

WPLYW PARAMETRÓW SUBLIMACYJNEGO SUSZENIA NA ZMIANĘ WSPÓLRZĘDNYCH BARWY SUSZU Z LIŚCI SELERA

Renata Polak

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Celem pracy była ocena wpływu parametrów sublimacyjnego suszenia – ciśnienia w komorze suszenia i temperatury płyt grzejnych suszarki sublimacyjnej, na zmianę współrzędnych barwy suszu z liści selera. Do badań wykorzystano liście selera zwyczajnego (*Apium graveolens* L). Proces suszenia przeprowadzono w suszarce sublimacyjnej o jednostronnym, kontaktowym sposobie dostarczania ciepła, w zakresie temperatur 20–70°C oraz pod ciśnieniem 30 Pa, 63 Pa, 125 Pa, 198 Pa. Pomiar barwy wykonano metodą odbiciową przy użyciu spektrofotometru sferycznego X-Rite 8200. Współrzędne barwy oznaczano w systemie CIELab. Stwierdzono istotny wpływ temperatury płyt grzejnych i ciśnienia w komorze suszenia na zmianę współrzędnych L^* , a^* , b^* suszu z liści selera. Zmianę barwy oceniono na podstawie różnicy w nasyceniu – C^* oraz odcieniu barwy – h^* . Najmniejszą różnicę nasycenia i odcienia barwy w porównaniu ze świeżymi liśćmi odnotowano dla suszów trzymanyh w temperaturze 20°C na każdym z badanych poziomów ciśnienia. Z powodu niewielkiego zakresu zmian współrzędnych barwy, metodę sublimacyjnego suszenia należy uznać za zachowawczą ze względu na tę cechę jakościową.

Słowa kluczowe: suszenie sublimacyjne, liście selera, współrzędne barwy

WSTĘP

Niepożądane zmiany barwy żywności suszonej sublimacyjnie są następstwem wielu złożonych reakcji [King 1971, Krokida i in. 1998, 2001]. W przypadku suszenia zielonych warzyw, w tym liści roślin przyprawowych, zmiana barwy może być spowodowana degradacją zielonego barwnika – chlorofilu, a także zmianą stosunku zawartości chlorofilu a do chlorofilu b, co skutkuje przesunięciem barwy z zielonej w kierunku zielono-żółtym [Di Cesare i in. 2003]. Zachowawczy charakter metody sublimacyjnego suszenia ze względu na cechy organoleptyczne, w tym barwę, wykazało wielu badaczy [Michalik i in. 1987, Le Loch-Bonazzi i in. 1992, Lisiewska i Kmiecik 1998, Jaworska

Adres do korespondencji – Corresponding author: Renata Polak, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Katedra Techniki Ciepłej, ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin, e-mail: renata.polak@up.lublin.pl

1998, Yousif i in. 2000, Di Cesare i in. 2003]. Jednakże ograniczenia zmiany barwy podczas sublimacyjnego suszenia, traktowanej jako wielkość trójparametrowa [Dobrzański i Rybczyński 2000], uzupełniona o nasycenie (C^*) i odcień barwy (h^*) – które dobrze korelują z wizualną oceną barwy [Oszmiański 2002], można osiągnąć poprzez najwłaściwszy dobór warunków realizacji procesu sublimacyjnego suszenia.

Celem pracy była ocena zmiany barwy liści selera suszonych sublimacyjnie, a także zbadanie wpływu temperatury płyt grzejnych i ciśnienia w komorze suszenia na współrzędne barwy suszu z liści badanej rośliny przyprawowej.

MATERIAŁY I METODY

Do badań wykorzystano liście selera zwyczajnego (*Apium graveolens* L.) odmiany Monarch. Materiał pochodził z plantacji przemysłowych z okolic Lublina – zagłębie zielarskie Fajslawice. Zdrowe liście roślin przyprawowych, o jednakowym stopniu dojrzałości wegetacyjnej, zamrażano w całości w temperaturze -30°C , a następnie suszono w suszarce sublimacyjnej ALPHA 1-4 firmy Martin Christ, o jednostronnym, kontaktowym sposobie dostarczania ciepła. Proces sublimacyjnego suszenia prowadzono w temperaturze: 20°C , 30°C , 35°C , 40°C , 45°C , 50°C , 60°C , 70°C oraz pod ciśnieniem 30 Pa, 63 Pa, 125 Pa, 198 Pa.

Pomiar barwy wykonano metodą odbiciową przy użyciu spektrofotometru sferycznego X- Rite 8200 z otworem pomiarowym o średnicy 12,7 mm. Stosowano źródło światła D65 i standardowy obserwator kolorymetryczny o polu widzenia 10° . Przed każdym pomiarem aparat kalibrowano na wzorcu bieli, którego parametry stanowią punkt odniesienia wszystkich dokonywanych analiz.

Współrzędne barwy oznaczano w międzynarodowym konwencjonalnym systemie kolorymetrycznym CIELab. Zarówno w surowcu świeżym, jak i w otrzymanych suszach oznaczano współrzędne barwy dolnej blaszki liściowej dla liści wybranych z próby średniej. Dla każdego liścia współrzędne barwy odczytywano trzykrotnie, a za wynik końcowy przyjęto ich średnią wartość. Oznaczano jasność barwy – współrzędną L^* oraz rodzaj barwy (ton) – współrzędne a^* oraz b^* . Nasycenie barwy – C^* i odcień barwy – h^* obliczano na podstawie wzorów:

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}, \quad h^* = \arctg \frac{b^*}{a^*}$$

gdzie: L^* – współrzędna jasności barwy

a^*, b^* – współrzędna chromatyczna barwy, ton barwy

C^* – nasycenie barwy

h^* – odcień barwy

WYNIKI BADAŃ

Wyznaczone doświadczalnie wartości współrzędnych barwy L^* , a^* , b^* suszu z liści selera poddano dwuczynnikowej analizie wariancji testującej istotność wpływu tempe-

ratury płyt grzejnych (20–70°C), ciśnienia w komorze (30–198 Pa) i jednoczesnego wpływu obu wymienionych zmiennych niezależnych. Uzyskane wyniki zebrano w tabelach 1–3.

Tabela 1. Dwuczynnikowa analiza wariancji – wpływ temperatury i ciśnienia w komorze suszenia na wartość współrzędnej L* suszu z liści selera

Table 1. A double-factor analysis of variance – the influence of temperature and pressure in the drying chamber on the change of the parameter L* of dried celery leaves

Źródło wariancji Source of variance	df	MS	df błąd df error	MS błąd MS error	F	Poziom p p level
Temperatura Temperature	7	36,6361	160	0,00103	35738,9	0,00000
Ciśnienie Pressure	3	4,13636	160	0,00103	4035,07	0,00000
Interakcja Interaction	21	0,25646	160	0,00103	250,175	0,00000

Tabela 2. Dwuczynnikowa analiza wariancji – wpływ temperatury i ciśnienia w komorze suszenia na wartość współrzędnej a* suszu z liści selera

Table 2. A double-factor analysis of variance – the influence of temperature and pressure in the drying chamber on the change of the parameter a* of dried celery leaves

Źródło wariancji Source of variance	df	MS	df błąd df error	MS błąd MS error	F	Poziom p p level
Temperatura Temperature	7	15,8221	160	0,0005	31836,5	0,00000
Ciśnienie Pressure	3	5,15162	160	0,0005	10365,9	0,00000
Interakcja Interaction	21	0,23543	160	0,0005	473,72	0,00000

Tabela 3. Dwuczynnikowa analiza wariancji – wpływ temperatury i ciśnienia w komorze suszenia na wartość współrzędnej b* suszu z liści selera

Table 3. A double-factor analysis of variance – the influence of temperature and pressure in the drying chamber on change of the parameter b* of dried celery leaves

Źródło wariancji Source of variance	df	MS	df błąd df error	MS błąd MS error	F	Poziom p p level
Temperatura Temperature	7	12,8724	160	0,0005	25712,7	0,00000
Ciśnienie Pressure	3	1,33279	160	0,0005	2662,25	0,00000
Interakcja Interaction	21	0,09018	160	0,0005	180,142	0,00000

Na podstawie danych liczbowych zestawionych w tabelach 1–3 można stwierdzić, że zarówno temperatura płyt grzejnych, ciśnienie w komorze suszenia, jak i interakcyjny wpływ obu zmiennych niezależnych na wartość współrzędnych barwy suszu z liści selera jest istotny na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

Zmiany współrzędnych barwy suszu z liści selera otrzymanych w zróżnicowanych warunkach prowadzenia procesu jako funkcję temperatury płyt grzejnych, na określonych poziomach ciśnienia, przedstawiono w postaci równań regresyjnych – funkcje liniowe. Wyniki analizy regresji przedstawiono w tabelach 4–6.

Tabela 4. Równania regresji – zmiany wartości współrzędnej L^* suszu z liści selera jako funkcja temperatury płyt grzejnych wraz z ich weryfikacją statystyczną

Table 4. Regression equations – the changes of the parameter L^* of dried celery leaves as a function of the temperature of the heating panel along with their statistic verification

p Pa	Równanie regr. Regression equation	Współcz. r regresji Regression coefficient r	β	Błąd st. β Statistical error β	Poziom p p level
30	$L^*(t) = 53,3417 - 0,0909t$ $R^2 = 0,9994$	a	-0,9997	0,00359	0,00000
		b			0,00000
63	$L^*(t) = 53,0383 - 0,0822t$ $R^2 = 0,99934$	a	-0,9997	0,00369	0,00000
		b			0,00000
125	$L^*(t) = 52,7913 - 0,0695t$ $R^2 = 0,9993$	a	-0,9996	0,00399	0,00000
		b			0,00000
198	$L^*(t) = 52,7333 - 0,0625t$ $R^2 = 0,9989$	a	-0,9995	0,00477	0,00000
		b			0,00000

Tabela 5. Równania regresji – zmiany wartości współrzędnej a^* suszu z liści selera jako funkcja temperatury płyt grzejnych oraz weryfikacja statystyczna

Table 5. Regression equations – the changes of the parameter a^* of dried celery leaves as a function of the temperature of the heating panel along with their statistic verification

p Pa	Równanie regr. Regression equation	Współcz. r regresji Regression coefficient r	β	Błąd st. β Statistical error β	Poziom p p level
30	$a^*(t) = -10,021 + 0,06303t$ $R^2 = 0,9988$	a	0,9994	0,0051	0,00000
		b			0,00000
63	$a^*(t) = -9,9672 + 0,05648t$ $R^2 = 0,9983$	a	0,9992	0,0061	0,00000
		b			0,00000
125	$a^*(t) = -9,6873 + 0,04542t$ $R^2 = 0,9989$	a	0,9995	0,0049	0,00000
		b			0,00000
198	$a^*(t) = -9,5875 + 0,03546t$ $R^2 = 0,9957$	a	0,9978	0,0097	0,00000
		b			0,00000

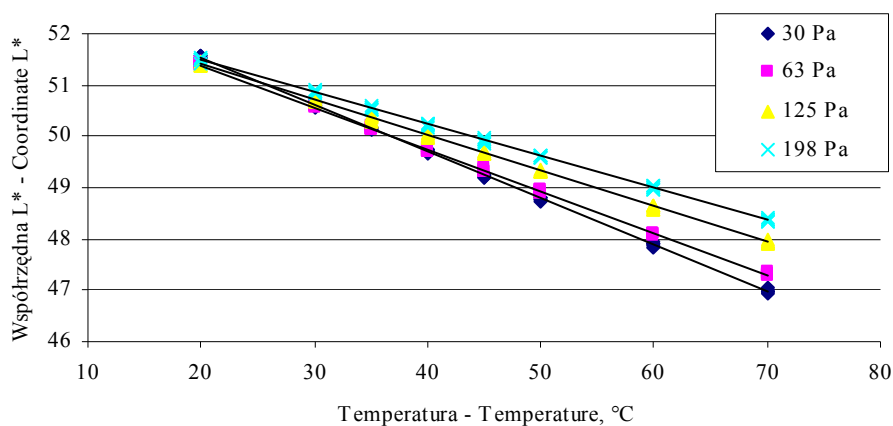
Wyniki pomiarów współrzędnych barwy suszu z liści selera oraz proste opisane wyznaczonymi równaniami regresyjnymi zostały przedstawione na rysunkach 1–3. W całym zakresie pomiarowym wartość współrzędnej L^* suszu z liści selera maleje wraz ze wzrostem temperatury na wszystkich rozważanych poziomach ciśnienia. W systemie CIELab zmniejszenie wartości tej współrzędnej oznacza zmniejszenie ilości światła odbitego od materiału, wynikiem czego jest pociemnienie suszu. Zmiany te są największe przy ciśnieniu $p = 30$ Pa i wynoszą $\Delta L^* = 4,5$. Podwyższenie ciśnienia w komorze suszenia powoduje zmniejszenie różnicy wartości tej współrzędnej barwy

przy wzroście temperatury od 20 do 70°C i w 198 Pa różnica ta wynosi $\Delta L^* = 3,1$. W zakresie temperatury 20–50°C wzrost ciśnienia w komorze suszenia w nieznaczny sposób wpływa na zmianę jasności suszu, zmiany te nasilają się dopiero przy najwyższych temperaturach suszenia 60–70°C i wynoszą niewiele ponad jedną jednostkę. Zmiany wartości tej współrzędnej barwy dla suszu z liści selera otrzymanego w zróżnicowanych warunkach prowadzenia procesu związane są z czasem trwania sublimacyjnego suszenia, który na danym poziomie temperatury ulega skróceniu wraz ze wzrostem ciśnienia w komorze suszenia.

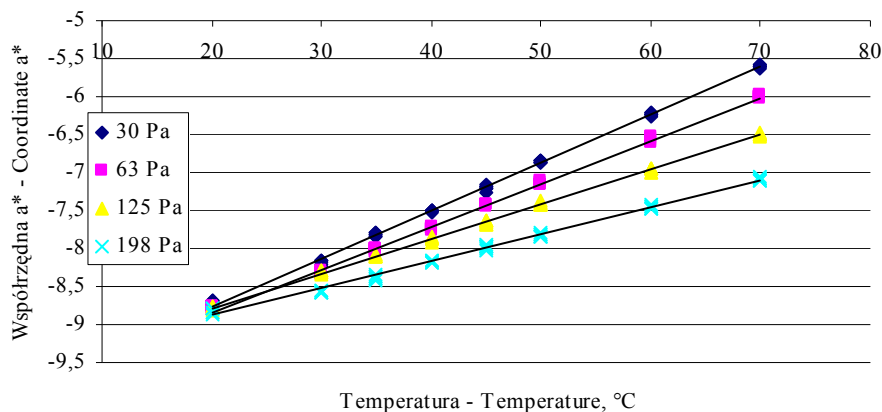
Tabela 6. Równania regresji – zmiany wartości współrzędnej b^* suszu z liści selera jako funkcja temperatury płyt grzejnych oraz weryfikacja statystyczna

Table 6. Regression equations – the changes of the parameter b^* of dried celery leaves as a function of the temperature of the heating panel along with their statistic verification

p Pa	Równanie regr. Regression equation	Współcz. r regresji Regression coefficient r i	β	Błąd st. β Statistical error β	Poziom p p level
30	$b^*(t) = 21,049 - 0,0537t$ $R^2 = 0,9983$	a b	-0,9991	0,0062	0,00000 0,00000
63	$b^*(t) = 20,9094 - 0,0477t$ $R^2 = 0,9987$	a b	-0,9994	0,052	0,00000 0,00000
125	$b^*(t) = 20,8122 - 0,0435t$ $R^2 = 0,9985$	a b	-0,9993	0,0057	0,00000 0,00000
198	$b^*(t) = 20,6602 - 0,0358t$ $R^2 = 0,9963$	a b	-0,9982	0,0089	0,00000 0,00000



Rys. 1. Wartość współrzędnej L^* suszu z liści selera w zależności od temperatury płyt grzejnych
Fig. 1. The value of the coordinate L^* of dried celery leaves dependent on the temperature of the heating panel

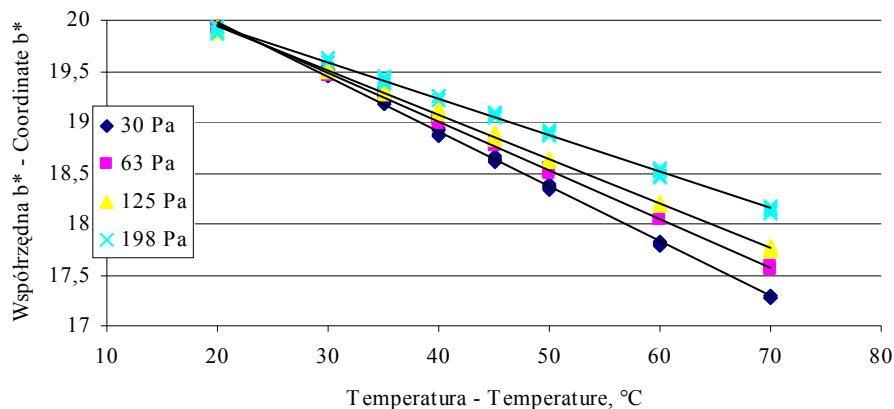


Rys. 2. Wartość współrzędnej a^* suszu z liści selera w zależności od temperatury płyt grzewczych
 Fig. 2. The value of the coordinate a^* of dried celery leaves dependent on the temperature of the heating panel

W całym zakresie pomiarowym wartość współrzędnej a^* suszu z liści selera rośnie wraz ze wzrostem temperatury płyt grzewczych na wszystkich poziomach ciśnienia. Przy ciśnieniu 30 Pa wzrost temperatury w zakresie 20–70°C powoduje zmianę współrzędnej barwy a^* o 3,1, co w systemie barwy CIELab jest interpretowane jako utrata tonu zielonego. Wzrost ciśnienia w komorze suszenia w badanym zakresie powoduje zmniejszenie zróżnicowania wartości współrzędnej a^* (pomiędzy temperaturą 20°C a 70°C) i przy ciśnieniu 198 Pa różnica ta wynosi zaledwie 2,2, co oznacza bardzo niewielką utratę zabarwienia zielonego przez susz. Zróżnicowanie zmian współrzędnej a^* przy wzroście temperatury od 20 do 70°C związane jest ze skróceniem czasu sublimacyjnego suszenia wywołanym podwyższeniem ciśnienia w komorze suszenia od 30 do 198 Pa. W temperaturze 20°C na wszystkich poziomach ciśnienia wartości współrzędnej a^* różnią się nieznacznie. Wzrost temperatury od 30 do 70°C powoduje większe zróżnicowanie wartości współrzędnej a^* na poszczególnych poziomach ciśnienia. W całym zakresie pomiarowym wartość a^* dla suszu z liści selera zawiera się w granicach: $-8,82 < a^* < -5,61$. Należy zaznaczyć, że dla wszystkich badanych kombinacji temperatury i ciśnienia otrzymane susze z liści selera charakteryzowały się nieznaczną utratą barwy zielonej w porównaniu z materiałem świeżym. Susz z liści selera o najintensywniejszej barwie zielonej (20°C i 198 Pa) różnił się wartością współrzędnej a^* od materiału świeżego zaledwie o 1,1 jednostki.

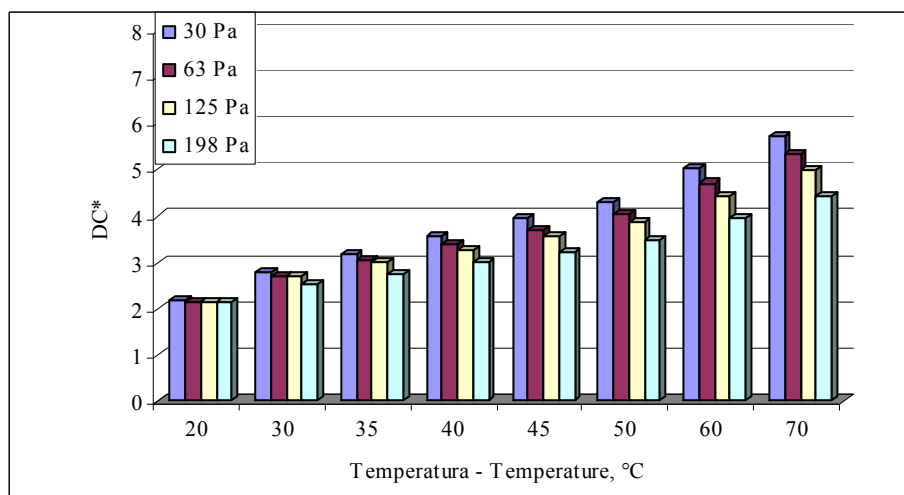
Proces sublimacyjnego suszenia w całym badanym zakresie zmienności temperatury i ciśnienia powodował zmniejszenie wartości współrzędnej b^* suszu. W systemie CIELab oznacza to utratę tonu żółtego. Zmiany wartości współrzędnej b^* suszu z liści selera były mniejsze w porównaniu ze zmianami pozostałych współrzędnych barwy (L^* i a^*). Średnie wartości tej współrzędnej chromatycznej przy wzroście temperatury od 20 do 70°C zmieniały się w zakresie od 19,92 do 17,28. Najintensywniejszą żółtą składową barwy charakteryzował się susz uzyskany w najniższej temperaturze (20°C) niezależnie

od wartości ciśnienia. W porównaniu do świeżych liści selera zmiana tej współrzędnej barwy wynosiła 1,9.



Rys. 3. Wartość współrzędnej b* suszu z liści selera w zależności od temperatury płyt grzejnych
Fig. 3. The value of the coordinate b* of dried celery leaves dependent on the temperature of the heating panel

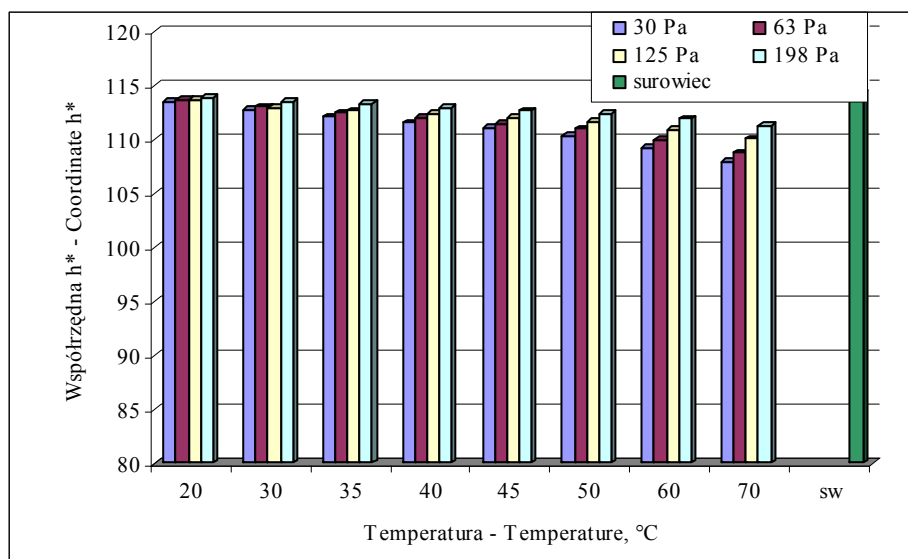
Zmianę barwy pomiędzy suszem otrzymanym w zróżnicowanych warunkach sublimacyjnego suszenia a świeżymi liśćmi selera oceniono na podstawie różnicy w nasyceniu (C*) i odcieniu barwy (h*). Otrzymane wyniki zostały zobrazowane na rysunkach 4 i 5.



Rys. 4. Różnica nasycenia barwy suszu z liści selera w stosunku do nasycenia barwy surowca w zależności od temperatury płyt grzejnych i ciśnienia w komorze suszenia
Fig. 4. The difference in colour saturation and tone of dried celery leaves in comparison to the saturation of raw material dependent on the temperature of the heating panel and pressure

Na podstawie danych eksperymentalnych można stwierdzić, że różnica nasycenia barwy między suszem a surowcem rośnie wraz ze wzrostem temperatury płyt grzejnych, a na danym poziomie temperatury maleje wraz ze wzrostem ciśnienia w komorze suszenia, z wyjątkiem temperatury 20°C. Najmniejszą różnicę nasycenia barwy w porównaniu ze świeżymi liśćmi odnotowano dla suszu otrzymanego w temperaturze 20°C (niezależnie od wartości ciśnienia). Różnica ta wynosiła 2,2 jednostki. Zmniejszenie wartości C^* – nasycenia barwy, w systemie CIELab interpretowane jest jako utrata tonu zielonego i żółtego, co tłumaczyć można degradacją chlorofilu a i chlorofilu b podczas procesu suszenia. Najgorszy jakościowo susz z liści selera, ze względu na tę współrzędną barwy, otrzymano w najwyższej temperaturze wynoszącej 70°C i przy najniższym ciśnieniu równym 30 Pa. ΔC^* suszu z liści selera w stosunku do surowca wynosiła w tym przypadku około 5,8.

Na rysunku 5 przedstawiono zmianę wartości kąta h^* (określającego odcień barwy) dla suszu z liści selera (otrzymanego w zróżnicowanych warunkach temperatury i ciśnienia) w porównaniu z liśćmi świeżymi. Wartość kąta h^* maleje wraz ze wzrostem temperatury płyt grzejnych, oddalając się jednocześnie od wartości tej współrzędnej określonej dla materiału świeżego. Zmniejszenie wartości kąta h^* oznacza w tym przypadku przesunięcie zielonego odcienia suszu w kierunku zielono-żółtym.



Rys. 5. Wartość współrzędnej h^* suszu z liści selera w zależności od temperatury płyt grzejnych i ciśnienia w komorze suszenia; sw – wartość współrzędnej h^* świeżych liści selera

Fig. 5. The value of the coordinate h^* of dried celery leaves dependent on the temperature of the heating panel and the pressure in the drying chamber; sw – the value of the coordinate h^* of fresh celery leaves

W całym zakresie zróżnicowania temperatury i ciśnienia wartości kąta h^* suszu z liści selera, zmieniają się o około 4 jednostki. Najmniejsze różnice w wartości tej współrzędnej barwy (wynoszące około jednej jednostki) w odniesieniu do liści świeżych odnotowano dla suszu otrzymanego w temperaturze 20°C na wszystkich badanych poziomach ciśnienia. Wizualnie zmiana barwy suszu z liści selera była zauważalna w przypadku suszu otrzymanego w najwyższych temperaturach z badanego zakresu ($60\text{--}70^{\circ}\text{C}$), niezależnie od wartości ciśnienia, w jakim prowadzony był proces suszenia. Subiektywnie zmiany te można określić jako nieznaczną utratę barwy zielonej – zieleń jaśniejsza z domieszką tonu żółtego.

Podsumowując ocenę barwy otrzymanych w zróżnicowanych warunkach prowadzenia procesu suszów z liści selera, należy podkreślić, że zakres zmian omawianych współrzędnych barwy jest niewielki na tle możliwych zmian w systemie CIELab. Z uwagi na powyższe metodę sublimacyjnego suszenia należy uznać za zachowawczą, ze względu na tę cechę jakościową.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Na podstawie danych eksperymentalnych wykazano istotność wpływu (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) temperatury płyt grzejnych i ciśnienia w komorze suszenia na współrzędne L^* , a^* , b^* barwy suszu z liści selera.

W całym zakresie pomiarowym wartość współrzędnej L^* malała wraz ze wzrostem temperatury na wszystkich badanych poziomach ciśnienia, co w systemie CIELab oznacza pociemnienie suszu.

Wartość współrzędnej a^* rosła wraz ze wzrostem temperatury na wszystkich badanych poziomach ciśnienia, w całym zakresie pomiarowym. Przy ciśnieniu 30 Pa wzrost temperatury w badanym zakresie powodował zwiększenie wartości współrzędnej barwy a^* o 3,1, co w systemie CIELab interpretowane jest jako utrata tonu zielonego.

Wartość współrzędnej b^* suszu z liści selera malała wraz ze wzrostem temperatury, na każdym z badanych poziomów ciśnienia – oznacza to utratę tonu żółtego. Najwyższą wartością współrzędnej b^* (wynoszącą 19,9) charakteryzował się susz z liści selera uzyskany w temperaturze 20°C .

Najmniejszą różnicą nasycenia barwy (C^*) w odniesieniu do świeżych liści charakteryzował się susz z liści selera uzyskany w temperaturze 20°C (niezależnie od wartości ciśnienia).

Wartość odcienia barwy (h^*) zmniejszała się wraz ze wzrostem temperatury płyt grzejnych, co oznacza przesunięcie zielonego odcienia suszu w kierunku zielono-żółtym.

Susz z liści selera uzyskany w temperaturze 20°C na każdym z badanych poziomów ciśnienia charakteryzował się najwyższą wartością nasycenia (C^*) i odcienia (h^*) barwy.

PIŚMIENNICTWO

Di Cesare L.F., Forni E., Viscardi D, Nani R.C., 2003. Changes in the chemical composition of basil caused by different drying procedures. *J. Agric. Food Chem.* 51, 3575–3581.

- Dobrzański B. jr, Rybczyński R., 2000. Interpretacja fizyczna oceny barwy w zastosowaniu do klasyfikacji jakościowej jabłek. *Acta Agrophysica* 37, 17–27.
- Jaworska G., 1998. Wpływ sposobu suszenia i czasu przechowywania suszów z liści pietruszki na ich cechy jakościowe. *Zesz. Nauk. AR im. H. Kołłątaja w Krakowie* 342, 61–71.
- King C.J., 1971. *Freeze-Frying of Food*. CRC Press, Cleveland.
- Krokida M.K., Tsami E., Maroulis Z.B., 1998. Kinetics on color changes during drying of some fruits and vegetables. *Drying Technol.* 16, 3–5, 667–685.
- Krokida M.K., Maroulis Z.B., Saravacos G.D., 2001. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *Int. J. Food Sci. Technol.* 36, 53–59.
- Le Loch-Bonazzi C., Wolff E., Gilbert H., 1992. Quality of dehydrated cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*): A comparison between different drying and freeze-drying processes. *Lebensm.-Wiss. u-Technol.* 25, 334–339.
- Lisiewska Z., Kmiecik W., 1998. Dependence of dried chive (*Allium Schoenoprasum*) quality upon the drying method and storage period. *EJPAU* 1, 1, www.ejpau.media.pl
- Michalik H., Dobrzański W., 1987. Jakość liści warzyw suszonych metodą owiewową i sublimacyjną. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 6, 30–32.
- Oszmiański J., 2002. *Technologia i analiza produktów z owoców i warzyw. Wybrane zagadnienia*. Wyd. AR Wrocław.
- Yousif A.N., Durance T.D., Scaman C.H., Girard B., 2000. Headspace volatiles and physical characteristics of vacuum-microwave, air and freeze-dried oregano (*Lippia berlandieri* Schauer). *Food Chem. Toxicol.* 65, 6, 926–930.

THE INFLUENCE OF FREEZE DRYING PARAMETERS ON THE CHANGE OF COLOUR COORDINATES OF DRIED CELERY LEAVES

Summary. The aim of this work has been to assess the influence of freeze drying parameters, i.e. the pressure in the drying chamber and temperature of the heating panel of the sublimation dryer on the change of colour coordinates of dried celery leaves. In the research the leaves of *Apium graveolens* L were used. The drying process was conducted in a freeze dryer with a one-sided contact way of providing heat, in temperature range between 20–70°C and under the pressure of 30 Pa, 63 Pa, 125 Pa, 198 Pa. The measurement of colour was conducted according to the reflective method with the use of spherical spectrophotometer X-Rite 8200. The colour coordinates were marked according to the CIElab system. A significant influence of the temperature of the heating panels and pressure in the drying chamber on the change of parameters L*, a* and b* of dried celery leaves was found. The change of colour was assessed on the basis of the difference in colour saturation (C*) and tone (h*). The smallest difference in colour saturation and tone in comparison to fresh leaves was recorded in dried material kept in the temperature of 20°C on each of the pressure levels. Due to a small range of colour coordinates, the method of freeze drying should be regarded as conservative because of this qualitative feature.

Key words: freeze drying, celery leaves, colour coordinates

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 7.11.2008