

BADANIE KINETYKI SUSZENIA OWOCÓW DZIKIEJ RÓŻY *ROSA CANINA* L. W SUSZARCE FONTANNOWEJ

Mariusz Surma, Stanisław Peroń, Klaudiusz Jałoszyński, Bogdan Stępień
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Doświadczenie przeprowadzono w laboratoryjnej suszarce fontannowej przy temperaturze czynnika suszącego w zakresie 60-90°C. Prędkość przepływu czynnika suszącego na wlocie wynosiła ok. 1 m s^{-1} (przemieszanie złoża $v=4 \text{ m s}^{-1}$), a początkowa grubość warstwy surowca 0,05 m. Wzrost temperatury czynnika suszącego od 60 do 90°C spowodował w warunkach doświadczenia – zwiększenie średniej szybkości suszenia oraz wzrost wartości średniego objętościowego strumienia odparowanej wody o ok. 50%. Wyniki przedstawiono w postaci wykresów oraz równań korelacyjnych.

Słowa kluczowe: owoc róży, suszarka fontanna, kinetyka

Wstęp i cel pracy

Proces suszenia owoców dzikiej róży przeprowadza się zaraz po zbiorze, ponieważ wysoka wilgotność (średnio 45–60%) powoduje szybkie gnicie i utratę witaminy C oraz innych cennych związków czynnych [Karwowska i in. 2005].



Fot. Lukasz Ejsmont

Źródło: [Szwejkowska i in., 2003]

Rys. 1. Róża dzika - *Rosa canina* L. - najpospolitsza róża w Polsce i Europie oraz bardzo cenne źródło witaminy C

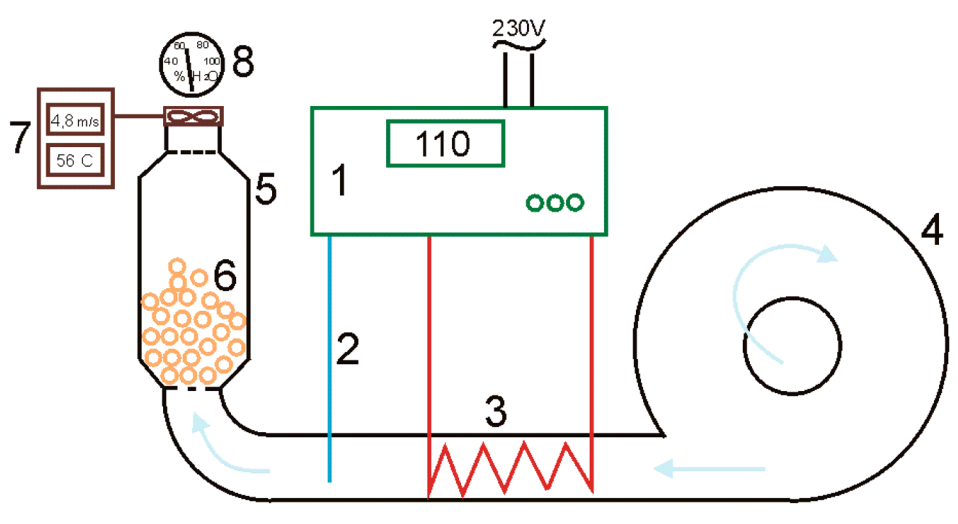
Fig. 1. Dog rose - *Rosa canina* L. - most common rose in Poland and Europe, and a very valuable source of vitamin C

Jedną z metod suszenia jest suszenie w złożu nieruchomym z okresowym mieszaniem, które odbywa się w suszarce fontannowej przy niewielkich prędkościach powietrza suszącego. Suszenie materiału w komorze w złożu nieruchomym powoduje nie uszkodzenie się materiału.

Celem pracy było określenie możliwości zastosowania suszarki fontannowej do suszenia, a ponadto zbadanie dynamiki wysychania owocu dzikiej róży *Rosa canina L.* w laboratoryjnej suszarce fontannowej (w warunkach stałego złoża z cyklicznym jego mieszaniem) w zależności od temperatury suszenia i określenia objętościowego strumienia odparowanej wody.

Metodyka

Badanie suszenia owoców dzikiej róży *Rosa canina L.* na laboratoryjnej suszarce fontannowej przedstawionej na rysunku 2.



Rys. 2. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – nagrzewnica z regulatorem temperatury, 2 – termopara, 3 – nagrzewnica, 4 – wentylator, 5 – komora suszenia, 6 – złoże, 7 – anemometr, 8 – miernik wilgotności

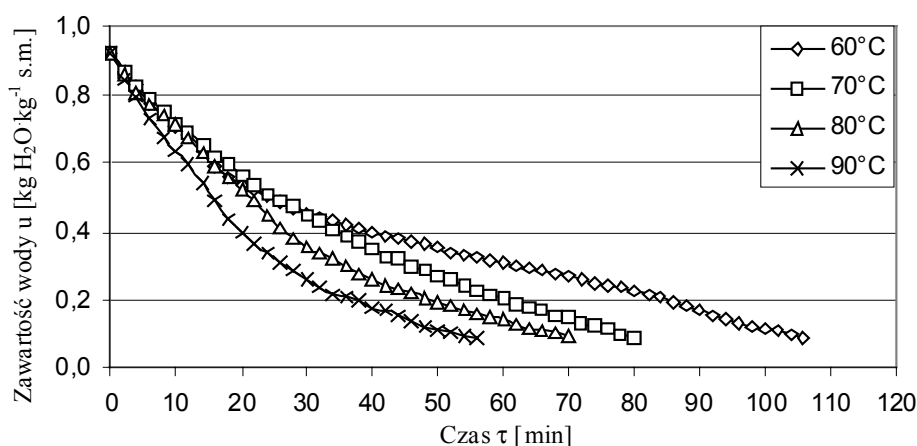
Fig. 2. Measurement setup diagram: 1 – heater with temperature controller, 2 – thermocouple, 3 – heater, 4 – fan, 5 – drying chamber, 6 – bed, 7 – anemometer, 8 – moisture meter

Do badań użyto owoce dzikiej róży *Rosa canina L.*, zebrane na przełomie września i października z krzewów rosnących w woj. opolskim (na terenie powiatu nyskiego), wilgotność owoców wynosiła ok. 48%. Bezpośrednio po zbiorze owoce posortowano, a następnie wydrążono owłosione orzeszki. Do suszenia owoce róży miały formę połówek owocu. Z tak przygotowanego materiału badawczego wykonano badania w trzech powtórzeniach w temperaturach: 60°C, 70°C, 80°C i 90°C.

Próbki materiału przed suszeniem ważono na elektronicznej wadze WPE 600 z dokładnością 0,01g. Po zważeniu próbkę umieszczono w komorze suszarniczej i suszono do wilgotności ok. 8% co pozwala na jej przechowywanie. Suszenie przeprowadzono dla spoczynkowej wysokości złoża 0,05m, masie róży $m=\pm 250$ g i stałej prędkości czynnika suszącego ok. $v=1$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Prędkość czynnika w trakcie przemieszania zwiększano do ok. 4 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, co pozwalało na krótki czas ok. 10s fontannowania materiału. Przemieszanie wykonywano, co 5 minut. Pomiar masy odparowanej wody odczytano co dwie minuty. Czas mierzono zegarem z sekundnikiem.

Wyniki

Na rysunku 3 przedstawiono przebieg zmian zawartości wody w owocach dzikiej róży przy różnych temperaturach czynnika suszącego przepływającego przez złożo. Wilgotność początkowa wynosiła $0,923$ $\text{kg H}_2\text{O}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.s. przy stałej prędkości przepływu powietrza przez złożo.

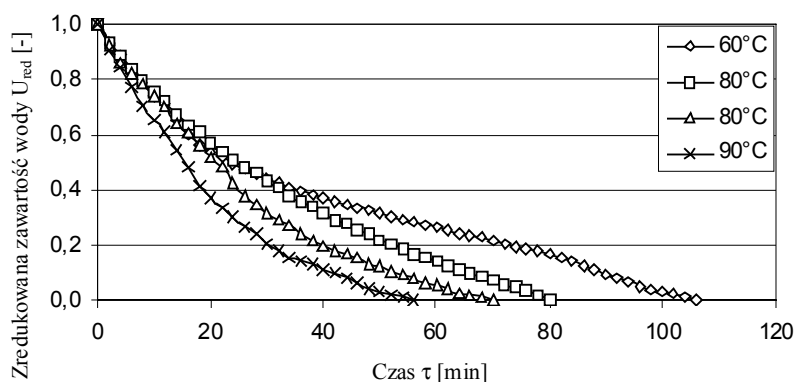


Rys. 3. Spadek zawartości wody u w owocach róży w czasie τ przy różnych temperaturach czynnika suszącego ($v=1$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0,05$ m; $m=250$ g)

Fig. 3. Drop in water content u in rose fruits in time τ for various drying medium temperature values ($v=1$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0.05$ m; $m=250$ g)

Jak wynika z przebiegu krzywych czas suszenia od zawartości ok. $0,923$ do ok. $0,090$ $\text{kgH}_2\text{O}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.s. zawierał się w granicach od 56 do 106 minut, w zależności od zastosowanej temperatury czynnika suszącego. Podwyższenie temperatury czynnika suszącego spowodowało skrócenie czasu suszenia owoców o ok. 50%.

Na rysunku 4 przedstawiono zależność zredukowanej zawartości wody w czasie dla różnych temperatur czynnika suszącego.



Rys. 4. Spadek zawartości wody U_{red} w czasie τ dla różnych temperatur czynnika suszącego ($v=1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0,05\text{ m}$; $m=250\text{ g}$)
 Fig. 4. Drop in water content U_{red} in time τ for various drying medium temperature values ($v=1\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0.05\text{ m}$; $m=250\text{ g}$)

Pierwsze 10 minut procesu suszenia sugeruje występowanie I okresu suszenia, który można opisać równaniem liniowym:

$$u_{(\tau)I}=A\tau+B \tag{1}$$

W ciągu następnych minut trwania procesu (II okres suszenia) zawartość wody maleje zgodnie z funkcją wykładniczą, osiąga założony poziom wilgotności 8%. Punkty pomiarowe dla temperatur od 60 do 90°C, można opisać równaniem wykładniczym postaci:

$$u_{(\tau)II}=Ae^{B\tau} \tag{2}$$

znany w teorii konwekcyjnego suszenia słusznym dla II okresu [Pabis 1982].

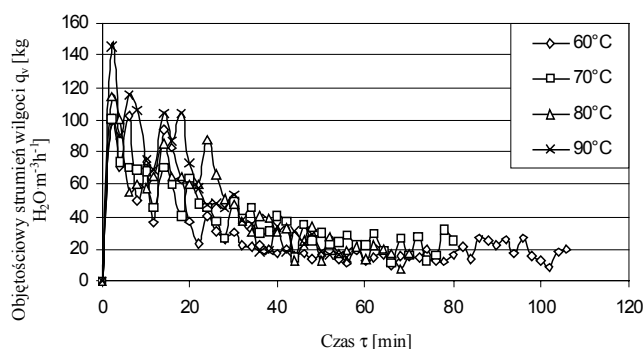
W tabeli 1 zamieszczono stałe oraz współczynniki determinacji R^2 dotyczące równań opisujących I i II okres suszenia owoców róży.

Tabela 1. Współczynniki równań i determinacji dla I i II okresu suszenia w zależności od temperatury suszonych owoców bzu czarnego
 Table 1. Coefficients of equations and determination for drying period I and II depending on the temperature of dried elder fruits

Temperatura suszenia	Współczynniki równa. I		Współczynnik determinacji, R^2	Współczynniki równa. II		Współczynnik determinacji, R^2
	A_1	B_1		A_2	B_2	
$t = 60\text{ }^\circ\text{C}$	-0,0267	0,9941	0,99	0,8398	-0,0101	0,99
$t = 70\text{ }^\circ\text{C}$	-0,0252	0,9919	0,99	1,0195	-0,0278	0,99
$t = 80\text{ }^\circ\text{C}$	-0,0270	0,9851	0,97	0,9917	-0,0331	0,97
$t = 90\text{ }^\circ\text{C}$	-0,0365	0,9909	0,99	0,9981	-0,0423	0,99

Źródło: obliczenia własne autora

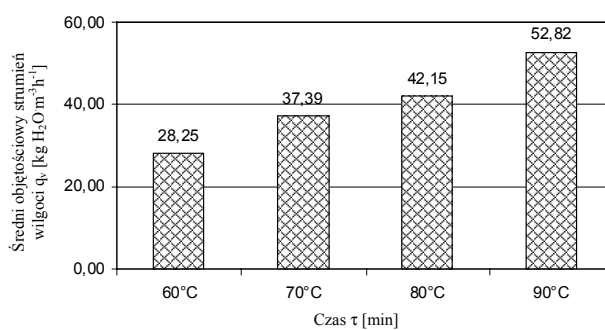
Jak wynika z rysunku 5 w miarę wzrostu temperatury czynnika suszącego zwiększa się objętościowy strumień wilgoci. Można zauważyć, że w trakcie trwania procesu suszenia ok. 80% wody usuwanej jest w pierwszych 30 minutach.



Rys. 5. Zależność objętościowego strumienia wilgoci q_v w czasie suszenia τ - przy różnych temperaturach czynnika suszącego ($v=1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0,05 \text{ m}$; $m=250 \text{ g}$)

Fig. 5. Relationship of volumetric moisture stream q_v in drying time τ - for various drying medium temperature values ($v=1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0.05 \text{ m}$; $m=250 \text{ g}$)

Jak wynika z histogramu (rys. 6) w miarę wzrostu temperatury z 60 do 90°C można zaobserwować wzrost średniego objętościowego strumienia wilgoci odbieranego od suszonego materiału z jednostki objętości komory suszenia w jednostce czasu. Przy najniższej temperaturze czynnika suszącego wartość strumienia wynosiła ok. 28 $\text{kg H}_2\text{O m}^{-3}\text{h}^{-1}$ a podwyższenie do najwyższej temperatury spowodowało wzrost strumienia do około 52 $\text{kg H}_2\text{O m}^{-3}\text{h}^{-1}$. Dodatni wpływ temperatury czynnika suszącego na proces suszenia można tłumaczyć wzrostem współczynnika dyfuzji wody w suszonym materiale, który silnie zależy od temperatury procesu.



Rys. 6. Wpływ temperatury czynnika suszącego na wielkość średniego objętościowego strumienia wilgoci ($v=1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0,05 \text{ m}$; $m=250 \text{ g}$)

Fig. 6. The impact of drying medium temperature on the volume of average volumetric moisture stream ($v=1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; $H_0=0.05 \text{ m}$; $m=250 \text{ g}$)

Za zastosowaniem suszarki fontannowej do suszenia owoców róży przemawia fakt uzyskania większego objętościowego strumienia wilgoci uzyskanego z jednostki objętości komory w porównaniu np. z suszarkami tunelowymi do owoców i warzyw.

Wnioski

Z przeprowadzonych badań suszenia owoców dzikiej róży *Rosa canina* L. w nieruchomym złożu materiału z okresowym mieszaniem strumieniem powietrza wynika, że:

1. Kinetykę suszenia owoców róży można podzielić na dwie fazy:
 - fazę początkową (I okres suszenia)
 - fazę końcową (II okres suszenia)
2. Wzrost temperatury czynnika suszącego od 60 do 90°C przy zachowaniu niezmienności pozostałych parametrów spowodował około dwukrotne zmniejszenie czasu suszenia i dwukrotne zwiększenie średniej szybkości suszenia.
3. Proces suszenia w złożu nieruchomym charakteryzował się wysoką wartością średniego objętościowego strumienia wilgoci – wahając się w zależności od zastosowanej temperatury czynnika suszącego (60- 90°C) od ok. 28 do ok. 53 kg H₂O m⁻³h⁻¹.

Bibliografia

- Karwowska K., Przybył J. 2005. Suszarnictwo i przetwórstwo ziół, Wydawnictwo SGGW. ISBN 83-7244-621-0.
- Pabis S. 1982. Teoria konwekcyjnego suszenia produktów rolniczych. PWRiL, Warszawa. ISBN 83-01-13945-5.
- Szweykowska A. i Szweykowski J. 2003. Botanika, Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.

KINETICS EXAMINATION FOR DOG ROSE (*ROSA CANINA* L.) DRYING IN A FOUNTAIN DRIER

Abstract. The experiment was carried out in a laboratory fountain drier at drying medium temperature variable within range 60-90°C. Drying medium flow velocity at inlet was approximately 1m s⁻¹ (bed movement $v=4$ m s⁻¹), and initial material layer thickness: 0.05m. In experimental conditions, drying medium temperature increase from 60 to 90°C caused growth in average drying rate and rise of the value of average volumetric evaporated water stream by approximately 50%. Obtained results are shown in form of diagrams and correlation equations.

Key words: rose fruit, fountain drier, kinetics

Adres do korespondencji:

Mariusz Surma; e-mail: mariusz.surma@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chełmińskiego 37/41
51-630 Wrocław