

CHARAKTERYSTYKA SUSZARNICZA OWOCÓW BZU CZARNEGO

Stanisław Peroń, Mariusz Surma, Zbigniew Zdrojewski

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Badano wpływ temperatury suszenia na dynamikę narastania temperatury wnętrza owoców bzu czarnego, szybkość ich wysychania a także ich skurcz suszarniczy i zdolność do rehydracji. Suszenie prowadzono w warunkach konwekcji naturalnej w temperaturach 50, 60, 70°C przy początkowej wilgotności surowca około 75%. Wyniki przedstawiono w postaci wykresów oraz równań korelacyjnych.

Słowa kluczowe: suszenie, owoce bzu czarnego, konwekcja naturalna

Wstęp i cel pracy

Bez czarny dostarcza lecznictwu kwiatów, owoców, kory, korzeni [Górski 1954]. Ze względu na dużą zawartość barwników antocyjanowych sok z bzu czarnego wysuszony rozpyłowo może służyć jako cenny naturalny barwnik w postaci proszku [Pazoła, 1965]. Przy zbiorze owoców ścina się całe baldachy, które wraz z kulistymi owocami suszy się konwekcyjnie w temperaturze do 60°C w suszarkach komorowych, tunelowych czasem taśmowych. Po wysuszeniu do około 10-12% wilgotności owoce oddziela się od baldachów na sitach lub ręcznie. Zapotrzebowanie na susz z owoców bzu czarnego określa się jako duże [Kwaśniewska i in. 1956].

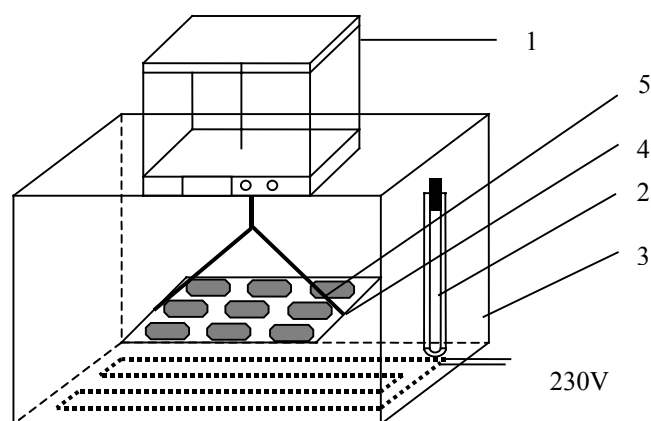
Jakkolwiek technologia suszenia owoców bzu czarnego stosowana przez przemysł zielarski znana jest i stosowana od dawna to istnieje nadal luka informacyjna odnośnie kinetyki wysychania tych owoców w zależności od stosowanych parametrów suszenia. Brak również w dostępnej literaturze danych odnośnie ich skurczu suszarniczego, oraz zdolności do rehydracji uzyskanego suszu.

Celem pracy była ocena dynamiki narastania temperatury wewnątrz suszonych owoców bzu czarnego, szybkość ich wysychania, a także zbadanie ich skurczu suszarniczego i zdolności do rehydracji w zależności od temperatury suszenia.

Metodyka

Materiał do doświadczeń stanowiły owoce bzu czarnego w fazie dojrzałości zbiorczej - świeżo oddzielone od baldachów. Założono, że charakterystyka suszarnicza będzie prowadzona w temperaturach suszenia 50, 60 i 70°C w warunkach konwekcji naturalnej. Doświadczenie realizowano następująco: z pojemnika pobierano próbkę wilgotnego materiału

o masie 50g, wsypywano na płytkę Petriego – tak, aby surowiec tworzył „cienką” warstwę, a następnie płytkę umieszczano na szalce wagi znajdującej się wewnątrz komory suszarki laboratoryjnej bez nadmuchu powietrza. Schemat i zasadę działania stanowiska pomiarowego przedstawia rysunek 1. Masa próbki owoców spoczywających na szalce wynosiła 50 g. Ubytki masy mierzono na wadze WPE 600($\pm 0,01$ g) z odczytem cyfrowym. Do pomiaru temperatury wnętrza suszonych owoców bzu czarnego użyto cienkich termopar Cu-K_o ($\pm 0,5^\circ\text{C}$), wprowadzonych do środka wybranych owoców. Skurcz suszarniczy, czyli zmianę średnicy 10 wybranych owoców mierzono jednocześnie co godzinę za pomocą elektronicznej suwmiarki z dokładnością $\pm 0,05\text{mm}$. Próbki suszono do zawartości ok. $0,1\text{kg H}_2\text{O kg}^{-1}$ s.m.. Szybkość suszenia du/dt określano na podstawie krzywych suszenia. Na podstawie pomiarów średnicy owoców w trakcie suszenia obliczono względny skurcz suszarniczy dzieląc aktualną (w danej chwili) objętość owocu bzu $V_{(t)}$ przez jego objętość początkową V_0 .



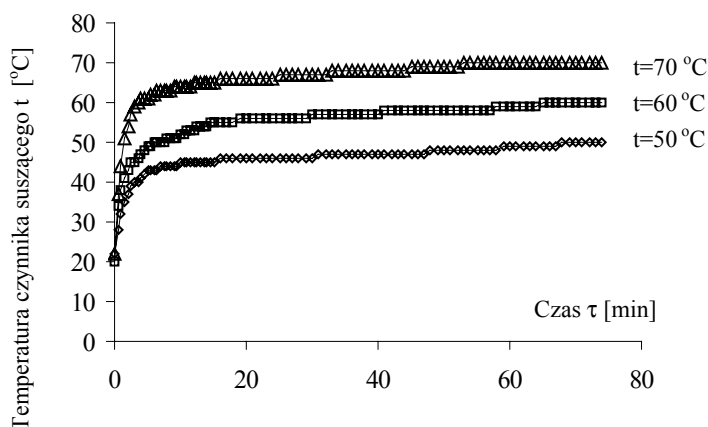
Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – waga laboratoryjna, 2 – termometr kontaktowy, 3 – suszarka laboratoryjna, 4 – szalka, 5 – materiał suszony

Fig. 1. Measurement setup diagram: 1 – laboratory scales, 2 – contact thermometer, 3 – laboratory drier, 4 – pan, 5 – drying material

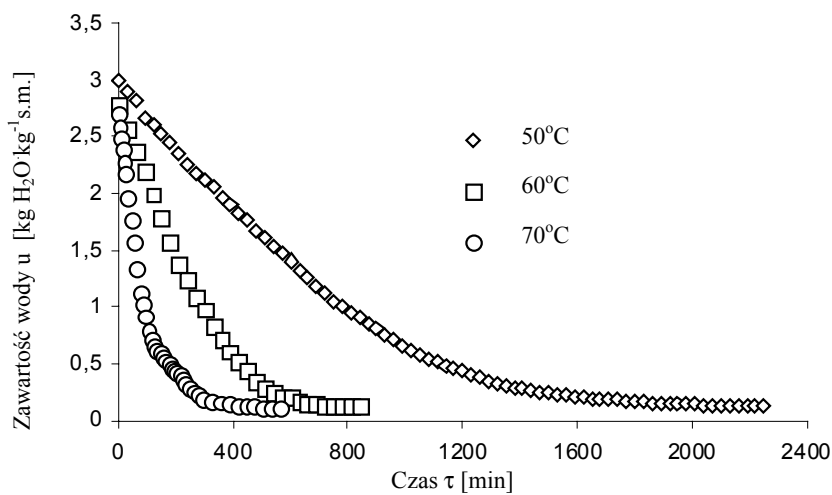
Rehydrację suszu prowadzono w wodzie destylowanej w temperaturze 20°C . Kinetykę wchłaniania wody badano mierząc w odstępach 30 minutowych (przez pierwsze 210 min) przybór masy próbki suszu (ok. 10g) – z dokładnością do 0,01g. Rehydrację przerwano (po ok. 24 godzinach), kiedy nie stwierdzono przyrostu masy próbki. Szybkość rehydracji określono dzieląc masę uwodnionego suszu danej chwili $m_{(t)}$ przez masę próbki suszu – przed uwadnianiem m_0 . Każdy z pomiarów powtarzano trzykrotnie.

Wyniki badań

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki pomiarów temperatury wnętrza owoców w całym zakresie temperatur powietrza suszącego. Pomiary prowadzono do czasu, gdy temperatura w próbce osiągnęła temperaturę powietrza w komorze suszenia.



Rys. 2. Przebieg zmian temperatury środka owoców bzu czarnego, dla różnych temperatur powietrza suszącego
 Fig. 2. Progress of temperature changes for elder fruit interior, for different drying air temperatures



Rys. 3. Spadek zawartości wody u w czasie τ dla różnych temperatur suszenia owoców bzu czarnego
 Fig. 3. Drop of water content u in time τ for different elder fruit drying temperatures

Wpływ temperatury czynnika suszącego na spadek zawartości wody w owocach bzu czarnego suszonych w warunkach konwekcji naturalnej od zawartości wody ok. 3 do ok. 0,1 kg H₂O·kg⁻¹ s.m. przedstawiono na rysunku 3.

Jak wynika z wykresu w miarę wzrostu temperatury, czas suszenia ulegał skróceniu. Na przykład dla temperatury suszenia t=50°C wynosił 2150 min. Przy podwyższeniu temperatury w komorze suszarniczej do t=70°C uzyskano czas suszenia prawie czterokrotnie krótszy(ok. 560 min). Przy zastosowaniu pośredniej temperatury suszenia t = 60°C, czas suszenia wynosił ok. 1140 min. Przebieg krzywych suszenia owoców bzu czarnego sugeruje występowanie dwóch okresów suszenia:

- I-go charakteryzującego się stałą szybkością ubytku wody,
- II-go o malejącej szybkości suszenia.

Z analizy wykresów wynika, że przejście z pierwszego do drugiego okresu suszenia występuje dla wszystkich temperatur przy zbliżonej zawartości wody oscylującej w pobliżu u=1kg H₂O·kg⁻¹ s.m.. Na przykład dla temperatury suszenia 50 i 60°C punkt krytyczny K oddzielający okres pierwszy od drugiego występuje przy u=1,1 kg H₂O·kg⁻¹ s.m. Dla temperatury 70°C punkt K występuje przy zawartości wody ok. 0,9 kg H₂O·kg⁻¹ s.m.

Czas trwania I okresu oraz graniczne zawartości wody, przy których zaczyna się okres malejącej szybkości suszenia należy traktować jako przybliżone, ze względu na niezbyt częste czasy próbkowania (co 30 min). Przeprowadzona analiza pozwoliła na określenie formuł empirycznych opisujących I i II okres suszenia. Zaproponowane równania mają charakter uniwersalny i opisują poszczególne etapy suszenia z różną dokładnością.

I okres suszenia można opisać równaniem prostej:

$$u_{(\tau)}=A_1+B_1\tau \quad (1)$$

gdzie

A₁ i B₁ – oznaczają stałe równania (1) dla każdej z temperatur.

II okres suszenia można ująć zależnością potęgową:

$$u_{(\tau)}=A_2\tau^{B_2} \quad (2)$$

gdzie

A₂ i B₂ – oznaczają stałe równanie (2) dla każdej z temperatur.

W tabeli 1 zamieszczono stałe oraz współczynniki determinacji R² dotyczące równań opisujących I i II okres suszenia owoców bzu czarnego.

Tabela 1. Współczynniki równań i determinacji dla I i II okresu suszenia w zależności od temperatury suszonych owoców bzu czarnego

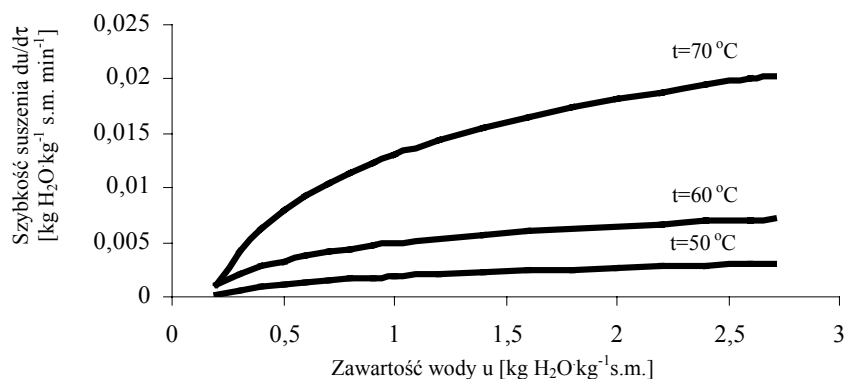
Table 1. Coefficients of equations and determination for drying period I and II depending on the temperature of dried elder fruits

Temper. suszenia	Współczynniki równania I		Współczynnik determinacji, R ²	Współczynniki równania II		Współczynnik determinacji, R ²
	A ₁	B ₁		A ₂	B ₂	
t= 50 °C	2,9197	-2,558·10 ⁻³	0,99	3995461,1	-2,27	0,99
t= 60 °C	2,760	-6,39·10 ⁻³	0,99	16559,16	-1,74	0,93
t= 70 °C	2,696	-20,6·10 ⁻³	0,99	320,025	-1,278	0,98

Źródło: obliczenia własne autora

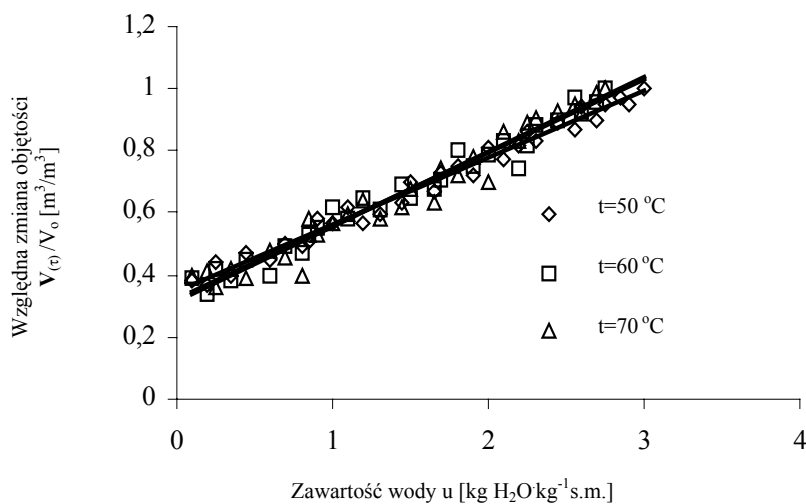
Stosunkowo wysokie wartości współczynnika determinacji zarówno dla pierwszego jak i dla drugiego okresu suszenia świadczą o dobrym dopasowaniu zaproponowanych równań do krzywych suszenia.

Wpływ temperatury na przebieg uśrednionych krzywych szybkości suszenia obrazuje rysunek 4.



Rys. 4. Przebieg zmian szybkości suszenia du/dt w funkcji zawartości wody u dla różnych temperatur suszenia

Fig. 4. Progress of changes in drying rate du/dt in function of water content u for different drying temperatures



Rys. 5. Przebieg względnego skurczu owoców bzu czarnego $V_{(\tau)}/V_0$ w funkcji zawartości wody u

Fig. 5. Progress of relative shrinkage for elder fruits $V_{(\tau)}/V_0$ in function of water content u

Jak wynika z wykresu na początku procesu w przypadku temperatury czynnika suszącego 70°C szybkość suszenia wynosi ok. 0,02 kg H₂O/kg s.m.min. dla temperatury 50°C – jest kilkakrotnie niższa i wynosi 0,003 kg H₂O/kg s.m.min. W przypadku pośredniej temperatury suszenia 60°C na początku procesu du/dt wynosiła ok. 0,007 kg H₂O/kg s.m.min. Jak wynika z eksperymentu owoce bzu czarnego (podobnie jak większość silnie uwodnionych surowców) kurczą się co powoduje zmniejszenie wysokości warstwy materiału. Przebieg skurczu suszarniczego przedstawia rysunek 5. Istotny jest fakt, że skurcz rozpoczyna się od pierwszych minut suszenia. Wyniki przedstawiono jako zmiany objętości mierzonej do objętości początkowej V_{τ}/V_0 w funkcji zawartości wody.

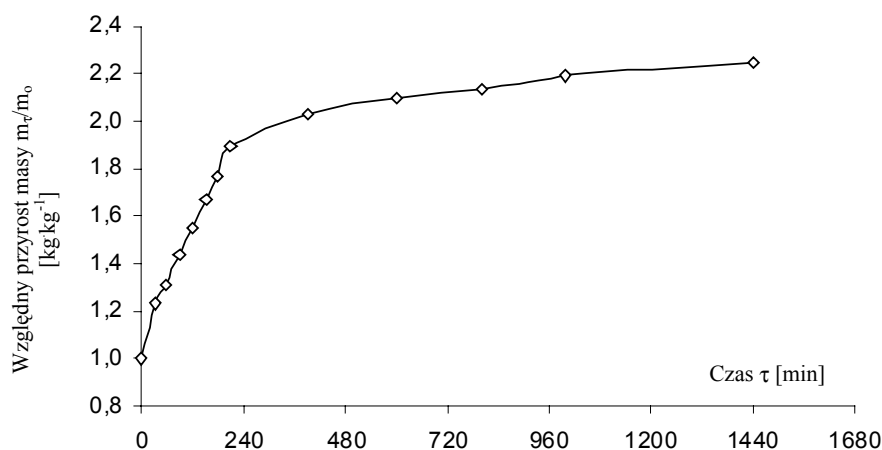
Można uznać, że wyniki wszystkich serii pomiarowych dla poszczególnych temperatur układają się prostoliniowo i można je aproksymować formułą liniową:

$$V_{\tau}/V_0 = 0,3483 + 0,213u \quad (3)$$

Z rozkładu punktów pomiarowych wynika, że pod koniec procesu suszenia owoce mogą zmieniać swoją objętość nawet trzykrotnie w stosunku do ich objętości początkowej. Materiał ulega deformacji oraz traci swój kulisty kształt.

Analiza procesu rehydracji może dostarczyć informacji pomocniczych przy wyjaśnieniu wpływu procesu suszenia na cechy fizyczne i jakościowe suszonego materiału [Witrowa, 1999]. Względne przyrosty masy m_{τ}/m_0 wysuszonych owoców bzu czarnego w czasie rehydracji w wodzie destylowanej o temperaturze ok. 20°C przedstawia rysunek 6. Zanurzenie wysuszonych owoców bzu w wodzie powoduje przyrost masy oraz zwiększenie ich objętości.

Z wykresu wynika, że przebiegu zmian m_{τ}/m_0 w funkcji czasu przebiegał potęgowo. W czasie pierwszych 210 minut rehydracji można było zaobserwować intensywne wchłanianie wody przez susz. Po upływie tego czasu dynamika rehydracji znacznie spadała. Nie stwierdzono wpływu temperatury suszenia na szybkość rehydracji. Każdy z punktów na krzywej rehydracji $\tau f(m_{\tau}/m_0)$ jest wynikiem średniej z trzech pomiarów.



Rys. 6. Względne przyrosty masy m_{τ}/m_0 w zależności od czasu rehydracji suchych owoców bzu czarnego

Fig. 6. Relative mass increments m_{τ}/m_0 depending on rehydration time for dry elder fruits

Zależność względnego przyrostu masy m_t/m_0 od czasu trwania rehydracji można aproksymować równaniem:

$$m/m_0=0,5446\tau^{0,224} \quad (4)$$

Wnioski

1. W zakresie stosowanych temperatur suszenia (50-70°C) można wyodrębnić dwa okresy suszenia, pierwszy – o stałej i drugi o malejącej szybkości suszenia.
2. Podczas suszenia w warunkach konwekcji naturalnej, zmiany względnego skurczu owoców bzu czarnego przebiegają liniowo dla każdej z temperatur suszenia.
3. Nie stwierdzono istotnego wpływu temperatury suszenia na zmiany względnej masy rehydrowanego suszu.

Bibliografia

- Górski M. 1954. Suszarnictwo zielarskie. PWT.
Kwaśniewska J, Skulimowski J., Tumiłowicz H. Poradnik zbieracza ziół. s. 38-45, 90-92.
Pazola Z. 1965. Suszenie rozpyłowe w przemyśle spożywczym, WPLiS Warszawa, s. 142-188.
Witrowa-Rajchert D. 1999. Rehydracja jako wskaźnik zmian zachodzących w tkance roślinnej w czasie suszenia. Rozprawa Habilitacyjna. s. 13-20.

DRYING CHARACTERISTICS FOR ELDER FRUITS

Abstract. The research involved examination of drying temperature impact on the dynamics of temperature rise inside elder fruits, drying rate, and their drying shrinkage and ability to rehydration. Drying was carried out in natural convection conditions at temperatures: 50, 60, 70°C at initial material humidity.

Key words: drying, elder fruits, natural convection

Adres do korespondencji:

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