

WPŁYW METOD I PARAMETRÓW SUSZENIA NA ZMIANY BARWY SUSZÓW OWOCOWO-WARZYWNYCH

Bogusława Łapczyńska-Kordon

Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Akademia Rolnicza w Krakowie

Barbara Krzysztofik

Katedra Techniki Rolno-Spożywczej, Akademia Rolnicza w Krakowie

Streszczenie. W pracy dokonano szczegółowej analizy zmian barwy selera i jabłka suszonych metodą konwekcyjną i mikrofalowo-konwekcyjną przy różnych parametrach suszenia. Jako zmienne niezależne przyjęto temperaturę i moc mikrofal oraz temperaturę i prędkość przepływu czynnika suszącego. Na podstawie analizy wyników stwierdzono wpływ metody suszenia i parametrów suszenia na odcień barwy suszu. Z dwóch metod, wyższe wartości uzyskano dla suszenia mikrofalowo-konwekcyjnego, dla którego wzrost mocy mikrofal i spadek temperatury suszenia wpływały na obniżenie średniego odcienia barwy suszu. Bardziej stabilnym na zmianę barwy okazał się seler.

Słowa kluczowe: seler, jabłko, suszenie mikrofalowo-konwekcyjne i konwekcyjne, średni odcień barwy

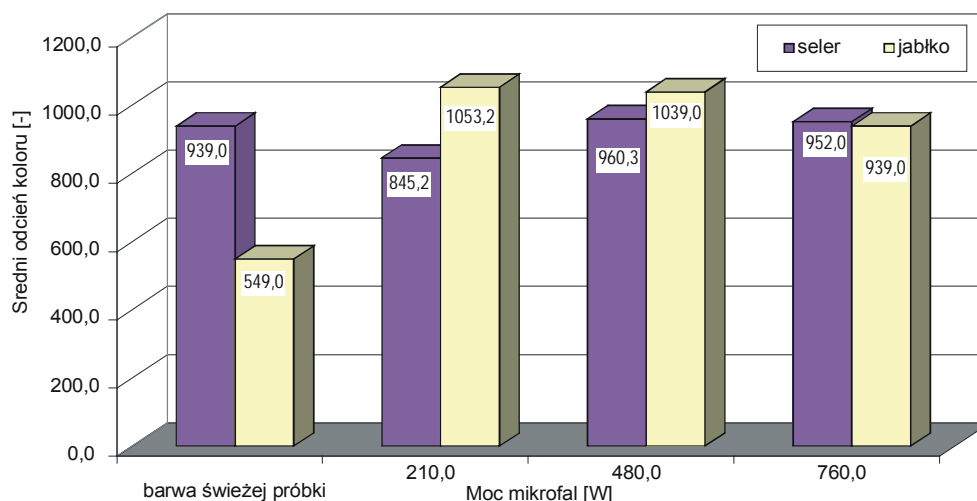
Wstęp, cel i metodyka

Barwa stanowi istotny miernik jakości produktów żywnościowych i jest szczególnie podatna na zmianę w wyniku różnego rodzaju procesów przetwarzania i konserwacji żywności. Suszenie produktów owocowo-warzywnych należy do najstarszych i ciągle ważnych metod utrwalania żywności ale w stopniu znaczącym wpływa na zmianę barwy. Głównym celem tego procesu jest ograniczenie strat, przedłużenie trwałości do spożycia przy zachowaniu jak największej ilości cech organoleptycznych produktu surowego. Wyraźne i wciąż aktualne zainteresowanie tematyką suszenia związane jest z dużym spożyciem produktów suszonych owocowo-warzywnych jako dodatków m.in. do zup, jogurtów, deserów, ciast oraz z poszukiwaniem takich metod i parametrów suszenia, które w najmniejszym stopniu wpływają na zmiany jakościowe produktu końcowego, a sam proces jest o niskiej energochłonności [Biller, Wierzbicka 2003; Lis 1996; Witrowa-Rajchert 1999]. W dotychczasowych badaniach procesu suszenia w niewielkim tylko stopniu wykorzystywano metody komputerowej analizy obrazu. Celowe wydaje się szersze stosowanie tej metody do rejestracji przebiegu procesu, gdyż pozwala dokładnie analizować zmiany barwy produktu, kształtu czy wielkość skurczu suszarniczego. Celem zaprezentowanych badań była analiza zmian barwy suszu otrzymanego z selera i jabłka. Suszenie przeprowadzono dwoma metodami, konwekcyjną z wymuszonym nawiewem powietrza oraz mikrofalowo-konwekcyjną. Zastosowano zmienne parametry suszenia takie jak prędkość przepływu czynnika suszącego i temperatura oraz temperatura i moc mikrofal.

Jabłka oraz seler po umyciu i obraniu pokrojono w kostkę sześcienną o boku 10 mm. Następnie próbki 15 elementowe ważono przed i po suszeniu na wadze elektronicznej WPE 300 z dokładnością do 0,01 g. Próbki suszono metodą konwekcyjną w suszarce przepływowej w temperaturach 51; 55 i 66°C i prędkościach przepływu czynnika suszącego 0,09; 0,21; i 0,32 m·s⁻¹ oraz w suszarce mikrofalowo-konwekcyjnej w temperaturach 50 i 75°C i mocach 210; 480 i 750 W. Materiał suszono do momentu uzyskania stałej masy w 5 kolejnych pomiarach wykonywanych w odstępach 5 min. W celu określenia barwy kostek świeżego materiału oraz suszu pobierano z próbki 15 elementowej po 3 kostki, dla których aparatem cyfrowym wykonywano zdjęcia każdego boku kostki. Tak uzyskane obrazy analizowano z wykorzystaniem programu MULTISCAN.

Omówienie wyników badań

Analiza wyników (rys. 1) wskazuje, że próbki uzyskane z suszenia mikrofalowo-konwekcyjnego różniły się odcieniem barwy w zależności od mocy mikrofal i temperatury suszenia. Również wybór obiektu suszenia (jabłko, seler) wpływało na zróżnicowanie średniego odcienia barwy próbki.



Źródło: badania własne

Rys. 1. Wpływ mocy mikrofal na barwę jabłka i selera suszonych mikrofalowo-konwekcyjnie w temperaturze 50°C

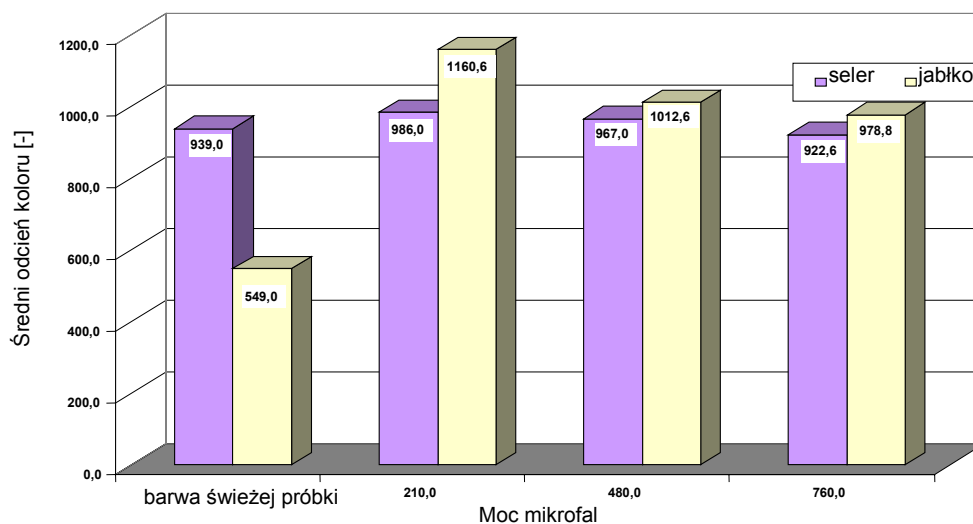
Fig. 1. Microwave power impact on colour of apple and celery subject to microwave-convection drying at the temperature of 50°C

Podczas suszenia tak w temperaturze 50 jak i 75°C bardziej stabilnym na zmianę barwy okazał się seler. Tak jabłko jak i seler wraz ze wzrostem mocy mikrofal reagowały na obniżenie średniego odcienia barwy (najwyższe wartości uzyskano przy niskich mocach

mikrofal). Poza dwoma wyjątkami (jeden dla selera, drugi dla jabłka) suszenie w niższej temperaturze mikrofal wpływało na jaśniejszy odcień barwy. Seler suszony w temperaturze 50°C przy mocy mikrofal 210 W wykazał w porównaniu z próbką świeżą wzrost wartości średniego odcienia barwy o 2,8%, zaś dla mocy 480 i 760 W wzrost, odpowiednio o 2,2 i 1,4%. Suszenie jabłka w temperaturze 50°C i przy różnych mocach mikrofal w stopniu znaczącym wpływało na zmianę barwy w porównaniu z próbką świeżą. Przy mocy 210 W występująca różnica pomiędzy próbką wysuszoną, a świeżą wynosiła 91,8%, nieco niższa odnotowana różnica (89,2%) była dla próbek suszonych przy mocy mikrofal równej 480 W.

Suszenie przy mocy 760 W wpływało na uzyskanie próbek o najniższej wartości zabarwienia spośród wszystkich suszonych próbek w temperaturze 50°C, a występująca różnica w odniesieniu do próbki świeżej wynosiła 71,0%.

Zastosowanie wyższej temperatury suszenia wynoszącej 75°C, przy tych samych trzech poziomach mocy mikrofal wpłynęło na zmianę barwy suszonych produktów, a kierunek zmian był porównywalny z barwą suszów otrzymanych w temperaturze 50°C. Wraz ze wzrostem mocy mikrofal odnotowano również dla obu badanych surowców spadek odcienia barwy (rys. 2).



Źródło: badania własne

Rys. 2. Wpływ mocy mikrofal na barwę jabłka i selera suszonych mikrofalowo-konwekcyjnie w temperaturze 75°C

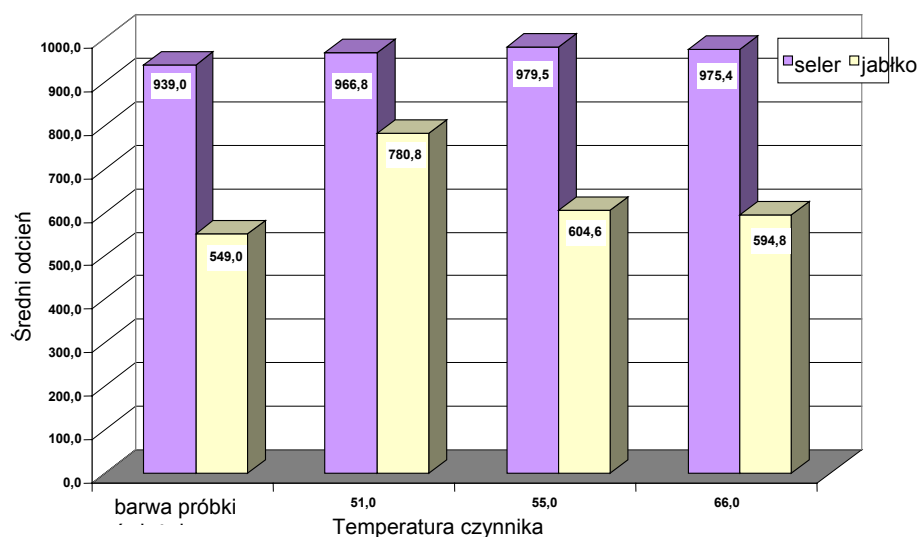
Fig. 2. Microwave power impact on colour of apple and celery subject to microwave-convection drying at the temperature of 75°C

Także w temperaturze 75°C różnice w barwie selera suszonego, a świeżego były nieznaczne. Największy wzrost średniego odcienia barwy (5%) odnotowano przy mocy mikrofal 210 W, zaś przy 760 W spadek odcienia o 1,8%. Przy suszeniu jabłka w tempe-

raturze 75°C wystąpił znacznie większy wzrost średniego odcienia barwy próbki niż dla selera.

Najwyższą wartość podobnie jak przy selerze uzyskano dla mocy 210 W, występująca różnica w porównaniu z próbką świeżą wynosiła 111,4%, zaś najniższa wartość uzyskana dla mocy 760 W różniła się od próbki świeżej o 78,3%.

Stosując suszenie konwekcyjne w suszarce przepływowej zamontowano przysłonę dzięki, której możliwa była bezpośrednia zmiana parametrów suszenia tj. temperatury i prędkości przepływu powietrza oraz pośrednio zmiana wilgotności względnej powietrza (rys. 3). Przy otwartej przesłonie pierwszej uzyskano temperaturę 51°C, prędkość przepływu czynnika suszącego 0,09 m·s⁻¹ oraz wilgotność względną powietrza 5%. Przy otwartej przesłonie drugiej uzyskano odpowiednio parametry: 66°C; 0,32 m·s⁻¹ i 3,2%, a przy trzeciej: 55°C; 0,21 m·s⁻¹ i 9,4%. Zmienne parametry suszenia konwekcyjnego wpływały na zmianę średniego odcienia barwy, a występujące różnice pomiędzy próbkami świeżymi i wysuszonymi były podobnie jak w metodzie mikrofalowo-konwekcyjnej, wyższe dla jabłka niż dla selera.



Źródło: badania własne

Rys. 3. Wpływ temperatury suszenia na barwę jabłka i selera suszonych konwekcyjnie

Fig. 3. Drying temperature impact on colour of apple and celery subject to convection drying

Ponadto dla najniższej badanej temperatury suszenia i prędkości przepływu powietrza odcień barwy selera najmniej różnił się od próbki świeżej zaś u jabłka różnica była największa. Uzyskana wartość dla selera była wyższa o 2,9%, a dla jabłka o 42,2% w porównaniu z próbkami świeżymi. W temperaturze 55°C i prędkości przepływu 0,21 m·s⁻¹ uzyskano dla selera najwyższą wartość odcienia barwy zaś dla jabłka wartość średnią.

Wpływ metod i parametrów...

Występujące różnice w porównaniu z próbkami świeżymi wynosiły dla selera 4,3% zaś dla jabłka 10,1%. Najniższą różnicę odcienia barwy dla jabłka odnotowano przy temperaturze 66°C i prędkości przepływu czynnika suszącego 0,32 m·s⁻¹ oraz wilgotności względnej powietrza 3,2%. Różnica ta wynosiła jedynie 8,3%, a dla selera suszonego w tych warunkach 3,8%. Uzyskane wyniki badań z 5 pomiarów dla każdej metody, parametru i obiektu badań mają małą zmienność o czym wskazują niskie wartości współczynników zmienności, które wynoszą poniżej 1% (tab. 1).

Tabela 1. Wartości współczynników zmienności odcienia barwy suszu jabłek i selera dla metod i parametrów suszenia [%]

Table 1. Values of apple and celery colour shade variability coefficients for drying methods and parameters [%]

Suszenie mikrofalowo-konwekcyjne				
Moc mikrofal [W]		210	480	760
Temperatura suszenia [°C]		50°C		
Suszony surowiec	seler	0,135	0,156	0,348
	jabłko	0,071	0,078	0,075
Temperatura suszenia		75°C		
Suszony surowiec	seler	0,143	0,416	0,181
	jabłko	0,159	0,127	0,133
Suszenie konwekcyjne				
Temperatura czynnika suszącego [°C]		51°C	55°C	66°C
Suszony surowiec	seler	0,178	0,058	0,116
	jabłko	0,149	0,864	0,141

Źródło: badania własne

Duże zmiany średniego odcienia barwy próbek jabłka w porównaniu z selerem spowodowane są m. in. większą zawartością cukrów (do 10%), które ulegają karmelizacji głównie na powierzchni suszu oraz wyższą zawartością i aktywnością enzymów zaś u selera zawartość cukrów wynosi do 2% [Pijanowski i in. 1994; Stępkowska, Elkner 2006, Krzykowski, Lisowa 2000].

Występujące duże różnice w odcieniach barwy uzyskane u jabłka przy różnych metodach suszenia są spowodowane nie tyle temperaturą czynnika suszącego czy mocą mikrofal ale prędkością przepływu czynnika suszącego. Ruch czynnika suszącego wpływa na szybkość suszenia oraz owiewając próbkę usuwa parę zapobiegając karmelizacji cukrów na jej powierzchni. Zatem należy poszukiwać optymalnych prędkości przepływu czynnika suszącego w powiązaniu z temperaturą, które pozwolą na uzyskanie suszów o barwie zbliżonej do produktu świeżego zwłaszcza z surowców o podwyższonych zawartościach cukrów i enzymów. Również dokładna znajomość składu chemicznego surowców kierowanych do suszenia mogłaby pozwolić na optymalny dobór tych parametrów.

Wnioski

1. Wartość średniego odcienia barwy była zależna od metod, parametrów suszenia oraz surowca.
2. Z dwóch metod wyższe wartości średniego odcienia barwy uzyskano dla suszenia mikrofalowo-konwekcyjnego, dla którego wzrost mocy mikrofal i spadek temperatury suszenia wpływały na obniżenie wartości tego parametru.
3. W porównaniu z próbkami świeżymi bardziej stabilnym pod względem barwy okazał się seler, dla której zmiany odcienia barwy wynosiły przy suszeniu mikrofalowo-konwekcyjnym do 2,8% w temperaturze 50°C i do 5% w 75°C.
4. Jabłko suszone metodą mikrofalowo-konwekcyjną zmieniało odcień barwy do 91,8% w temperaturze 50°C i do 111,4% w temperaturze 75°C.
5. Przy suszeniu konwekcyjnym odcień barwy dla selera był bardzo wyrównany dla parametrów suszenia, a występująca różnica w porównaniu z próbką świeżą wynosiła od 2,9 do 4,3%.
6. Różnice odcienia barwy dla jabłka suszonego konwekcyjnie były większe i wynosiły od 8,3 do 42,2%, mniejsze wartości odnotowano wraz ze wzrostem temperatury suszenia i prędkości przepływu czynnika suszącego.

Bibliografia

- Billar E., Wierzbicka A.** 2003. Wybrane procesy w technologii żywności. Wyd. SGGW. Warszawa. ISBN 83-00-03156-1.
- Krzykowski A., Lisowa H.** 2000. Wpływ grubości krążków na zmiany właściwości fizycznych selera w procesie suszenia. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 4. s. 59-65.
- Lis T.** 1996. Wpływ warunków suszenia selera korzeniowego na cechy jakościowe suszu. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 425. s. 135-140.
- Pijanowski E., Dłużewski M., Dłużewska A., Jarczyk A.** 1994. Ogólna technologia żywności. WN-T. Warszawa. ISBN 83-204-2889-0.
- Stępkowska A., Elkner K.** 2006. Korzeniowy, naciowy i listkowy. Hasło ogrodnicze - Warzywnictwo nr 4. ISSN 0137-6705.
- Wiatrowa-Rajchert D.** 1999. Rehydratacja jako wskaźnik zmian zachodzących w tkance roślinnej w trakcie suszenia. Wydawnictwo Fundacja „Rozwój SGGW” Warszawa. ISBN 83-86980-58-3.

THE IMPACT OF DRYING METHODS AND PARAMETERS ON CHANGES IN DRIED FRUIT AND VEGETABLES COLOUR

Abstract. The paper analyses in detail colour changes for celery and apple dried using the convection and microwave-convection methods at various drying process parameters. Temperature and microwave power, temperature and drying medium flow velocity were taken as the independent variables. Analysis of results allowed to determine the impact of drying method and drying parameters on dried material colour shade. When comparing both methods, higher values were obtained for microwave-convection drying process, for which microwave power increase and drying temperature drop brought about reduction in average dried material colour shade. Celery turned out to be more stable to colour change.

Key words: celery, apple, microwave-convection and convection drying, average colour shade

Adres do korespondencji:

Barbara Krzysztofik; e-mail: krzysztofik@ar.krakow.pl
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej
Akademia Rolnicza w Krakowie
ul. Balicka 116B
30-149 Kraków