

MONIKA JANOWICZ  
EWA DOMIAN  
ANDRZEJ LENART  
KRZYSZTOF KRÓLIKOWSKI

Wydział Nauk o Żywności, SGGW, Warszawa

# Wpływ odwadniania osmotycznego i suszenia konwekcyjnego na barwę suszonych jabłek

## Wprowadzenie

Charakterystyczną cechą barwy jako wyróżnika jakości żywności jest możliwość wykonania pomiarów barwy metodami fizycznymi. Metody te pozwalają na liczbowe wyrażenie barwy i jej zmian. Wyniki tego rodzaju pomiarów są czytelne i umożliwiają obiektywną ocenę barwy zarówno surowców, jak i gotowych produktów [1–4].

Celem pracy było określenie wpływu parametrów suszenia konwekcyjnego oraz czasu i rodzaju substancji osmotycznej zastosowanej w procesie odwadniania osmotycznego na barwę suszy otrzymanych z jabłek.

## Materiały i metody badań

W badaniach zastosowano jabłka odmiany *Idared*, pokrojone w kostki o boku 10 mm, które poddano suszeniu konwekcyjnemu w zmiennych warunkach temperatury i przepływu powietrza suszącego w zależności od wariantu prowadzonego eksperymentu, po przeprowadzeniu wstępnej obróbki osmotycznej w roztworach glukozy, sacharozy lub syropu skrobiowego o stężeniach odpowiadających aktywność wody 0,9. Odwadnianie prowadzono w temperaturze 30°C przez 12, 96 i 180 min. w zależności od wariantu doświadczenia. Jednocześnie w celach porównawczych suszono jabłka nie poddawane wstępnej obróbce osmotycznej. W celu określenia wpływu wybranych parametrów suszenia i odwadniania osmotycznego na barwę otrzymanych suszy z jabłek przeprowadzono doświadczenie czynnikowe obejmujące 11 eksperymentów (11 = 2<sup>k</sup> + 3, gdzie k = 3 liczba zmiennych) niezależnych dla każdego rodzaju zastosowanej substancji osmotycznej [5]. Rozpatrywano wpływ: temperatury suszenia konwekcyjnego T, prędkości powietrza suszącego v, czasu odwadniania osmotycznego τ barwę otrzymanych suszy wyrażoną jako jasność L, bezwzględną różnicę barwy odniesioną do jabłek świeżych ΔE, nasycenie barwy ΔC oraz indeks barwy SI. Poziomy zmian badanych czynników zestawiono w tabelicy 1. Zależności pomiędzy każdą zmienną zależną Y<sub>i</sub>(L, ΔE, ΔC, SI) a badanymi czynnikami suszenia B<sub>i</sub>(T, v) i odwadniania (τ) wyrażano za pomocą równania regresji:

$$Y_i = B_0 + B_1C_1 + B_2X_2 + B_3X_3 \quad (1)$$

W równaniu tym za Y<sub>i</sub> podstawiano wartości poszczególnych zmiennych zależnych, a zmienne niezależne X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub> po kodowaniu przyjmowały wartości -1, 0 lub +1. Dane liczbowe poddano analizie statystycznej przy poziomie istotności p = 0,05 poprzez weryfikację hipotezy: H<sub>0</sub>: B<sub>1</sub>= B<sub>2</sub>= B<sub>3</sub>= 0. Wszystkie obliczenia przeprowadzono przy użyciu programu *Excel 2000* za

pomocą szczegółowej analizy danych w zakresie regresji wielokrotnej.

Barwę jabłek oznaczano za pomocą chromometru CR-300 firmy MINOLTA, w układzie barw L\*a\*b\*, gdzie współrzędne odpowiednio charakteryzują jasność, udział czerwieni i koloru żółtego w badanych próbkach jabłek. Otrzymane wyniki przeliczono na parametry barwy [6]. Bezwzględną różnicę barwy ΔE obliczano na podstawie zależności:

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2} \quad (2)$$

gdzie:

L\*, a\*, b\* – współrzędne barwy dla wzorca,  
L, a, b – współrzędne barwy badanej próbki.

**Tabela 1. Sposób kodowania zmiennych parametrów suszenia konwekcyjnego i odwadniania osmotycznego z uwzględnieniem planu eksperymentu [5]**

| Kodowane wartości zmiennych niezależnych | Rzeczywiste wartości zmiennych niezależnych |                             |            |
|--|---|-----------------------------|------------|
|  | T<br>[°C]                                   | v<br>[m · s <sup>-1</sup> ] | τ<br>[min] |
| +1                                       | 85  | 2                           | 180        |
| 0  | 70  | 1,5                         | 96         |
| -1                                       | 55  | 1                           | 12         |

T – temperatura suszenia konwekcyjnego,  
v – prędkości powietrza suszącego,  
τ – czas odwadniania osmotycznego.

Jednocześnie jako wzorec barwy L\*a\*b\* w zależności od sposobu interpretacji otrzymanych zależności stosowano współrzędne dla jabłek świeżych lub dla jabłek świeżych wysuszonych konwekcyjnie w temperaturze 70°C przy przepływie powietrza suszącego 1,5 m/s.

Nasycenie barwy ΔC określano na podstawie zależności:

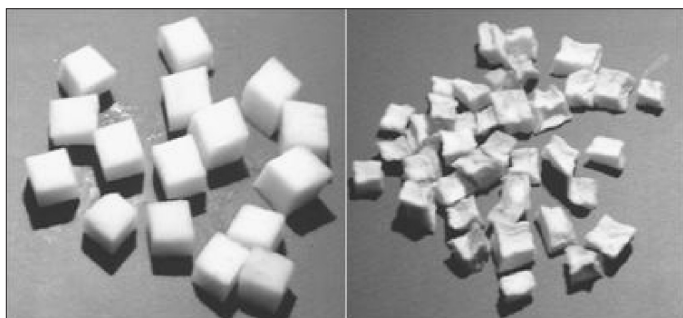
$$\Delta C = \sqrt{(a^* - a)^2 + (b^* - b)^2} \quad (3)$$

Indeks barwy SI obliczano z zależności:

$$SI = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (4)$$

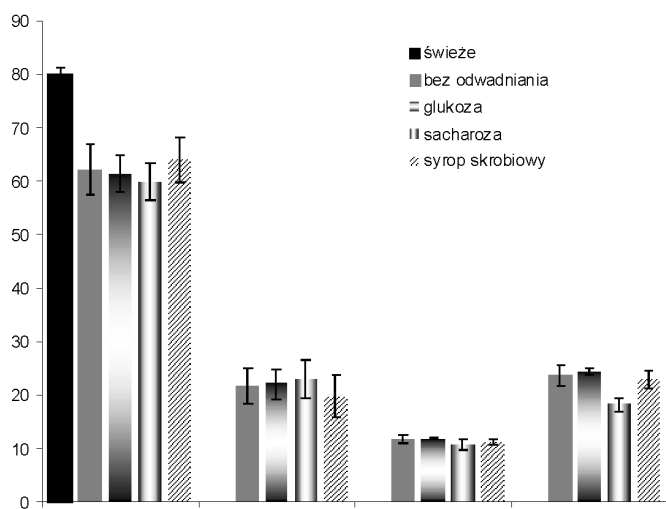
## Wyniki

Jabłka świeże charakteryzowały się najwyższą wartością jasności barwy L\* na poziomie około 80. Zaobserwowano, że suszenie konwekcyjne w temperaturze 70°C przy prędkości powietrza 1,5 m/s wpływa na obniżenie współrzędnej jasności o około 22% (Rys. 1 i 2). Jednocześnie nie wykazano wpływu odwadniania osmotycznego oraz rodzaju substancji osmotycz-



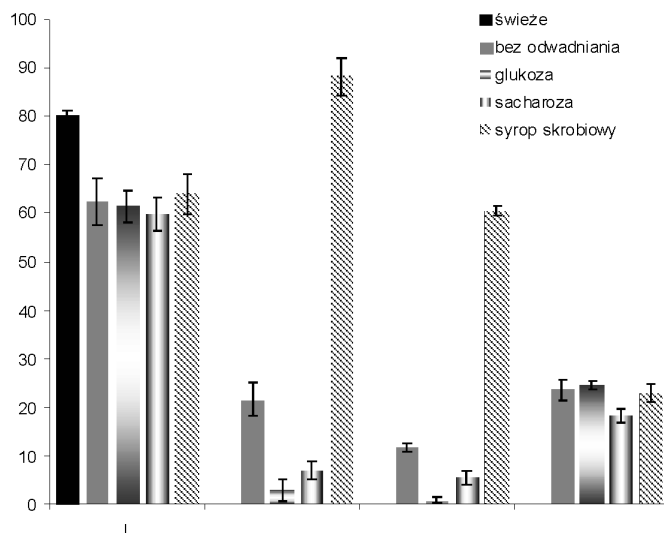
Rys. 1. Zmiana jasności jabłek wywołana procesem suszenia konwekcyjnego w temperaturze 70°C, przy prędkości powietrza suszącego 1,5 m/s [7]

nej na poprawę jasności badanych suszy z jabłek otrzymanych w wyniku suszenia konwekcyjnego w tych samych warunkach (Rys. 2). Nie zaobserwowano również istotnego statystycznie wpływu odwadniania osmotycznego oraz rodzaju substancji osmotycznej na bezwzględną różnicę barwy  $\Delta E$ , nasycenie barwy  $\Delta C$  i indeks nasycenia  $IS$ , które wyliczone zostały względem jabłek świeżych nie poddanych obróbce technologicznej (Rys. 2).



Rys. 2. Wpływ odwadniania i rodzaju substancji osmotycznej na parametry barwy określone dla suszy z jabłek względem jabłek świeżych nie poddanych obróbce technologicznej

Jeżeli za wzorzec do obliczeń  $\Delta E$ ,  $\Delta C$  i  $IS$  dla jabłek wstępnie odwadnianych osmotycznie, a następnie suszonych przyjęto jabłka świeże wysuszone konwekcyjnie zaobserwowano znaczne zmiany określanych parametrów barwy (Rys. 3). Wraz ze wzrostem masy cząsteczkowej roztworu osmotycznego wzrastała bezwzględna różnica barwy  $\Delta E$  i jej nasycenie  $\Delta C$ . Jednocześnie zdecydowanie najwyższe wartości badanych parametrów obserwuje się dla suszy jabłkowych wstępnie odwadnianych osmotycznie w roztworze syropu skrobiowego. Obniżenie indeksu barwy  $IS$  determinowane jest zastosowaniem w procesie wstępnego odwadniania roztworu sacharozą.



Rys. 3. Wpływ odwadniania i rodzaju substancji osmotycznej na parametry barwy określone dla suszy z jabłek względem jabłek suszonych konwekcyjnie wstępnie nie odwadnianych osmotycznie

Wykazano statystycznie, że w ramach wykonanych eksperymentów nie obserwuje się istotnego wpływu temperatury suszenia, prędkości powietrza w komorze suszarki oraz czasu odwadniania osmotycznego na  $L$ ,  $\Delta E$ ,  $\Delta C$  i  $IS$  badanych suszy z jabłek bez względu na rodzaju substancji osmotycznej zastosowanej do wstępnej obróbki materiału.

### Podsumowanie

Stwierdzono, że zmienność jasności barwy, bezwzględnej różnicy barwy, nasycenia oraz indeksu barwy zależy od rodzaju substancji osmotycznej stosowanej do obróbki wstępnej surowca przed suszeniem konwekcyjnym. Zmiany parametrów zarówno suszenia (temperatura 55–85°C i prędkość powietrza 1–2 m/s), jak i odwadniania osmotycznego (czas 12–180 minut) w badanym zakresie ich zmienności nie wykazywały istotnego wpływu żadnego z czynników na barwę suszy jabłkowych.

### LITERATURA

1. E. Pijanowski, M. Dłużewski, A. Dłużewska, A. Jarczyk: Ogólna technologia żywności, Warszawa, WNT, 1996.
2. Z. E. Sikorowski i współ.: Chemia żywności, Warszawa, WNT, 2002.
3. D. Arslan, M. Musa Özcan: Energy Conversion and Management, **49**, 1258 (2008).
4. A. Vega-Gálvez, R. Lemus-Mondaca, C. Bilbao-Sáinz, P. Fito, A. Andrés: J. Food Eng., **85**, 42 (2008).
5. G. Sacchetti, A. Gianotti, M. Dalla Rosa: J. Food Eng., **49**, 163 (2001).
6. K.O. Falade, J.C. Igbeka, F.A. Ayanwuyi: J. Food Eng., **80**, 979 (2007).
7. M. Janowicz, A. Lenart: Postępy Tech. Przetw. Spoż. 1, 28 (2003).

**Badania wykonane w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2006–2008 (projekt badawczy nr N312 004 31/0466).**