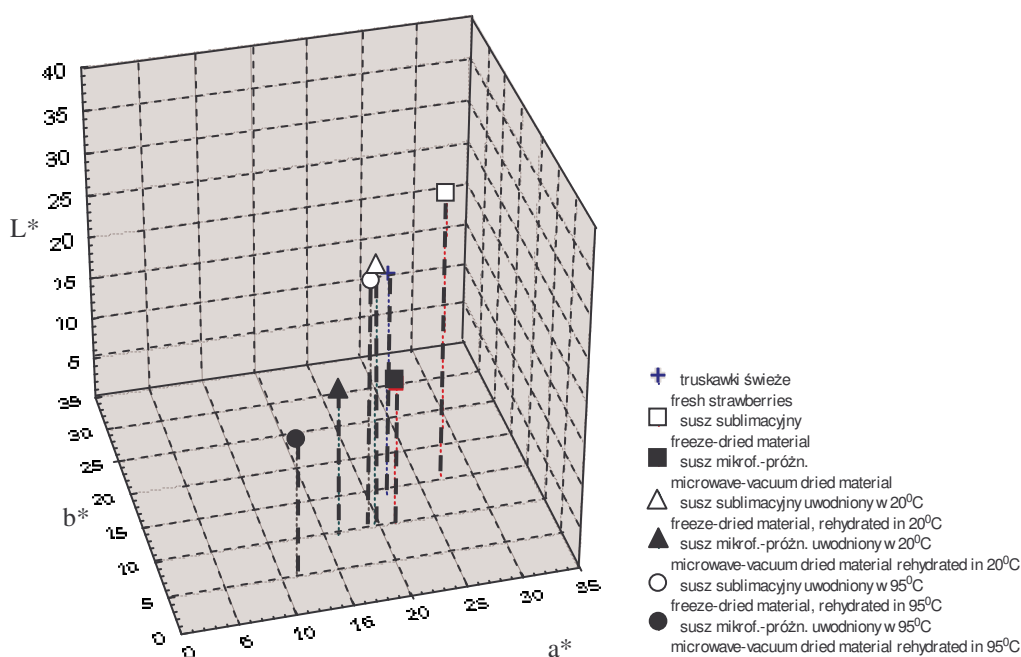
Tabela 2

Nasylenie, ton, oraz różnica barwy truskawek świeżych, wysuszonych i uwodnionych.
Colour saturation, shade, and difference in the colour of fresh, dried, and re-hydrated strawberries.

Truskawki Strawberries	Ton barwy Shade (h*)	Nasylenie barwy Colour saturation (C*)	Różnica barwy Difference in colour (ΔE)	
Świeże owoce Fresh fruits	33,04	26,04	-	
Susz sublimacyjny Freeze-dried material	29,85	21,33	9,09	
Susz sublimacyjny uwodniony Freeze-dried and re-hydrated material	20 min, 20°C	27,98	22,23	6,01
	20 min, 95°C	29,31	22,06	4,89
Susz mikrofalowo-próżniowy Microwave-vacuum dried material	25,26	23,72	10,74	
Susz mikrofalowo-próżniowy uwodniony Microwave-vacuum dried and re-hydrated material	20 min, 20°C	30,90	18,87	11,58
	20 min, 95°C	25,24	12,55	17,26

Na rys. 2. oraz w tab. 2. przedstawiono parametry barwy (L^* , a^* , b^* , h^* , C^*) truskawek świeżych, wysuszonych sublimacyjnie i mikrofalowo-próżniowo, a

następnie uwodnionych w temp. 20 i 95°C. Barwa suszu mikrofalowo-próżniowego znacznie różniła się od barwy suszu sublimacyjnego. Zauważono, że suszenie sublimacyjne wywołało utratę intensywności barwy truskawek, objawiającą się przede wszystkim wzrostem jasności L^* , udziału barwy czerwonej (a^*) i żółtej (b^*), natomiast suszenie mikrofalowo-próżniowe wywołało pociemnienie barwy w porównaniu z owocami świeżymi przy niezmiennych parametrach barwy a^* i b^* . Ton i nasycenie barwy uległy obniżeniu w stosunku do owoców świeżych w obydwu badanych suszach.



Rys. 2. Wpływ temperatury i czasu rehydracji na barwę suszu truskawkowego.

Fig. 2. Effect of the re-hydration temperature and time on the colour of dried strawberries.

Zmiana barwy wywołana suszeniem była istotna zarówno w przypadku suszu sublimacyjnego ($\Delta E = 9,09$), jak i mikrofalowo-próżniowego ($\Delta E = 10,74$). Różnice barwy tej wielkości wykrywane są ludzkim okiem. Ponowne uwodnienie suszu truskawkowego nie spowodowało uzyskania barwy typowej dla owoców świeżych. Na skutek rehydracji suszu sublimacyjnego w temp. 20°C parametry L^* , a^* i b^* uzyskały wartości typowe dla owoców przed suszeniem, przy obniżeniu tonu i wzroście nasycenia barwy. Próbkę po rehydracji różniły się pod względem barwy od owoców świeżych o $\Delta E = 6,01$. Wyciek barwników do roztworu podczas rehydracji w temp. 95°C był przyczyną obniżenia się wartości parametru a^* , natomiast mniejsza niż w temp. 20°C ilość wchłoniętej wody przyczyniła się do zachowania pozostałych parametrów barwy na stałym poziomie. W przypadku rehydracji suszu mikrofalowo-próżniowego zarówno w temp. 20°C, jak i 95°C stwierdzono pociemnienie próbki, przy

zmniejszeniu się udziału barwy czerwonej i żółtej oraz zmniejszeniu jej nasycenia. Różnica barwy pomiędzy truskawkami uwodnionymi a suszem była znacząca.

Wniosek

Ze względu na właściwości rekonstrykcyjne oraz barwę korzystne jest prowadzenie rehydracji suszu truskawkowego uzyskanego techniką mikrofalowo-próżniową w temp 95°C, natomiast suszu sublimacyjnego w temp 20°C.

Artykuł finansowany w ramach projektu pt. "System stypendialny dla doktorantów Akademii Rolniczej we Wrocławiu". Projekt współfinansowany przez Unię Europejską z europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżetu państwa w ramach Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego. Środki Europejskiego Funduszu Społecznego stanowią 75% wartości projektu, natomiast środki z budżetu państwa 25%.

Literatura

- [1] Clydesdale F.M.: Measuring the color of foods. Food Technol., 1972, **26** (7), 45-55.
- [2] Kalbarczyk J., Wideńska A.: Rehydration of nameko (*Pholiota nameko*) and shitake (*Lentinus edodes*) fruitbodies dried convectionally and sublimatically, EJPAU,2000, **3** (2), series Agricultural Engineering.
- [3] Kramkowski R., Szarycz M., Stepień B., Fidos M.: Investigation into the rehydration of microwave dried carrot under reduced pressure. Acta Agrophisica, 2002, **96**, 331-338.
- [4] Michałkowski S. Technologia chłodnictwa żywności, składniki pokarmowe i kontrola ich przemian. Wyd. PŁ, Łódź 1995.
- [5] Szarycz M., Kamiński E., Jałoszyński K., Szponarska A.: Analiza mikrofalowego suszenia pietruszki w warunkach obniżonego ciśnienia. Część I. Kinetyka suszenia pietruszki nieblanszowanej i blanszowanej. Acta Sci. Pol., Technika Agraria 2003, **2** (2), 18-20.
- [6] Witrowa-Rajchert D.: Rehydracja jako wskaźnik zmian zachodzących w tkance roślinnej podczas suszenia. Rozprawa habilitacyjna. Wyd. SGGW. Warszawa 1999, s. 29.
- [7] Witrowa-Rajchert D., Dworski T.: Research on dried apple rehydrated with water and milk. Acta Agrophisica, 2003, **2** (2), 433-441.

THE RE-CONSTITUTIONAL PROPERTIES AND COLOUR OF DRIED STRAWBERRIES

S u m m a r y

In this paper, the re-hydration kinetics of sublimatically and microwave-vacuum-dried strawberries was compared and the analysis results were presented of the changes in the colour of dried strawberries occurring whilst they were re-hydrated at varying temperatures. It was found that the method of drying, as well as the temperature of re-hydration essentially impacted both the dynamics of re-hydration and the colour of product. In the case of dried strawberries produced using the method of sublimatical drying, the most favourable properties of re-hydrated products were obtained when the re-hydration temperature was 20°C, and, in the case of the microwave-vacuum-dried products, when the re-hydration temperature was 95°C.

Key words: microwave-vacuum drying, sublimatical drying, re-hydration, colour, strawberries ☒