

ZMIANY ZAWARTOŚCI WODY W NASIONACH ŁUBINU  
SPOWODOWANE ODDZIAŁYWANIEM PROMIENIOWANIA  
PODCZERWONEGO

*Dariusz Andrejko, Józef Grochowicz*

Katedra Maszynoznawstwa i Inżynierii Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: growicz@faunus.ar.lublin.pl

**Streszczenie.** W pracy zaprezentowano wyniki badań dotyczących wpływu promieniowania podczerwonego na zawartość wody w nasionach łubinu białego odmiany Wat. Badano zależność pomiędzy temperaturą i czasem trwania procesu, a zawartością wody w surowcu. Stwierdzono, że w wyniku procesu ogrzewania promieniami podczerwonymi nasion łubinu następuje spadek zawartej w nich wody. Czynnikiemami decydującymi o intensywności parowania wody są temperatura i czas trwania procesu oraz początkowa zawartość wody w surowcu.

**Słowa kluczowe:** mikronizacja, nasiona łubinu, promieniowanie podczerwone, zawartość wody

WSTĘP

Proces mikronizacji polega na krótkotrwałym termicznym oddziaływaniu promieni podczerwonych na ziarniste surowce roślinne. Po podgrzaniu, w efekcie którego zachodzą w surowcu trwałe zmiany, zwłaszcza w strukturze skrobi, produkt jest schładzany lub uprzednio kierowany do gniotownika walcowego i jest płatkowany. Obecnie proces mikronizacji zakwalifikowano do grupy procesów określanych ogólnie przyjętym skrótem HTST (high temperature – short time) [3,7,8].

Metoda mikronizacji pozwala uzyskać np.: wysokiej jakości płatki z pszenicy, jęczmienia, ryżu, żyta i może być szeroko stosowana w przemyśle spożywczym. W przetwórstwie paszowym szczególnie interesujące wyniki uzyskano podczas mikronizacji całych nasion soi. Obok znacznego obniżenia aktywności inhibitora tripsyny następuje znaczna poprawa wartości odżywczej białka, a poziom energii metabolicznej wzrasta i osiąga  $15750 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Ta metoda obróbki zwiększa także wartość energetyczną innych nasion, jak np.: grochu, bobiku czy nasion łubinu,

redukując jednocześnie zawartość składników antyżywniowych [5]. Ogólnie należy stwierdzić, że mikronizacja pozwala na prawie całkowitą redukcję czynników antyżywniowych termolabilnych, bez powodowania wyraźnej denaturacji białek. Ulega też zmniejszeniu o 70-90% zawartość bakterii i mykotoksyn [2].

Do chwili obecnej zastosowanie na skalę przemysłową procesu mikronizacji w naszym kraju jeszcze nie nastąpiło. Spowodowane to jest zarówno brakiem odpowiednich rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń realizujących ten proces, jak też niedostateczną ilością wyników badań dotyczących zmian właściwości fizykochemicznych obrabianych surowców. Stąd też w pracy zaprezentowano wpływ oddziaływania promieniowania podczerwonego na zmiany zawartości wody w nasionach łubinu. Jest oczywiste, że termiczne oddziaływanie promieniowania podczerwonego powoduje obniżenie zawartości wody w surowcu (efekt suszenia), jednak brak jest w literaturze danych dotyczących charakterystyk ilościowych tego zjawiska. Jednocześnie należy zauważyć, że zawartość wody w nasionach odgrywa ważną rolę w kształtowaniu wszystkich właściwości fizycznych, jak też jest odpowiedzialna za przebieg procesów technologicznych, a tym samym za jakość uzyskiwanych produktów.

## METODYKA BADAŃ

### Wybór materiału badawczego

Za obiekt badań przyjęto jednolite odmianowo nasiona łubinu odmiany Wat. Początkowa zawartość wody w nasionach wynosiła około  $0,111 \text{ kg} \cdot \text{kg}_{\text{s.m.}}^{-1}$ . Właściwości fizyczne materiału wyjściowego przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1.** Właściwości fizyczne nasion łubinu białego odmiany Wat (zawartość wody w nasionach wynosiła  $0,111 \text{ kg} \cdot \text{kg}_{\text{s.m.}}^{-1}$ ) [1]

**Table 1.** Physical properties of white lupine seeds (water content in lupine seeds was  $0.111 \text{ kg} \cdot \text{kg}_{\text{s.m.}}^{-1}$ )

Gęstość usypowa ( $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	Gęstość utrzesiona ( $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$ )	Masa 1000 nasion (g)	Średnia średnica nasion (mm)
698,0	755,4	260,8	6,423

### Przygotowanie materiału do badań

Przed przystąpieniem do ogrzewania nasion łubinu promieniami podczerwonymi surowiec dowilżono do następujących wartości: 0,149; 0,176; 0,250 i  $0,333 \text{ kg} \cdot \text{kg}_{\text{s.m.}}^{-1}$ . Założony poziom zawartości wody w surowcu sprawdzano metodą suszarkową. Metodę tych zabiegów zaczerpnięto z pracy [1].

### Przebieg badań

Proces ogrzewania nasion (100 g) promieniami podczerwonymi (mikronizacja) realizowano na stanowisku wyposażonym w promiennik podczerwieni firmy Helios o symbolu IR1 (moc lampy wynosiła 250 W). Temperatura żarnika w tego typu promiennikach zawiera się w granicach 2200-2500 K. Przy tych temperaturach maksymalne promieniowanie przypada dla długości fali  $\lambda = 1,2-1,3 \mu\text{m}$ . Użyty do badań promiennik charakteryzował się:

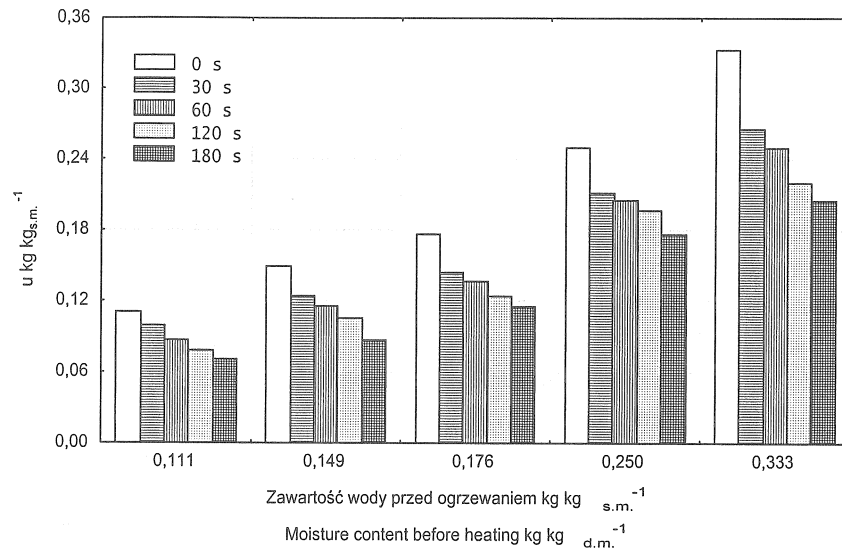
- prostym sposobem obsługi,
- bardzo krótkim czasem nagrzewania,
- jednoczesnym oświetlaniem ogrzewanego materiału,
- możliwością korzystania z opravek sieci oświetleniowej.

Próbki nasion o różnych zawartościach wody ogrzewano promieniami podczerwonymi (bez wymuszonego przepływu powietrza) przez: 30, 60, 120 i 180 s. Zastosowano również zmienne temperatury procesu, tj.: 60, 80, 120, 180 i 200°C (za temperaturę procesu przyjmowano temperaturę ogrzewanej powierzchni). Odległość promiennika od ogrzewanej powierzchni w zależności od temperatury regulowano w granicach od 200 mm do 80 mm. Temperaturę na powierzchni mierzono za pomocą termoelektrycznego czujnika temperatury wykonanego z termo-elementu typu NiCr. Przed i po ogrzewaniu mierzono metodą suszarkową zawartość wody w nasionach. Wyniki pomiarów przedstawiono w formie graficznej jako zależności pomiędzy czasem i temperaturą procesu, a ilością wody zawartą w surowcu.

### WYNIKI BADAŃ

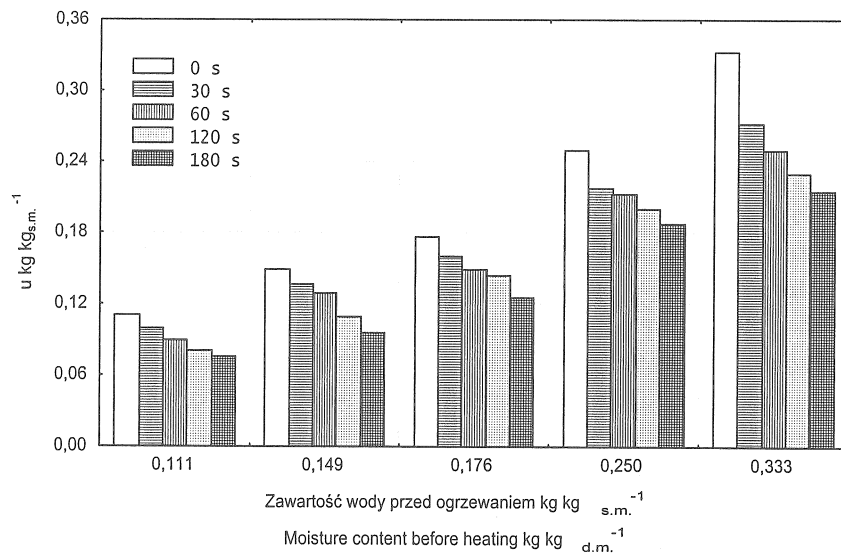
Uzyskane wyniki badań, będące średnią arytmetyczną z 10 powtórzeń (współczynniki zmienności wyników kształtowały się na poziomie 3-5%), przedstawiono w formie graficznej na rysunkach 1-5.

Jednoznacznie stwierdzono, że proces ogrzewania promieniami podczerwonymi nasion łubinu białego odmiany Wat powodował obniżenie zawartości wody w surowcu. O ilości odparowanej wody decydowały czas trwania i temperatura procesu. Zarówno wzrost temperatury ogrzewania od 60 do 200°C, jak też wydłużenie czasu ekspozycji nasion na działanie promieni podczerwonych od 30 do 180 s, powodowały obniżenie zawartości wody w badanych nasionach. Największe obniżenie ilości zawartej w nasionach wody odnotowano po procesie ogrzewania podczerwonego trwającym 180 s i prowadzonym w temperaturze 200°C. Obniżenie to wyniosło ok. 38 %, tj. od 0,333 do 0,205 kg<sub>s.m.</sub><sup>-1</sup>.



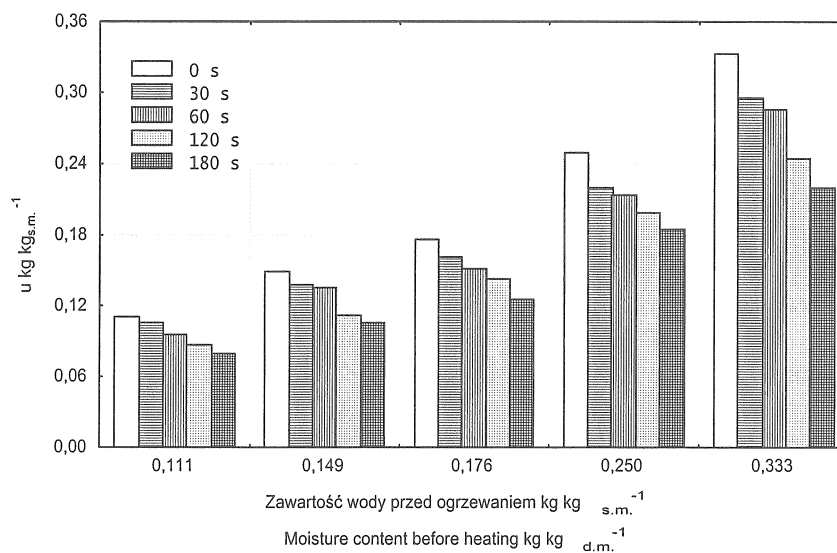
**Rys. 1.** Zmiany zawartości wody ( $u$ ) w nasionach łubinu spowodowane działaniem promieniowania podczerwonego. Temperatura procesu – 200°C

**Fig. 1.** Changes of lupine seed moisture content caused by infrared radiation. Temperature processing – 200°C,  $u_0$  – moisture content of the lupine seeds before heating



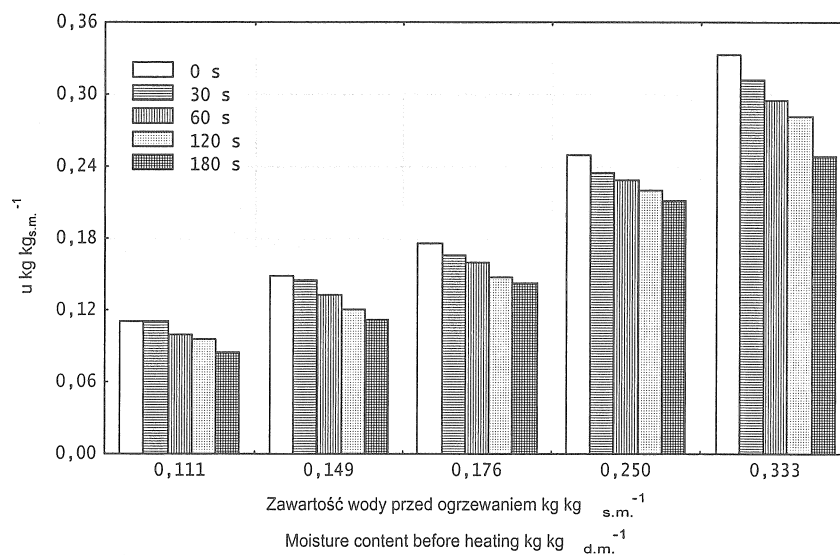
**Rys. 2.** Zmiany zawartości wody ( $u$ ) w nasionach łubinu spowodowane działaniem promieniowania podczerwonego. Temperatura procesu – 180°C

**Fig. 2.** Changes of lupine seed moisture content caused by infrared radiation. Temperature processing – 180°C,  $u_0$  – moisture content of the lupine seeds before heating



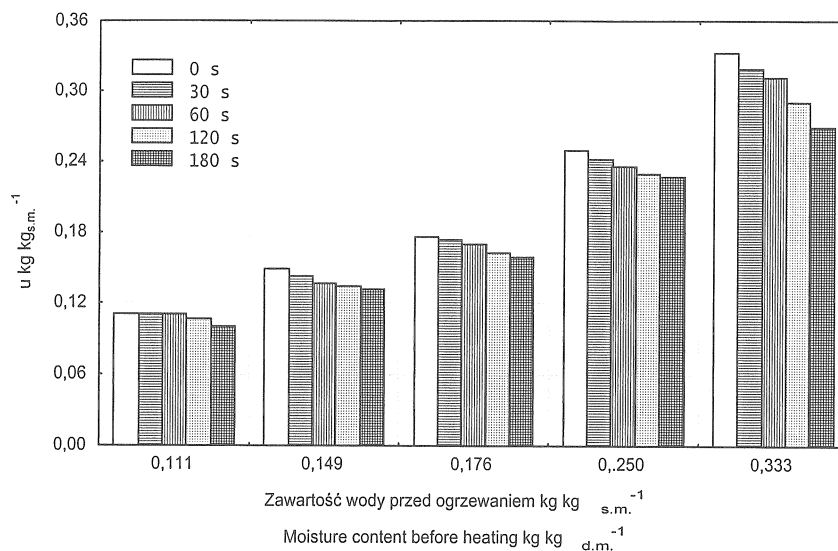
Rys. 3. Zmiany zawartości wody ( $u$ ) w nasionach łubinu spowodowane działaniem promieniowania podczerwonego. Temperatura procesu – 120°C

Fig. 3. Changes of lupine seed moisture content caused by infrared radiation. Temperature processing – 120°C,  $u_0$  – moisture content of the lupine seeds before heating



Rys. 4. Zmiany zawartości wody ( $u$ ) w nasionach łubinu spowodowane działaniem promieniowania podczerwonego. Temperatura procesu – 80°C

Fig. 4. Changes of lupine seed moisture content caused by infrared radiation. Temperature processing – 80°C,  $u_0$  – moisture content of the lupine seeds before heating



Rys. 5. Zmiany zawartości wody ( $u$ ) w nasionach łubinu spowodowane działaniem promieniowania podczerwonego. Temperatura procesu –  $60^{\circ}C$

Fig. 5. Changes of lupine seed moisture content caused by infrared radiation. Temperature processing –  $60^{\circ}C$ ,  $u_0$  – moisture content of the lupine seeds before heating

Ponadto stwierdzono, że czynnikiem wpływającym na ilość odparowanej wody z nasion łubinu białego odmiany Wat była początkowa zawartość wody (zawartość wody przed ogrzewaniem). Im wyższa była ta wartość (od 0,111 do 0,333  $kg\cdot kg_{s.m.}^{-1}$ ), tym więcej wody ulegało odparowaniu w trakcie procesu ogrzewania.

Podobną tematyką zajmowali się Grochowicz i Mazur [6]. Badając wpływ ogrzewania podczerwonego na wilgotność nasion łubinu żółtego odmiany Juno stwierdzili, że każdorazowo po obróbce termicznej następowało obniżenie wilgotności surowca. Uzależniony był zarówno od czasu trwania obróbki, jak i wilgotności początkowej surowca, tj. im dłuższy czas i wyższa wilgotność początkowa, tym więcej wody odparowywało w trakcie procesu ogrzewania. Również Andrejko i Grochowicz [4], badając proces ogrzewania podczerwienią ziarniaków żyta uzyskali podobne zależności. We wnioskach stwierdzili, że obróbka termiczna promieniami podczerwonymi powoduje obniżenie zawartości wody w ziarniakach żyta, a ilość odparowanej wody zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury i czasu trwania procesu. Jednocześnie, porównując skutki ogrzewania promieniami podczerwonymi ziarniaków żyta i nasion łubinu należy zauważyć, że znacznie szybciej woda wyparowywała z ziarniaków żyta (po procesie trwającym 180 s i prowadzonym w temperaturze  $180^{\circ}C$  zawartość wody w ziarniakach żyta obniżyła się 9-krotnie).

Różnice te wynikały przede wszystkim z wielkości pojedynczych nasion (mniejsze nasiona charakteryzują się większą powierzchnią właściwą parowania), ich składu chemicznego oraz budowy okryw nasiennych. Stąd też, dla poszczególnych surowców roślinnych, należy ściśle przestrzegać parametrów procesu ogrzewania promieniami podczerwonymi, aby nie spowodować ich przegrzania, co w konsekwencji może doprowadzić do utraty cennych składników żywieniowych.

#### WNIOSKI

Jakkolwiek brak jest dotąd badań dokładnie wyjaśniających kompleks zjawisk zachodzących w trakcie ogrzewania nasion promieniami podczerwonymi, to na podstawie uzyskanych wyników można wyprowadzić następujące wnioski:

1. Początkowa zawartość wody w nasionach wyraźnie wpływa na charakter zmian ubywania wody (w stałych warunkach termicznych) z upływem czasu.
2. W zakresie badanych zmiennych (temperatura, czas) stwierdzono, że:
  - najwięcej wody odparowuje z nasion ogrzewanych w temperaturze 200°C (w zależności od początkowej wilgotności od około 30% do około 38%),
  - wydłużenie czasu trwania procesu z 30 do 180 s powoduje zmniejszenie ilości zawartej w nasionach wody, przy czym dynamika tych zmian zależy od temperatury procesu i początkowej zawartości wody w nasionach.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Andrejko D.:** Badanie wpływu niektórych czynników na efektywność obłuskiwania nasion łubinów. Praca doktorska, AR w Lublinie, 1995.
2. **Andrejko D.:** Wpływ mikronizacji na zawartość bakterii i grzybów w rozdrobnionym ziarnie pszenicy. *Inżynieria Rolnicza*, 10(30), 9-14. 2001.
3. **Andrejko D., Grochowicz J.:** Przegląd konstrukcji mikronizatorów. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 3, 31-32. 1998.
4. **Andrejko D., Grochowicz J.:** Zmiany wytrzymałości ziaren żyta spowodowane oddziaływaniem promieniowania podczerwonego. *Probl. Inż. Roln.*, 2(32), 37-43, 2001.
5. **Grochowicz J., Laskowski J.:** Mikronizacja surowców pochodzenia roślinnego. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 2, 16-17, 1994.
6. **Grochowicz J., Mazur J.:** Wpływ termicznej obróbki podczerwienią na właściwości wytrzymałościowe nasion łubinu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 424, 267-271. 1995.
7. **Rusnak B. A., Chou C. L., Rooney L. W.:** Effect of micronizing on kernel characteristics of sorghum varieties with different endosperm type. *Journal of Food Science*, 45(6), 1529-1532. 1980.
8. **Shiau S. Y., Yang S. P.:** Effect of micronizing temperature on the nutritive value of sorghum. *Journal of Food Science*, 47(3), 965-968. 1982.

CHANGES OF LUPINE SEED MOISTURE CONTENT CAUSED  
BY INFRARED RADIATION

*Dariusz Andrejko, Józef Grochowicz*

Department of Food Engineering and Machinery, University of Agriculture  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin

**Abstract.** The paper presented studies on the effect of infrared radiation on the moisture content of the lupine seeds. Relation between temperature and moisture content of the raw material and between time processing and moisture content was studied. It was found that water content of lupine seeds decreased after infrared radiation treatment. The determining factors for the steaming intensity was: temperature, processing time and initial water content of the raw material.

**Key words:** lupine seeds, moisture content, micronization, infrared radiation