

Marian PANASIEWICZ, Kazimierz ZAWIŚLAK, Paweł SOBCZAK, Jacek MAZUR, Ewa SOSIŃSKA  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych  
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

## Wybrane zabiegi obróbki wstępnej nasion rzepaku i ich wpływ na efektywność wyłaczania oleju

### Streszczenie

W pracy przedstawione zostały wyniki badań dotyczących wpływu obróbki wstępnej nasion rzepaku na wydajność procesu wyłaczania oleju. Analiza obejmowała wybraną grupę zabiegów cieplnych nie stosowanych dotąd w przemysłowym przerobie rzepaku, stosowanych przed procesem wyłaczania oleju. Badania ukierunkowano pod kątem uzyskania maksymalnej ilości wyłaczanego mechanicznie oleju, przy wykorzystaniu laboratoryjnej prasy typu ślimakowego.

**Słowa kluczowe:** nasiona rzepaku, obróbka cieplna, wydajność wyłaczania

### Chosen preliminary treatments of rape seeds on the effectiveness of extrusion of oil

#### Summary

The paper presents results of research on the effect of pretreatment on the performance of rapeseed oil extrusion process. The study included a selected group of thermal treatments not yet been applied in the industrial processing of rape. Studies were directed to obtain the maximum quantity of oil extruded mechanically, using a laboratory-type screw press.

**Key words:** rape seeds, heat treatment, extrusion performance

#### Wstęp

Polska należy do krajów o dużych tradycjach uprawy roślin oleistych, zwłaszcza rzepaku. W naszym kraju nasiona tej rośliny wykorzystywane są głównie do produkcji olejów przeznaczonych na cele spożywcze (Borys i in. 2006; Tys i in. 2003). W ostatnich latach zarówno w Polsce jak i na świecie obok przerobu na oleje, półsurowce spożywcze i chemiczne, obserwuje się wykorzystanie nasion rzepaku w produkcji roślinnego paliwa do napędu silników wysokoprężnych (Bandioli i in. 2003; Podkówka 2004; Jakóbiec, Bocheński 2005). Szczególnie intensywne badania prowadzone są w zakresie pozyskiwania olejów roślinnych metodą głębokiego tłoczenia, co w odróżnieniu do technologii opartej na metodzie ekstrakcji pozwala uzyskać oleje o dużej zawartości naturalnych antyutleniaczy i zachowanie innych związków korzystnych dla zdrowia (Górecka i in. 2003; Niewiadomski 1993; Siger i in. 2005).

Prowadzone badania w wielu ośrodkach naukowo-badawczych dotyczą głównie wpływu różnych właściwości fizycznych nasion oleistych oraz warunków i terminów ich zbioru, suszenia i przechowywania, na cechy jakościowe i wartość odżywczą tłoczonych i ekstrahowanych olejów (Mińkowski 2006; Jakóbiec, Bocheński 2005, Górecka i in. 2003; Tys i in. 2003). O ile wiedza dotycząca zależności pomiędzy wskaźnikami jakościowymi przeznaczonych do przerobu surowców i ich wpływem na przerób i cechy olejów jest obszernie prezentowana w opracowaniach literaturowych, o tyle wpływ i zakres stosowania procesów obróbki termicznej nasion oleistych obejmuje jedynie opracowania cząstkowe. Wszelkie działania ukierunkowane na zwiększenie ilości wyłaczanego oleju (z tzw. pierwszego tłoczenia), wymagają poszukiwania nowych, niestosowa-

nych dotąd w przemysłowym przerobie nasion rzepaku metod ich przygotowania i obróbki wstępnej przed procesem wyłaczania.

#### Cel i zakres badań

Celem badań było określenie wpływu obróbki wstępnej nasion rzepaku na wydajność procesu wyłaczania oleju. Analiza obejmowała wybraną grupę zabiegów cieplnych niestosowanych dotąd w przemysłowym przerobie rzepaku, stosowanych przed procesem wyłaczania oleju. Badania ukierunkowano pod kątem uzyskania maksymalnej ilości wyłaczanego mechanicznie oleju, przy wykorzystaniu laboratoryjnej prasy typu ślimakowego.

#### Metodyka badań i aparatura badawcza

Wybór odmian uzasadniono w oparciu o pozytywną ocenę i dane dotyczące wartości technologicznej nasion, prezentowanej zarówno przez hodowców jak i sektor przetwórczy.

Do badań wykorzystano nasiona trzech zarejestrowanych i polecanych do uprawy odmian rzepaku, tj. Kana, Bazyl, Estrem. W badaniach zastosowano trzy metody zabiegów cieplnych tj. obróbkę mikrofalami, obróbkę promieniami podczerwonymi i obróbkę cieplną w prażaku.

#### Obróbka mikrofalami

Nasiona rzepaku ogrzewano w kuchence mikrofalowej typu Daewoo 3D Power. Na szklany talerz umieszczony w urządzeniu laboratoryjnym, nasypywano równomierną warstwę nasion o grubości 1 cm. Obróbkę mikrofalową nasion prowadzono, przy wykorzystaniu pełnej 100% mocy urządzenia, wynoszącej  $P = 1000$  W. Czas obróbki surowca wynosił: dla nasion o wilgotności  $W_p = 6\%$ ,  $t_1 = 60$  s,

$t_2 = 180$  s,  $t_3 = 300$  s, natomiast dla nasion o wilgotności  $W_{pz} = 17\%$ ,  $t_4 = 300$  s.

### Obróbka promieniami podczerwonymi

Obróbkę przeprowadzono na unikatowym stanowisku laboratoryjnym (mikronizatorze) przeznaczonym do naświetlania surowców sypkich. Proces obróbki cieplnej rozpoczął się od zasypu surowca do kosza wyposażonego w zasuwę umożliwiającą regulację grubości warstwy surowca, a następnie podawany na taśmę przenośnika. Nasiona rzepaku wraz z taśmą przesuwały się do strefy ogrzewania, gdzie poddawane były działaniu promieniowania podczerwonego. Źródłem ciepła są dwie głowice grzejne wyposażone po 4 promienniki ceramiczne płaszczyznowe o mocy 400 W każda. Prędkość przesuwu taśmy oraz wysokość głowicy z promiennikami były doświadczalnie sprawdzone i ustawione tak, aby uzyskać pożądany czas i temperaturę nagrzewania. Czas obróbki surowca wynosił: dla nasion o wilgotności  $W_p = 6\%$ ,  $t_1 = 20$  s,  $t_2 = 30$  s,  $t_3 = 40$  s; natomiast dla nasion o wilgotności  $W_{pz} = 17\%$ ,  $t_4 = 60$  s.

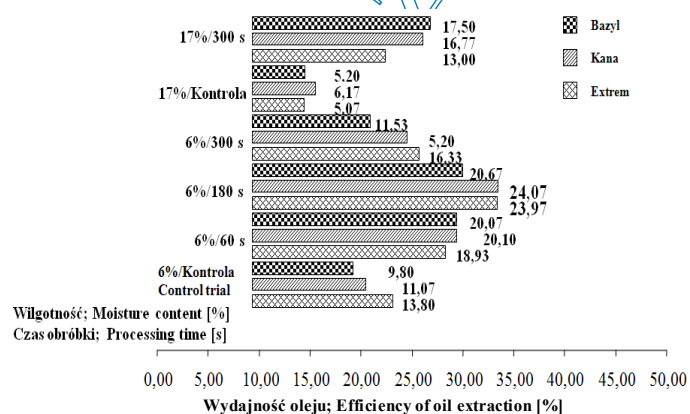
### Obróbka w prażaku

Kolejny cykl badań związany z nagrzewaniem nasion przeprowadzono w laboratoryjnym prażaku (typ P15), przeznaczonym do obróbki cieplnej ziarna nasion strączkowych i oleistych oraz kawy. Przed procesem prażenia ustalono temperaturę wewnątrz bębna urządzenia na  $T_p = 120^\circ\text{C}$ . Czas obróbki nasion rzepaku w prażaku wynosił  $t_1 = 60$  s,  $t_2 = 180$  s,  $t_3 = 300$  s dla nasion o wilgotności przechowalniczej  $W_p = 6\%$  oraz  $t_4 = 300$  s dla nasion o wilgotności pozbiorowej (dowilżonych),  $W_{pz} = 17\%$ . Temperatura wewnątrz obracającego się bębna prażaka kontrolowano miernikiem umieszczonym w szafie sterowniczej, współpracującym z czujnikiem umieszczonym w przedniej ścianie bębna urządzenia.

### Wyniki badań i ich analiza

Opierając się na dotychczasowej wiedzy oraz wynikach badań dotyczących zastosowania zabiegów cieplnych w obróbce nasion rzepaku, można stwierdzić, że ogrzewanie nasion przed procesem wyłaczania wpływa pozytywnie zarówno na wydajność tego procesu, jak i jakość pozyskanego oleju (Bandioli i in. 2003, Górecka i in. 2003). Niezależnie od zastosowanej metody i parametrów obróbki cieplnej nasion odnotowywano znaczący wpływ tych czynników na przebieg procesu i efektywność tłoczenia. I tak najbardziej wydajnymi w odniesieniu do wydajności procesu tłoczenia okazały się nasiona rzepaku odmiany Kana i Bazyl, a następnie Extrem, zaś w ocenie zastosowanych metod obróbki, ogrzewanie w prażaku. W ogólnej ocenie podstawowych cech organoleptycznych (smak, zapach, kolor), najbardziej korzystne efekty uzyskano dla oleju wytłoczonego z nasion odmiany Extrem obrabianych w mikrofalach, chociaż ilość pozyskanego oleju z zastosowaniem tej metody nie była najwyższa. Odwrotna zależność w tym względzie wystąpiła w przypadku nasion odmiany Bazyl obrabianych promieniami mikrofalowymi w czasie  $t = 180$  s, gdzie uzyskano najwyższą efektywność tłoczenia, przy jednocześnie mniej korzystnych, ocenianych wizualnie cechach organoleptycznych. Użycie mikrofal powoduje zwiększenie uzysku ilości oleju przy jednoczesnej dezyn-

fekcji nasion i polepszeniu jakości tego oleju. Jest to efektem zwiększenia plastyczności nasion i zmniejszenia sił wiążących olej z częściami stałymi nasion. Wykazano też, że ogrzewanie w mikrofalach powoduje koagulację białek, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia się kropelek oleju i gromadzenie się ich wzdłuż ścian komórek. Większej lub mniejszej wielkości uszkodzenia (szczelinki) powstające w trakcie podgrzewania struktury tkankowo - komórkowej nasion ułatwiają wypływ z niej oleju. Mikrofalowa obróbka nasion przed procesem wyłaczania powodowała średnio o 10%, w porównaniu do próbek kontrolnych wzrost efektywności pozyskiwania oleju (rys. 1).

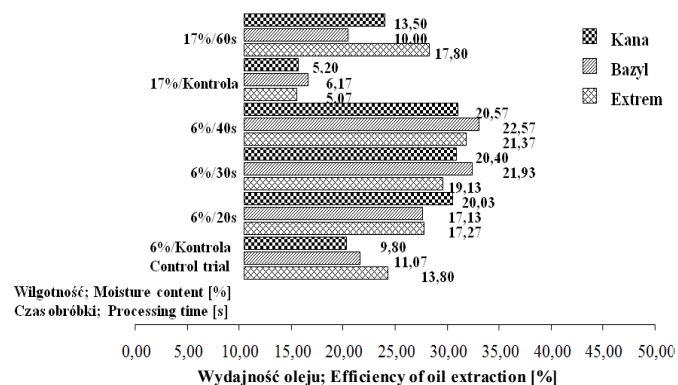


Rys. 1. Efektywność wyłaczania oleju z nasion rzepaku poddanych obróbce mikrofalami.

Fig. 1. Efficiency of oil extrusion from microwave treated lupine seeds.

Metoda ogrzewania nasion promieniami podczerwonymi również korzystnie wpływała na efektywność wyłaczania oleju. W tym przypadku analizowany parametr wzrastał wraz z wydłużaniem czasu ogrzewania. I tak najwyższą wynoszącą prawie 23% efektywność tłoczenia osiągnięto dla nasion odmiany Bazyl obrabianych w czasie  $t = 40$  s. Jednak zbyt długie ogrzewanie surowca tym źródłem ciepła niosło niebezpieczeństwo przypalania się nasion, co również potwierdził w swoich badaniach Veldsinka i in. (1999). Olej z takich mocno przegrzanych (podpalonych powierzchniowo) nasion charakteryzował się znacznie gorszymi wyróżnikami jakościowymi. Dla tej metody obróbki najmniejszą ilość oleju pozyskano z nasion odmiany Kana, obrabianych w najkrótszym czasie (rys. 2).

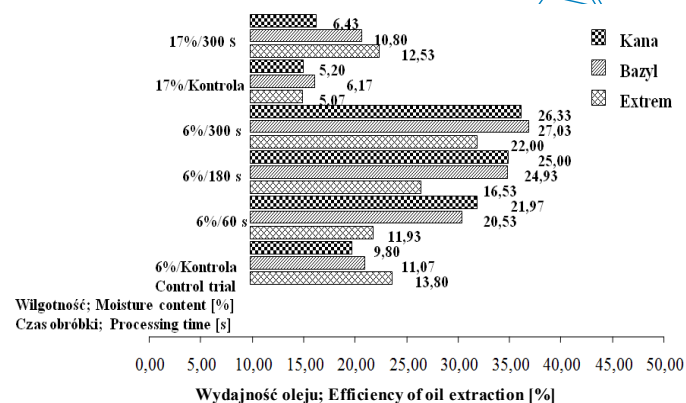
W odniesieniu do oceny przebiegu procesu wyłaczania i jego efektywności mierzonej największą ilością uzyskanego oleju, najkorzystniejsze efekty uzyskano dla obróbki w prażaku (rys. 3). Na podstawie uzyskanych wyników badań można jednoznacznie stwierdzić, iż omawiana metoda obróbki cieplnej prowadzi do wzrostu ilości otrzymanego oleju a tym samym zwiększenia skuteczności tzw. procesu „pierwszego tłoczenia”. Najwyższą efektywność uzyskano dla nasion ( $W_p = 6\%$ ) odmiany Bazyl ogrzewanych w czasie  $t = 300$  s, natomiast najniższą – dla najkrótszego czasu  $t = 60$  s (szczególnie w przypadku odmiany Kana).



Rys. 2. Efektywność wyłaczania oleju z nasion rzepaku poddanych obróbce promieniami podczerwonymi.

Fig. 2. Efficiency of oil extrusion from ultra red ray treated lupine seeds.

Uzyskane wyniki badań dotyczące oceny efektywności procesu wyłaczania oleju wykazały, iż nasiona o wyższej, pozbiorowej wilgotności obrabiane cieplnie (niezależnie od zastosowanej metody obróbki), były bardziej wydajne, od nasion nieobranych o wilgotności przechowalniczej  $W_p = 6\%$ . W tym względzie w miarę skuteczną metodą obróbki termicznej przed procesem wyłaczania nasion na olej okazał się sposób ogrzewania promieniami podczerwonymi, przy czym wraz z wydłużeniem czasu ogrzewania (do pewnego przedziału) wzrastała efektywność tłoczenia. Najlepszy efekt w tym zakresie uzyskano dla nasion odmiany Kana. Nieco mniej korzystna (dla nasion wilgotnych) okazała się obróbka w prażaku i mikrofalach. Jednocześnie wyniki badań potwierdziły wcześniejsze przypuszczenia, iż zaproponowana i dobrze przeprowadzona dowolna metoda obróbki cieplnej nasion może wykluczyć konieczność rozdrabniania nasion. Ostateczną ocenę przydatności poszczególnych metod obróbki cieplnej nasion rzepaku należałoby odnieść (jako kontynuację badań) do porównania energochłonności tych procesów.



Rys. 3. Efektywność wyłaczania oleju z nasion rzepaku poddanych obróbce w prażaku.

Fig. 3. Efficiency of oil extrusion from roasted lupine seeds.

Z punktu widzenia przemysłowego przerobu rzepaku jest to uzasadnione faktem eliminacji procesów rozdrabniania, co w znacznym stopniu może obniżyć energochłonność wszystkich procesów technologicznych. Przybliżałoby to realność zastosowania takich zabiegów na szeroką skalę.

Tabela 1. Analiza wariancji dla wyników efektywności wyłaczania oleju z nasion poddanych obróbce cieplnej

Table 1. Variation analysis of oil extraction efficiency results from heat treated lupine seeds

Źródło zmienności; Source of variation	Stopnie swobody; Degrees of freedom	Suma kwadratów; Sum of squares	Średnia kwadratów; Mean square	Wartość F; F value	Poziom krytyczny; Critical level
Czas obróbki; Processing time	6	2167,70	361,28	16985,7	<,0001
Metoda; Method	2	167,28	83,64	3932,32	<,0001
Odmiana; Variety	2	37,20	18,60	874,48	<,0001
Wilgotność; Moisture content	1	592,69	592,69	27865,2	<,0001
Metoda* Czas obróbki; Method* Processing time	2	60,34	30,17	1418,48	<,0001
Odmiana* Czas obróbki; Variety* Processing time	12	113,97	9,50	446,51	<,0001
Wilgotność* Czas obróbki; Moisture content* Processing time	1	2,03	2,03	95,35	<,0001
Metoda*Odmiana; Method*Variety	4	258,27	645,68	3035,65	<,0001
Metoda* Wilgotność; Method* Moisture content	1	620,01	620,01	29149,7	<,0001
Odmiana* Wilgotność; Variety* Moisture content	2	2,32	1,16	54,60	<,0001
Metoda * Odmiana * Wilgotność; Method * Variety * Moisture content	4	256,91	64,23	3019,67	<,0001
Metoda*Odmiana* Czas obróbki; Method*Variety* Processing time	4	4,77	1,19	56,05	<,0001
Błąd; Error	84	1,79	0,02		
Całość; Amount	125	4285,2813			

W oparciu o program SAS przeprowadzono wieloczynnikową analizę wariancji z potrójnymi interakcjami. Wszystkie analizowane czynniki czas obróbki, metoda, odmiana, wilgotność oraz ich interakcje, miały istotny, na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  wpływ na efektywność wyłaczania oleju. Dodatkowy element analizy statystycznej stanowią nie zamieszczone w opracowaniu dane z obliczeń statystyk prostych i podsumowujących dla interakcji drugiego rzędu. Na bazie tych danych przeprowadzono w oparciu o przedział ufności Tukey'a, szczegółowe porównanie wpływu poszczególnych czynników tj. odmiany i wilgotności na efektywność procesu wyłaczania oleju. We wszystkich analizowanych przypadkach stwierdzono istotne oddziaływanie tych czynników na przebieg i efektywność tego procesu.

Tabela 2. Analiza wariancji dla wyników efektywności wyłaczania oleju z nasion poddanych obróbce cieplnej

Table 2. Variation analysis of oil extraction efficiency results from heat treated lupine seeds

Badane czynniki; Study factors	Średnia wartość efektywności wyłaczania oleju; Average value of efficiency oil extraction E [%]	
Odmiana; Variety	Bazyl	17,74 <sup>A</sup>
	Extrem	17,07 <sup>B</sup>
	Kana	16,41 <sup>C</sup>
Wilgotność; Moisture content [%]	6	19,41 <sup>A</sup>
	17	11,23 <sup>B</sup>

\* Taki sam wskaźnik literowy oznacza brak istotnej różnicy pomiędzy średnimi w ramach danej grupy przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$

\* The same indicator letter indicates no significant difference between the average within the group at the significance level of 0,05

Analiza statystyczna uzyskanych wyników (test Tukey'a na poziome istotności  $\alpha = 0,05$ ), wykazała istotne statystycznie różnice efektywności procesu wyłaczania zarówno w odniesieniu do poszczególnych odmian rzepaku, jak i dwóch skrajnych poziomów wilgotności nasion.

## Wnioski

1. Przeprowadzone wyniki badań i ich analiza pozwoliły określić, a następnie ocenić uwarunkowania, korelacje i ścisłe zależności pomiędzy zakresem zastosowanych parametrów i czynników obróbki wstępnej nasion, a procesem wyłaczania oleju.

2. Wyniki badań potwierdziły, że przy stosowaniu laboratoryjnej wyłaczarki ślimakowej typu HYBREN, zaproponowane metody obróbki cieplnej wykluczają konieczność wcześniejszego rozdrabniania nasion. Potwierdzają to porównywalne ilości oleju uzyskiwanego z nasion całych i rozdrobnionych.

3. Obróbka cieplna w prążaku w ciągu  $t_3 = 300$  s i mikrofalami w czasie  $t_2 = 180$  s pozwala na uzyskanie największej ilości oleju. Procentowy udział pozyskanego oleju z nasion o wilgotności  $Wp = 6\%$  w przypadku prążaka wyniósł ok. 27%, w przypadku mikrofal zaś ok. 24%. Stanowi to ok. 50% wzrost efektywności wyłaczania w odniesieniu do próbek kontrolnych.

## Marian Panasiewicz

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie  
Katedra Inżynierii i Maszyn Spożywczych  
20-236 Lublin, ul. Doświadczalna 44  
tel. (0-81) 461-00-61 w. 132  
e-mail: [marian.panasiewicz@up.lublin.pl](mailto:marian.panasiewicz@up.lublin.pl)

4. Dla nasion rzepaku o wilgotności zbliżonej do zbiorczej tj.  $Wp = 17\%$  największy procentowy uzysk oleju otrzymano dla próbek obrabianych mikrofalami. Wyniósł on dla odmiany Kana 13%, dla odmiany Bazyl ok. 17% i odmiany Extrem 17,5%.

5. Wyniki badań wykazały, iż zaproponowane metody obróbki cieplnej dają możliwości bezpośredniego wyłaczania oleju z nasion o podwyższonej wilgotności pozyskiwanych tuż po zbiorze mechanicznym (bez konieczności ich dosuszania).

## Literatura

1. Bandioli P., Gasparoli A., Della Bella L., Tagliabau S., 2003, *Biodiesel stability under commercial storage conditions over one year*. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 105 (12). 735 – 741
2. Borys A., Borys B., Grześkiewicz S., Pakulska E., 2006, *Charakterystyka składu chemicznego nasion rzepaku i uzyskanego z nich makuchu przy tłoczeniu oleju metodą „na zimno” i „na gorąco”*. Tłuszcze Jadalne, t.41, nr 1 – 2(2006). 138 – 145.
3. Górecka A., Wroniak M., Krygier K., 2003, *Wpływ ogrzewania nasion rzepaku na jakość wytłoczonego oleju*. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXIV. 567 – 576.
4. Jakóbiec J., Bocheński C., 2005, *Badania wpływu parametrów tłoczenia na zawartość kwasów karboksylowych oraz glicerolu w oleju rzepakowym*. Materiały konferencyjne EKOENERGIA Lublin.
5. Krygier K., Wroniak M., Grześkiewicz S., Obiedziński M., 2000a, *Badanie wpływu zawartości nasion uszkodzonych na jakość oleju rzepakowego tłoczonego na zimno*. Rośliny Oleiste – Oilseed Crops, XXI. 587 – 596.
6. Mińkowski K., 2006, *Czynniki kształtujące uzysk i jakość oleju rzepakowego*. Tłuszcze Jadalne, t. 41, nr 1 – 2. 75 – 83.
7. Niewiadomski H., 1993, *Technologia tłuszczów jadalnych*. PWN Warszawa.
8. Podkówka W., 2004, *Biopaliwa, gliceryna, pasza z rzepaku*. Wydawnictwo Uczelniane Bydgoszcz ART.
9. Tys J., Piekarski W., Jackowska I., Kaczor A., Zajac G., Starobrat P., 2003, *Technologie i ekonomiczne uwarunkowania produkcji biopaliwa z rzepaku*. Acta Agrophysica 99. Instytut Agrofizyki PAN, Lublin.
10. Siger A., Nogala - Kałucka M., Lampart - Szczapa E., Hoffman A., 2005, *Antioxidant netivity of phenolic compounds of selected cold - pressed and refined plant oils*. Rośliny Oleiste - Oilseed Crops, XXVI. 549 -559.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę  
w latach 2011 – 2014 jako projekt badawczy Nr N N313 757140