

SUSZENIE OWOCÓW JAŁOWCA W ZŁOŻU FONTANOWYM

Stanisław Peroń, Mariusz Surma, Zbigniew Zdrojewski

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Instytut Inżynierii Rolniczej

Streszczenie. Celem pracy było zbadanie przebiegu procesu oraz kinetyki ubytków wody w owocach jałowca w laboratoryjnej suszarce fontannowej przy temperaturze czynnika suszącego 40°C i jego prędkości 4,5 m s⁻¹. Wysokość statyczna złoża wynosiła 10 cm. Surowiec – owoce jałowca o wilgotności 52% suszono wg dwóch wariantów – to znaczy w sposób ciągły i cyklicznie z przerwami. Zastosowanie 3 godzinnych przerw w suszeniu skutkowało skróceniem efektywnego czasu suszenia oraz 20% wzrostem wielkości objętościowego strumienia wilgoci – w porównaniu z suszeniem bez przerwy.

Słowa kluczowe: owoc jałowca, suszarka fontannowa

Wstęp i cel pracy

Z literatury i praktyki suszenia surowców zielarskich wynika, że uzyskanie wysokiej jakości suszu wymaga odpowiedniej wiedzy na ich temat. Do takich surowców zaliczamy m.in. owoce jałowca.



Rys. 1. Jałowiec pospolity i jego owoc – szyszkojagoda
Fig. 1. Common juniper and its fruit – a cone-berry

Surowcem pozyskiwanym z krzewu jałowca jest kulista, czarna, sino oszadziła szyszkojagoda szyszkojagoda średnicy od 6 do 10 mm z trójgraniastą szczeliną na wierzchu. Fructus Juniperi oraz jego zmiążdżona lub sproszkowana forma wykorzystywana jest do przygotowywania naparów, odwarów czy nalewek. Służy także do produkcji olejku eterycznego (Oleum Junieperi).

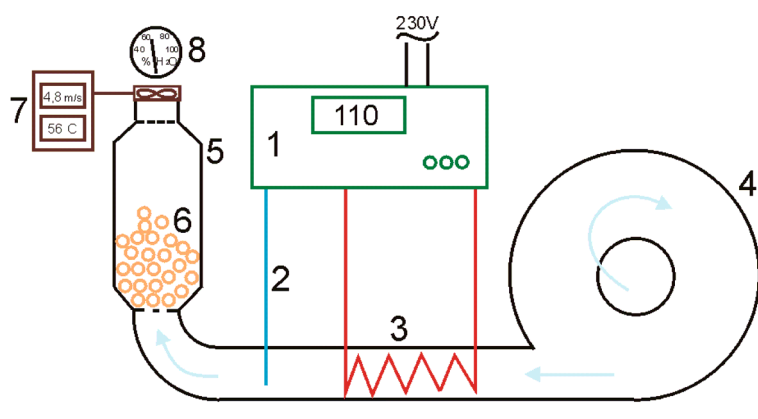
Do składników leczniczych należą: 8% żywicy z kwasami żywicowymi, 0,5-2% olejku eterycznego eterycznego terenami (pinen, kardinien, kariofilen, mircen, limonen, terpinen-4-ol) oraz seskwiterpenami (juneol, kamfora jałowcowa, α -kadinol), diterpeny – pochodne kwasu pimarowego, flawonidy, garbniki, cukier inwertowany (ok. 30%), związki goryczkowe, kwasy organiczne.

Jak dotychczas suszenie tego surowca odbywa się w warunkach złoża nieruchomego. Jak wynika z praktyki, przy tego typu suszeniu występuje nierównomierne wysychanie oraz możliwość jego przegrzania. Zdaniem niektórych autorów [Glasser 1991] korzystne wskaźniki techniczno-ekonomiczne oraz jakościowe można uzyskać susząc materiały ziarniste w warstwie fluidyzowanej lub fontannowo. Kształt i rozmiar owoców jałowca sugeruje, że taki sposób suszenia byłby właściwy dla tego surowca.

Celem pracy było uzyskanie informacji odnośnie przebiegu procesu oraz kinetyki ubytków wody w owocach jałowca – poddanych suszeniu ciągłemu i cyklicznemu (z przerwami) – w warunkach złoża fontannowego.

Metodyka

Suszenie prowadzono w 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 – złożo, 7 – anemometr, 8 – miernik wilgotności

Fig. 2. Diagram of the measurement stand: 1 – heater with temperature regulator, 2 – thermocouple, 3 – heater, 4 – fan, 5 – drying chamber, 6 – bed, 7 – anemometer, 8 – moisture index

Do badań użyto zebranych w listopadzie 2009 roku świeżych owoców jałowca o wilgotności 52%. Suszenie prowadzono w temperaturze 40°C, przy prędkości powietrza w komorze 4,5 m·s⁻¹. Wysokość statyczna złoża wynosiła 10 cm. Doświadczenia prowadzono susząc owoce wg dwóch wariantów – to znaczy ciągle i cyklicznie wg harmonogramu: 1 godzina suszenia, 3 godziny przerwy. Pomiarów ubytków wody dokonywano co 20 minut, ważąc komorę wraz z materiałem na wadze WPT3/6 z dokładnością ±0,1 g. Prędkość czynnika suszącego mierzono u wylotu z komory suszenia anemometrem skrzydełkowym z dokładnością ±0,1 m·s⁻¹. Temperaturę czynnika suszącego mierzono termometrem temperaturowym (±1°C) a wilgotność względną otoczenia psychrometrem Assmana (±2 %). Przed suszeniem materiał oceniano pod względem granulometrycznym następująco: losowo wybierano 100 owoców mierząc ich średnicę suwmiarką z dokładnością ±0,05 mm, a następnie na tej podstawie wyliczano ich średnią średnicę zastępczą. Na podstawie wymiarów zakwalifikowano owoce do 3 frakcji w zakresie wielkości 4÷5, 5÷6, 6÷7 mm. Porowatość spoczynkową warstwy złoża ϵ_0 obliczano z zależności Ciborowskiego [1973]

$$\epsilon = 1 - \frac{\rho_u}{\rho_m} \quad (1)$$

gdzie:

- ρ_u – gęstość usypowa owoców,
- ρ_m – gęstość właściwa owoców.

Gęstość właściwą materiału obliczono dzieląc masę (zwarzoną z dokładnością 0,0001g) pojedynczego owocu jałowca przez jego objętość (obliczona z dokładnością ok. 0,02 mm³). Gęstość usypową obliczono dzieląc masę swobodnie usypanego materiału (zważoną z dokładnością 0,1 g) przez jego objętość (zmierzoną naczyniem miarowym o objętości 1l z dokładnością 1 cm³). Sposób obliczania średnicy zastępczej, powierzchni właściwej oraz porowatości złoża przedstawiono szczegółowo w publikacji Krakowskiego [1991]. Wilgotność surowca i suszu określano metodą suszarkową. Suszenie prowadzono do wilgotności 10%. Każdy z pomiarów powtarzano trzykrotnie.

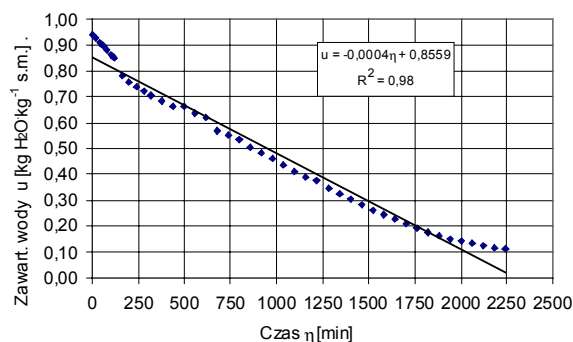
Wyniki badań

Jak zaznaczono w metodyce – suszenie prowadzono wg dwóch wariantów – to znaczy bez przerwy (wariant I) i cyklicznie z przerwami (wariant II). Na rysunku 2 przedstawiono spadek zawartości wody u w czasie τ w owocach jałowca suszonych bez przerwy powietrzem o temperaturze 40°C – przy jego prędkości przepływu przez cylindryczną część komory suszenia wynoszącej 4,5 m·s⁻¹.

Rozkład punktów na wykresie (rys. 2) sugeruje występowanie w przybliżeniu 1 okresu suszenia. Można go opisać z wystarczającą dla praktyki dokładnością równaniem liniowym. Jeden okres suszenia może być spowodowany przypuszczalnie pojawianiem się pęknięć okrywy owoców. Spadek zawartości wody u w czasie τ można przybliżyć równaniem postaci:

$$u_1 = -0,0004\tau + 0,8559 \quad (1)$$

ze współczynnikiem determinacji $R^2 = 0,98$.



Rys. 2. Spadek zawartości wody u w czasie τ w suszonych fontannowo owocach jałowca wg wariantu I
 Fig. 2. Decrease of water content u in time τ in juniper fruit dried in the fountain drier according to option I

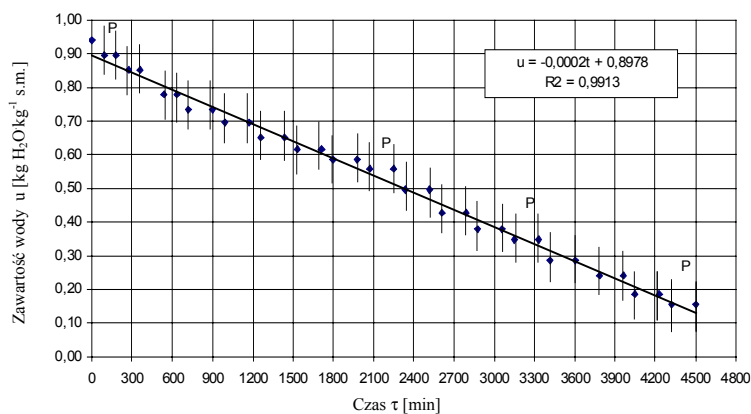
Na kolejnym rysunku 3 pokazano spadek zawartości wody u w czasie τ - podczas suszenia cyklicznego owoców jałowca (wariant II) według harmonogramu 1 godzina suszenia, 3 godziny przerwy. Na wykresie zaznaczono okres przerwy symbolem P.

Rozkład punktów pomiarowych wskazuje, że przebieg ubytków wody w czasie suszenia był w zasadzie liniowy przez cały czas trwania procesu.

Spadek zawartości wody u w czasie τ w suszonym cyklicznie materiale można przybliżyć w całym zakresie trwania doświadczenia równaniem:

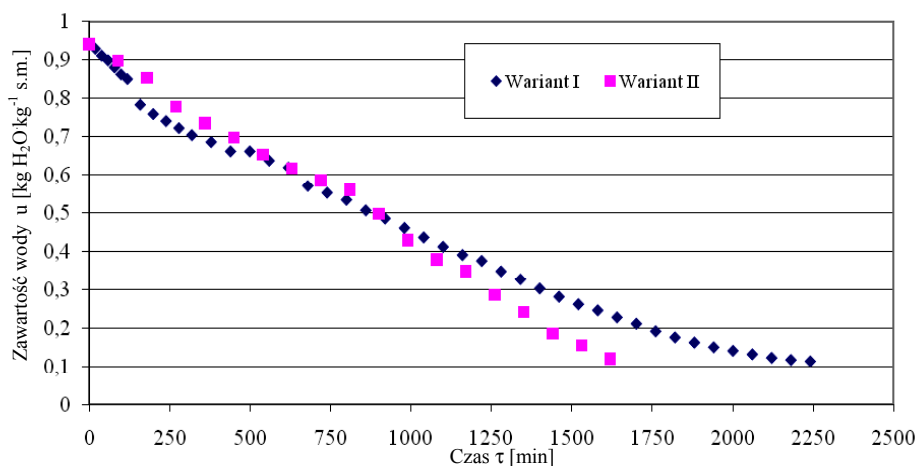
$$u = 0,002\tau + 0,8978 \quad (2)$$

ze współczynnikiem determinacji $R^2 = 0,99$.



Rys. 3. Spadek zawartości wody u w czasie τ w suszonych fontannowo owocach jałowca wg wariantu II
 Fig. 3. Decrease of water content u in time τ in juniper fruit dried in the fountain drier according to option II

Poniżej na rysunku nr 4 pokazano porównanie spadków zawartości wody dla obu wariantów suszenia owoców jałowca, z tym że dla wariantu II uwzględniono na wykresie tylko czas efektywnego suszenia (kiedy pracował wentylator i nagrzewnica) bez wliczania przerw.



Rys. 4. Porównanie spadków zawartości wody u w czasie τ podczas fontannowego suszenia owoców jałowca wg wariantu I oraz II

Fig. 4. Comparison of decrease of water content u in time τ during fountain drying of juniper fruit according to option I and II

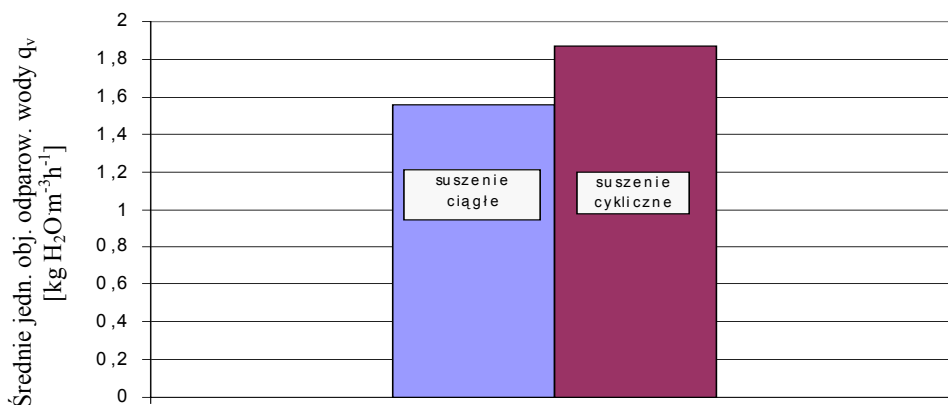
Z rysunku 4 wynika, że efektywny czas suszenia (po odliczeniu przerw) do podobnej wilgotności może być krótszy nawet ok. 30% w porównaniu z suszeniem ciągłym.

Należy wspomnieć, że m.in. powodem podjęcia eksperymentu z cyklicznym sposobem suszenia owoców jałowca (wariant II) były wcześniejsze doświadczenia farmerów amerykańskich dotyczące dwuetapowego suszenia ziarna kukurydzy [Różycki i In. 2002]. Dzięki leżakowaniu ziarna w przerwach suszenia – uzyskali 25% oszczędności energii. Podczas leżakowania woda dyfunduje z środka do powierzchni ziarna bez dostarczania energii cieplnej. Można przypuszczać, że podobne zjawisko występowało podczas zalegania w komorze owoców jałowca.

Ogólnie biorąc - proces suszenia owoców był długotrwały w porównaniu z innymi surowcami ziarnistymi o zbliżonej wilgotności, co prawdopodobnie wynika z ich anatomicznej budowy (owoce mają formę szyszki z grubą okrywą utrudniającą dyfuzję wody z wnętrza do powierzchni).

Ważnym wskaźnikiem dla praktyków jest wielkość średniego objętościowego strumienia wilgoci q_v czyli zdolność do odparowania wody z jednostki objętości komory suszenia w ciągu godziny.

Rysunek 5 przedstawia wpływ sposobu suszenia na wielkość średniego objętościowego strumienia wilgoci.



Rys. 5. Wpływ sposobu suszenia na wielkość średniego objętościowego strumienia wilgoci q_v
 Fig. 5. Influence of drying method on the size of volume of average moisture stream q_v

Jak wynika z histogramu zastosowanie przerw w suszeniu skutkowało ok. 18% wzrostem wielkości q_v w stosunku do suszenia ciągłego.

Wnioski

1. Przebieg spadków zawartości wody w suszonych fontannowo bez przerwy owocach jałowca sugeruje występowanie jednego okresów suszenia, który można przybliżyć równaniem liniowym z wystarczającą dla praktyki dokładnością.
2. Spadek zawartości wody w suszonych cyklicznie w złożu fontannowym owocach jałowca przebiegał przez cały czas trwania procesu liniowo z oscylacjami spowodowanymi dyfuzją wody w trakcie leżakowania złoża.
3. Zastosowanie 3-godzinnych przerw w suszeniu fontannowym owoców jałowca skutkowało skróceniem efektywnego czasu ich suszenia oraz ok. 18% wzrostem wielkości objętościowego strumienia wilgoci – w porównaniu z suszeniem bez przerw.

Bibliografia

- Ciborowski J. 1973. Inżynieria Procesowa. WNT Warszawa. s. 238-239.
 Glaser R. 1991. O możliwości suszenia krajanek warzywnych w warstwie pulsofluidalnej. Materiały VII Sympozjum Suszarnictwa, Łódź. s. 147-154.
 Ryniecki A., Szamański P. 2002. Dobrze przechowane zboże. MR INFO. Towarzystwo umiejętności rolniczych. Poznań. s. 77-78.

DRYING OF JUNIPER FRUIT IN THE FOUNTAIN BED

Abstract. The purpose of the work was to examine the course of the process and kinetics of water loses in juniper fruit in a laboratory fountain drier at the temperature of drying factor at 40°C and its speed at 4.5 m·s⁻¹. Static height of the bed was 10 cm. Raw material - juniper fruit of 52% moisture content were dried according to two options - that is, continuously and in cycles with breaks. Application of three-hour breaks to drying process resulted in shortening the effective time of drying as well as in 20% increase in the size of moisture stream volume - in comparison with drying without breaks.

Key words: juniper fruit, fountain drier

Adres do korespondencji:

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