

## WPŁYW ZABIEGU BLANSZOWANIA NA PROCES SUSZENIA SUBLIMACYJNEGO KRAJANKI PIETRUSZKI

Stanisław Peroń, Mariusz Surma, Marcin Krajewski

*Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Przeprowadzono na skalę laboratoryjną doświadczenie nad wpływem zabiegu blanszowania na proces suszenia sublimacyjnego kostki pietruszki. Suszenie prowadzono przy temperaturze płyty grzejnej 0, 20, 40, 60°C. Określono wpływ zabiegu blanszowania na kinetykę procesu. Wyniki przedstawiono w postaci wykresów oraz równań korelacyjnych.

**Słowa kluczowe:** blanszowanie, suszenie sublimacyjne, krajanka pietruszki

### Wprowadzenie i cel badań

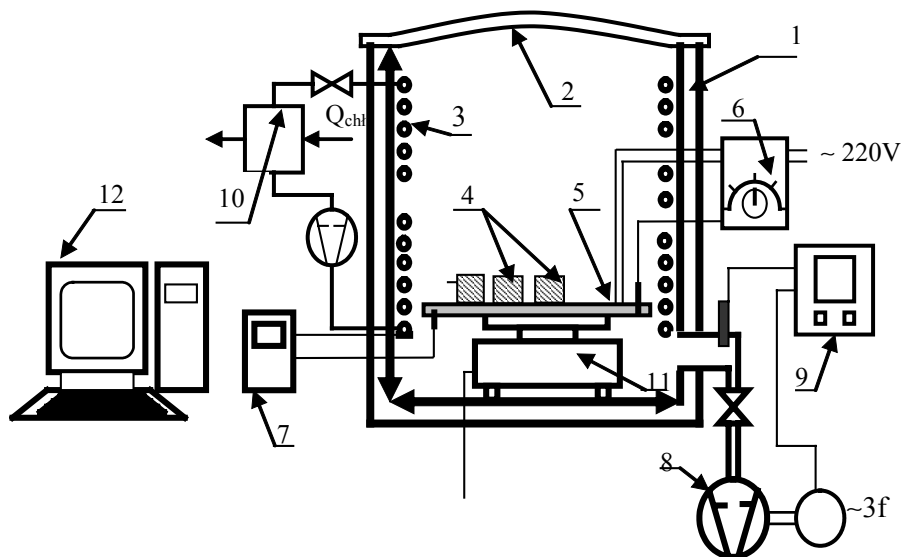
Jednym z lepszych sposobów suszenia warzyw jest suszenie sublimacyjne. Wykorzystując tę metodę uzyskuje się susz o wysokich walorach sensorycznych, o niezmiennych kształtach oraz wysokiej zawartości składników odżywczych. Podczas przechowywania susz nie wymaga dodatku chemicznych środków konserwujących co znacznie polepsza jakość uzyskanego produktu.

Suszenie sublimacyjne mimo niewątpliwych zalet jest nadal rzadko stosowane w konserwacji warzyw ze względu na koszty suszenia. Czas suszenia oraz koszt instalacji sprawiają, że suszenie sublimacyjne jest jedną z najdroższych metod odwadniania [Kramkowski 1998].

Celem pracy było opisanie kinetyki suszenia sublimacyjnego kostki korzenia pietruszki blanszowanej i nieblanszowanej przy różnych temperaturach płyty grzejnej.

### Stanowisko pomiarowe i metodyka badań

Do badań użyto pietruszki korzeniowej odmiany Berlińska. Próbkę wycinano z części środkowej korzenia o wymiarach 10x10x10 mm. Po wycięciu próbek materiał podzielny został na dwie części. Pierwszą część podzielono na porcje o masie około 200 g, które następnie zostały zamrożone w szafie zamrażalniczej w temperaturze -25°C. Druga część została poddana blanszowaniu w wodzie o temperaturze 95°C przez 5 min. Następnie tak jak pierwszym przypadku przygotowano porcje o masie około 200 g, które zostały zamrożone. Tak przygotowane próbki suszono w suszarce sublimacyjnej, której schemat przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Instalacja doświadczalna do suszenia sublimacyjnego: 1 – komora suszenia, 2 – pokrywa, 3 – kondensator, 4 – próbki, 5 – płyta grzejna, 6 – regulator temperatury, 7 – czytnik temperatury, 8 – układ próżniowy, 9 – próżniomierz z głowicą pomiarową, 10 – układ chłodzący, 11 – waga elektroniczna, 12 – komputer

Fig. 1. Experimental instalation to freeze drying: 1 – drying chamber, 2 - cover, 3 – condenser, 4 – samples, 5 – heating plate, 6 - regulator of temperature, 7 – temperature recorder, 8 – vacuum system, 9 – vacuum gauge witch measuring, 10 – cooling system, 11 – elec-tronic balance, 12 – computer

## Wyniki badań

Na rysunku 2 i 3 przedstawiono przebieg zmian zawartości wody w nieblanszowanej i blanszowanej kostce korzenia pietruszki w funkcji czasu dla czterech temperatur suszenia. Blanszowany oraz nieblanszowany surowiec suszono do końcowej zawartości wody wynoszącej około  $0,1 \text{ kg H}_2\text{O kg}^{-1} \text{ s.s.}$

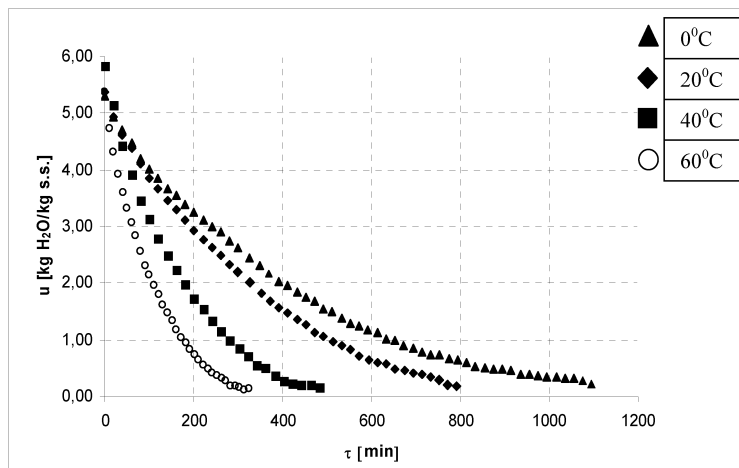
Na podstawie analizy przebiegu okresu suszenia sublimacyjnego blanszowanej i nieblanszowanej kostki zaproponowano jego opis formułą wykładniczą:

$$U_{red} = a \cdot e^{(-k \cdot \tau)} \quad (1)$$

analogiczną jak zależność wynikająca z teorii konwekcyjnego suszenia dotycząca II okresu [Pabis 1982]

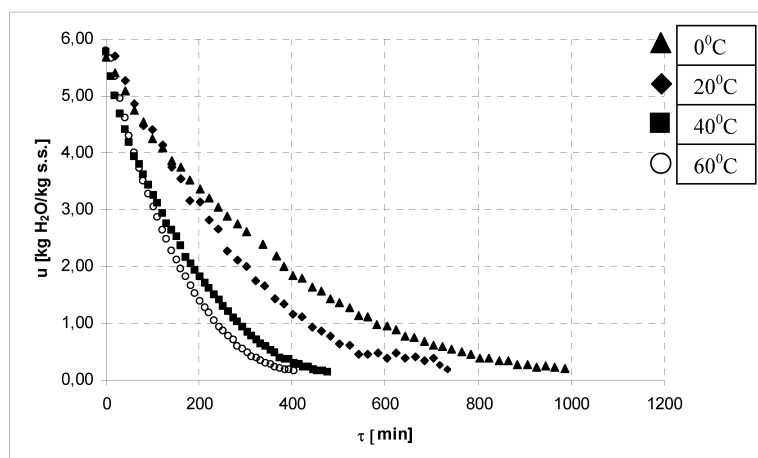
gdzie:

- a – oznacza współczynnik zależy od kształtu suszonych cząstek,
- k – współczynnik szybkości suszenia.



Rys. 2. Krzywe suszenia sublimacyjnego nieblanszowanej kostki z korzenia pietruszki  $u=f(\tau)$ , dla czterech temperatur płyty grzejnej  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ . Ciśnienie  $p=25\text{Pa}$

Fig. 2. Sublimation drying curves of not blanched parsley cube according  $u=f(\tau)$  to four heating plate temperatures  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ . Pressure  $p=25\text{Pa}$



Rys. 3. Krzywe suszenia sublimacyjnego blanszowanej kostki z korzenia pietruszki  $u=f(\tau)$ , dla czterech temperatur płyty grzejnej  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ . Ciśnienie  $p=25\text{Pa}$

Fig. 3. Sublimation drying curves of blanched parsley cube according  $u=f(\tau)$  to four heating plate temperatures  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ . Pressure  $p=25\text{Pa}$

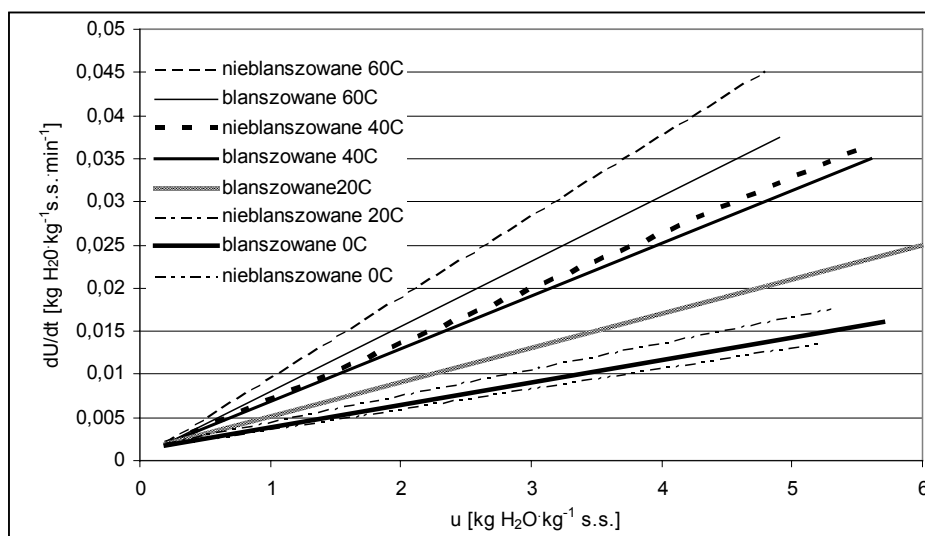
Zestawienie wartości współczynników w równaniu (1) dla poszczególnych temperatur płyty grzejnej przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wartości współczynników równania (1) dla poszczególnych temperatur płyty grzejnej

Table 1. Breakdown of equation coefficients value (1) for particular heating plate temperatures

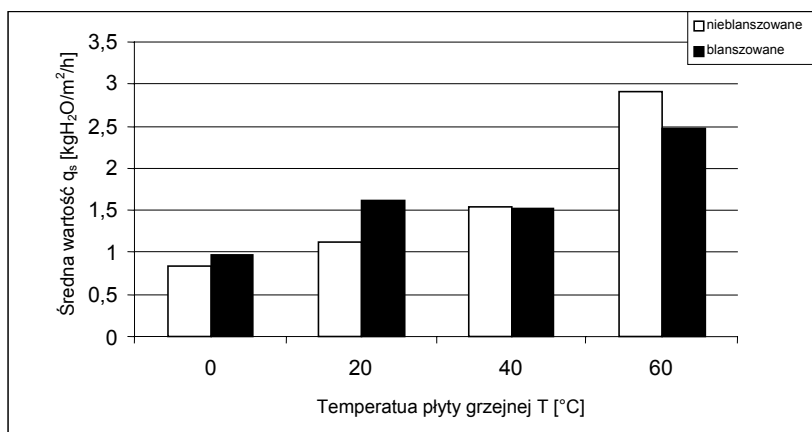
Blanszowane $u_{red} = a \cdot e^{(-\tau \cdot k)}$				
par./temp płyty	T= 273K (0°C)	T= 293K (20°C)	T= 313K (40°C)	T= 333K (60°C)
a	1,033625	1,02135	1,011936	1,078744
k	0,003072	0,00488	0,006314	0,007812
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,98	0,99
Nieblanszowane $u_{red} = a \cdot e^{(-\tau \cdot k)}$				
par./temp płyty.	T= 273K (0°C)	T= 293K (20°C)	T= 313K (40°C)	T= 333K (60°C)
a	1	1,02	1,010894097	1
k	0,002668	0,003477	0,006696463	0,010008
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99

Chwilowe ubytki wody w czasie procesu suszenia mają przebieg oscylacyjny spowodowane prawdopodobnie wahaniami podciśnienia w komorze suszenia (od 10 do 40 Pa) wskutek cyklicznej pracy pompy próżniowej sprzężonej z komorą suszenia. Ze względu na szczupłość miejsca w publikacji autorzy na rys. 4 przedstawiają tylko przebieg uśrednionych szybkości suszenia kostki blanszowanej i nieblanszowanej dla różnych temperatur płyty grzejnej. Przebiegi te wskazują na dodatni wpływ zabiegu blanszowania na szybkość

Rys. 4. Zależność szybkości suszenia  $du/dt$  od zawartości wody  $u$  dla kostki blanszowanej i nieblanszowanej przy zmiennej temperaturze płyty grzejnejFig. 4. Relationship between drying rate  $du/dt$  and water content  $u$  for various temperature of heating plate for blanched and not blanched cube

suszenia dla temperatury płyty grzejnej 0 i 20°C, nieznaczny dla 40°C oraz ujemny w przypadku temperatury 60°C. Być może wskutek zmian struktury blanszowanych kostek na styku z płytą o temperaturze 60°C miało miejsce rozmrożenie surowca. Zważywszy, że współczynnik przewodzenia ciepła dla lodu ( $\lambda=2,25\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) jest czterokrotnie wyższy od współczynnika ciepła dla wody ( $\lambda=0,55\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) mogło to utrudniać transport ciepła w głąb kostek - niezbędne do podtrzymania procesu. Na obecnym etapie badań dodatniego wpływu zabiegu blanszowania na szybkość suszenia dla temperatury płyty 0 i 20°C autorzy nie są w stanie sensownie wyjaśnić.

Porównanie średnich wartości powierzchniowego strumienia wilgoci  $q_s$  (dotyczących całego okresu suszenia) dla kostki blanszowanej oraz nieblanszowanej dla różnych temperatur płyty grzejnej pokazano na rysunku 5.



Rys. 5. Wpływ temperatury płyty grzejnej na wartość średniego powierzchniowego strumienia wilgoci dla kostki blanszowanej i nieblanszowanej

Fig. 5. The influence of temperature of the heating plate on the value of medium surface humid stream applied on blanched and not blanched cubic

Jak wynika z histogramu w przypadku kostki nieblanszowanej wartość  $q_s$  w zależności od stosowanej płyty grzejnej zawierała się w granicach 0,8-2,9  $\text{kgH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ , dla blanszowanej oscylowała w granicach 1-2,5  $\text{kgH}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ .

## Ocena błędów pomiarów

W tabeli 2 podano bezwzględne i względne błędy systematyczne wielkości mierzonych i obliczanych na podstawie pomiarów. W przypadku pomiarów bezpośrednich błąd bezwzględny wyznaczono z klasy dokładności miernika lub na podstawie wartości najmniejszej skali przyrządu.

Tabela 2. Błędy systematyczne mierzonych wielkości  
 Table 2. Systematic errors of measured quantities

Mierzona wielkość	Błąd bezwzględny $\Delta$	Błąd względny $\delta$ [%]	Uwagi
Zawartość wody w kostce (obliczana na podstawie zmian spadku masy w komorze suszenia)	$\pm 0,1\text{g}$	0,14-0,54	wahania błędu względnego dla $u=6-0,1\text{ kgH}_2\text{O kg}^{-1}\text{ s.s}$
Temperatura płyty grzejnej	$\pm 0,5^\circ\text{C}$	0,8-2,5	błąd względny średni dla wahania błędu względnego dla temperatury płyty 20-60°C
Ciśnienie w komorze suszenia	$\pm 1\text{Pa}$	2,5-10%	wahania błędu względnego dla ciśnień 10-40 Pa

*Źródło: obliczenia własne Autora*

## Wnioski

- Przebieg kinetyki suszenia sublimacyjnego kostki korzenia pietruszki nieblanszowanej i blanszowanej można opisać w całym zakresie trwania procesu równaniem wykładniczym w postaci:

$$U_{red} = a \cdot e^{(-k \cdot \tau)}$$

przy współczynniku determinacji  $R^2=0,99$

- Zabieg blanszowania spowodował istotny wzrost szybkości suszenia dla temperatur płyty grzejnej 0°C i 20°C, znaczny jej spadek przy temperaturze płyty grzejnej 60°C, nie wpływając praktycznie na szybkość suszenia przy temperaturze płyty grzejnej 40°C.
- Podwyższenie temperatury płyty grzejnej w zakresie 0°C–60°C przy zachowaniu stabilności pozostałych parametrów procesu spowodowało ok. 3-krotny wzrost powierzchniowego strumienia wilgoci  $q_s$  w przypadku kostki nieblanszowanej oraz około 2,5-krotny jego wzrost w przypadku kostki blanszowanej.

## Bibliografia

- Kramkowski R.** 1998. Analiza suszenia sublimacyjnego wybranych produktów spożywczych. Zesz. Nauk. Akad. Rol. we Wrocław. Rozprawy. Z 153.
- Pabis S.** 1982. Teoria konwekcyjnego suszenia produktów rolniczych. PWRiL Warszawa.

## **INFLUENCE OF BLANCHING ON THE FREEZ-DRYING OF PARSLEY SLICES**

**Abstract.** Laboratory experiment was led in order to check the influence of blanching process on freez drying process applied on parsley cubes. The drying process was carried at the temperature of 0, 20, 40 and 60°C on the heating plate. The influence of the blanching process on the kinetics was described. The resultsof studies were presented in form of diagrams and corelation equations.

**Key words:** blanching, freez drying, parsley slices

**Adres do korespondencji:**

Stanisław Peroń; e-mail: stanislaw.peron@up.wroc.pl  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
ul Chelmińskiego 37/41  
51-630 Wrocław