

EFEKTYWNOŚĆ WYTŁACZANIA OLEJU Z NASION RZEPAKU

*Paulina Zdanowska, Iwona Florczak, Janusz Wojdalski, Marek Klimkiewicz,
Bogdan Dróżdź, Remigiusz Mruk*

Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Streszczenie. Przeprowadzone w pracy badania miały na celu określenie efektywności wytłaczania oleju z nasion rzepaku z zastosowaniem nasączenia rozpuszczalnikiem organicznym. Zakres pracy obejmował obróbkę wstępną materiału oraz proces wytłaczania przy użyciu prasy jednoślیمakowej wraz z badaniem ilości powstałego oleju w jednostce czasu oraz energii elektrycznej potrzebnej do jego wytłoczenia. Zastosowano cztery prędkości obrotowe ślimaka prasy: 20, 30, 40, 50 obr. \cdot min⁻¹ oraz trzy średnice dyszy wylotowej: 6, 8, 10 mm. Nasiona rzepaku nasączano rozpuszczalnikiem (24 godziny przed wytłaczaniem) – alkoholem metylowym (metanolem) w proporcji masowej 1:40 oraz 1:20. Największa wydajność wytłaczania wyniosła 6,3 kg oleju na godzinę, przy 6 mm średnicy dyszy i 50 obr. \cdot min⁻¹ dla rzepaku nasączonego metanolem w proporcji 1:20. Największy stosunek masy oleju do masy wytlóków – 0,624 i 0,610 kg oleju na kg wytlóków, przy 6 mm średnicy, 20 i 30 obr. \cdot min⁻¹ dla rzepaku z metanolem 1:20. Najmniejsza energochłonność procesu – 0,1051 i 0,1054 kWh na kg oleju, przy 10 mm średnicy i 50 obr. \cdot min⁻¹, co odpowiada najwyższej efektywności energetycznej – 9,515 i 9,487 kg oleju na kWh.

Słowa kluczowe: olej rzepakowy, wytłaczanie, obróbka wstępna, rozpuszczalnik, metanol

Wprowadzenie

Efektywność wytłaczania oleju w danej prasie zmienia się pod wpływem sterowania takimi parametrami, jak: prędkość obrotowa ślimaka oraz średnica dyszy wylotowej prasy (Bamgboye i Adejumo, 2007; Beerens, 2007; Dróżdź, 2010; Karaj i Müller, 2011; Kartika i in., 2005; Vadke i in., 1988). Wytłaczanie oleju rzepakowego w prasie ślimakowej metodą „na zimno” wymaga znacznie zróżnicowanego zapotrzebowania na energię. Dla danego rodzaju prasy i zadanych, stabilnych warunków tłoczenia zależy ono przede wszystkim od pierwotnych właściwości surowca oraz odpowiedniego jego przygotowania do procesu (Panasiewicz i in., 2011; Panasiewicz i in., 2012a, 2012b; Savoie i in., 2012).

Jednym z rodzajów obróbki wstępnej nasion przed mechanicznym wytłaczaniem jest obróbka chemiczna, której z kolei jedną z form może być nasączenie rozpuszczalnikami

organicznymi. Głównym zadaniem rozpuszczalnika jest wymycie oleju znajdującego się w nasionach oleistych i tym samym zwiększenie wydajności wyłaczania. Dzięki rozpuszczalnikowi takiemu jak alkohol można wpłynąć na połączenia białek z tłuszczem, uwolnić cząsteczki tłuszczu i zwiększyć uzysk oleju. Jednak jego działanie ma wpływ na wiele innych aspektów w procesie wyłaczania oraz na jakość oleju po procesie. Efekt działania rozpuszczalnika może polegać na zmniejszeniu tarcia materiału o ściany komory ślimaka, zmniejszając tym samym energię potrzebną do wyłaczania lub, poprzez denaturujące działanie na białka, powodować wyższe opory tarcia w cylindrze podczas tłoczenia (Pradhan i in., 2011; Wang, 2009). Pozbawienie łuski nasion powoduje redukcję powstałego ciepła w prasie ślimakowej, gdzie tłoczone siemię lniane bez łuski miało 15% mniejszy uzysk oleju niż z całych nasion, ale dwa razy większą wydajność (Zheng i in., 2005). Obecność małej ilości łupin ułatwia wydobywanie oleju, dlatego w niektórych przypadkach do nasion już odłuszczonych (np. słonecznika, bawełny) wprowadza się z powrotem część połamanych łupin (Niewiadomski, 1993). Zasadność stosowania rozpuszczalnika w przypadku przeznaczenia oleju na cele energetyczne (jako paliwo lub surowiec opałowy) jest większa niż na cele spożywcze. Rozpuszczalnik nie musi być wtedy usuwany z oleju. Pozostawienie rozpuszczalnika w otrzymanym produkcie może poprawić jego właściwości (np. lepkość, brak negatywnych skutków stosowanej wyższej temperatury w innych rodzajach obróbki wstępnej). Zmniejsza to energochłonność i koszty całego procesu (Jaswant i Bargale, 2000). W rozpatrywaniu tych zagadnień mogą być przydatne także prace: Farkas (2009), Gąsiorek i Wilk (2011), Józwiak i Szłęk (2006), Sobczak i in. (2011), Ullah i in. (2013) oraz Wcisło (2006).

Cel i zakres pracy

Celem badań było określenie efektywności wyłaczania oleju z nasion rzepaku z zastosowaniem nasączania rozpuszczalnikiem organicznym w zależności od średnicy dyszy wylotowej prasy oraz prędkości obrotowej ślimaka prasy, oraz próba wyjaśnienia wpływu nasączenia nasion rzepaku rozpuszczalnikiem organicznym w różnych proporcjach masowych na proces wyłaczania oleju. Zakres pracy obejmował obróbkę wstępną materiału oraz proces wyłaczania wraz z określeniem ilości powstałego oleju w jednostce czasu oraz energii potrzebnej do realizacji tego procesu.

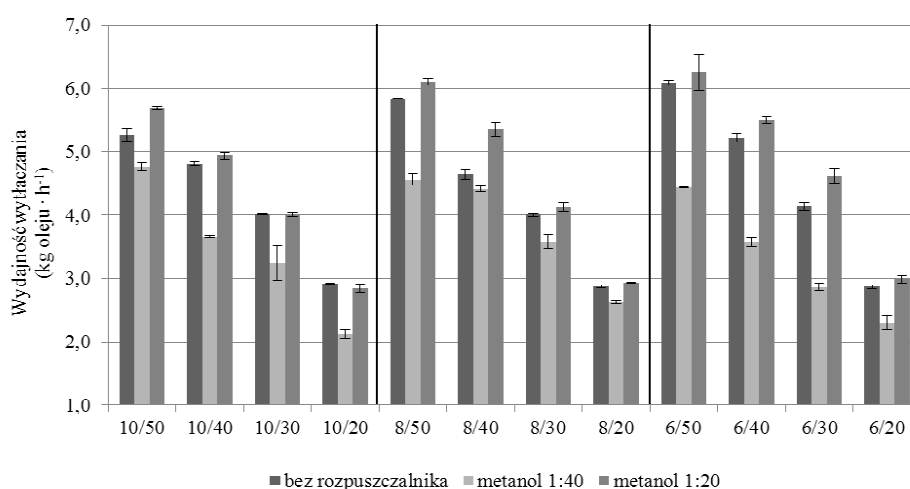
Metoda badań

Badania przeprowadzono na Katedrze Organizacji i Inżynierii Produkcji Wydziału Inżynierii Produkcji SGGW, wykorzystując stanowisko złożone z prasy jednoślismakowej Farmet-Uno zaopatrzonej w miernik mocy i falownik. Do badań użyto nasion rzepaku pochodzących z upraw z województwa mazowieckiego, przechowywanych w warunkach magazynowych - 20°C i wilgotności względnej około 30%. Wyłaczano olej na cele energetyczne "na zimno", w temperaturze poniżej 70°C (średnio 65°C). Wilgotność badanego rzepaku nie przekraczała 5%. Zastosowano cztery prędkości obrotowe ślimaka prasy: 20, 30, 40, 50 obr. \cdot min⁻¹ (co odpowiadało częstotliwościom pracy falownika: 20, 30, 40 i 50 Hz) oraz trzy średnice dyszy wylotowej: 6, 8, 10 mm. Wyłaczano oczyszczone nasiona

rzepaku, po uprzednim nasączeniu rozpuszczalnikiem (24 godziny przed wylączaniem) - alkoholem metylowym w proporcji masowej 1:40 oraz 1:20. Efektywność energetyczną procesu określano zgodnie z zasadami przedstawionymi w pracy Wojdalski i Drózd (2012).

Omówienie i analiza wyników badań

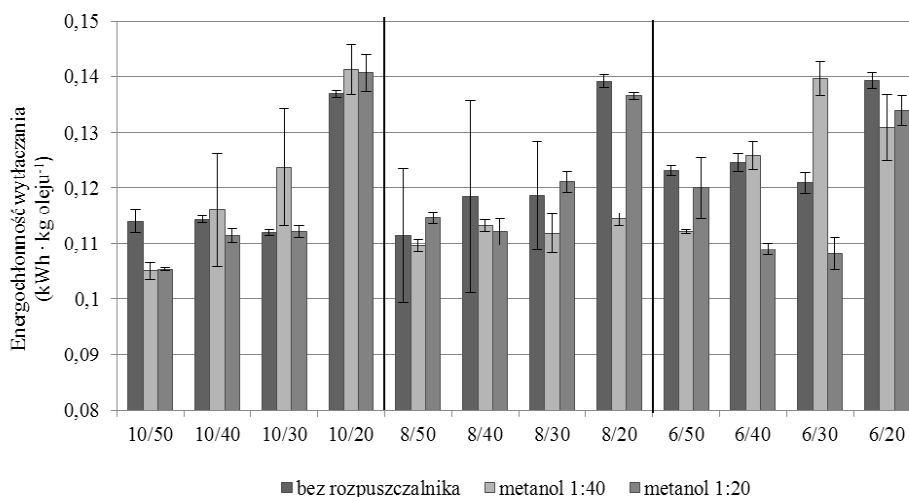
Na rysunkach 1, 2 i 3 przedstawiono wyniki badań. Przykładowy zapis 10/50 (średnica/prędkość obrotowa) oznacza warunki wylączania oleju.



Rysunek 1. Wydajność wylączania oleju w ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) w zależności od rodzaju obróbki wstępnej, średnicy dyszy wylotowej oraz obrotów ślimaka
Figure 1. Efficiency of pressing oil in ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$) depending on the type of initial processing, a diameter of the outlet nozzle and screw rotations

Efektom przeprowadzonych eksperymentów było zwiększenie wydajności wylączania oleju z dodatkiem rozpuszczalnika w ilości 1:20 w stosunku do rzepaku nienasączonego. Dodatek rozpuszczalnika w stosunku 1:40 spowodował zmniejszenie wydajności procesu (rys. 1). Wydajność wylączania zmniejszała się wraz ze zmniejszającą się prędkością obrotową ślimaka, a nie zależała w znaczącym stopniu od zmiennej średnicy dyszy.

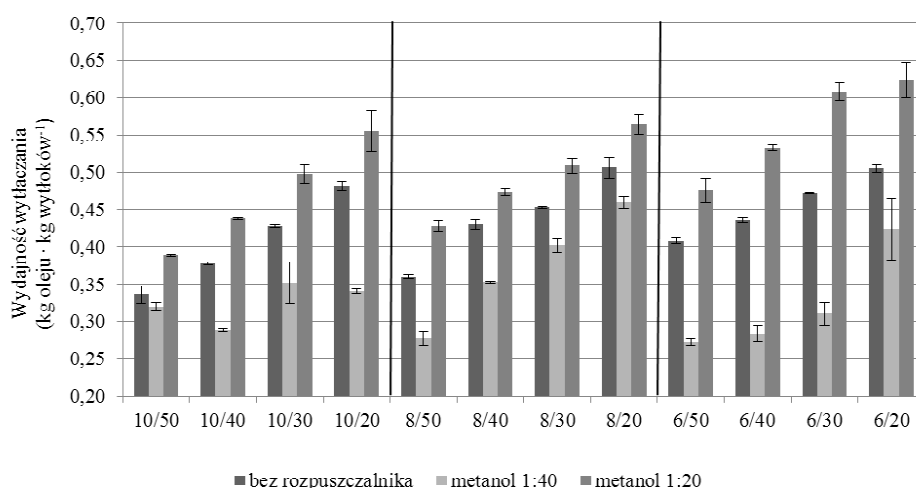
Największą wydajność wynoszącą $6,3 \text{ kg oleju}\cdot\text{h}^{-1}$ uzyskano dla rzepaku nasączonego metanolem w proporcji 1:20, który wylączano przy zastosowaniu parametrów: prędkość $50 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ oraz średnicy dyszy 6 mm. Najmniejszą wydajność procesu uzyskano dla rzepaku z dodatkiem metanolu 1:40 (min. $2,1 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$) przy $20 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$ i średnicy dyszy 10 mm. Wykazano istotne różnice pomiędzy ilościami otrzymanego w ciągu godziny oleju.



Rysunek 2. Zależność energochłonności wyłaczania oleju ($\text{kWh}\cdot\text{kg oleju}^{-1}$) od rodzaju obróbki wstępnej, średnicy dyszy prasy oraz obrotów ślimaka prasy
 Figure 2. Dependence of energy consumption of pressing oil ($\text{kWh}\cdot\text{kg of oil}^{-1}$) on the type of initial processing, diameter of the press nozzle and rotations of the press screw

Nie stwierdzono wyraźnych, jednoznacznych tendencji w zakresie energochłonności wyłaczania oleju. Największą energochłonnością przetwarzania charakteryzują się próbki nasion rzepaku wyłaczane przy najmniejszej częstotliwości 20 Hz (z wyjątkiem metanolu 1:40 przy średnicy dyszy 8 mm). Występują tu znaczące różnice pomiędzy wynikami. Najmniejszą energochłonność procesu wykazano dla rzepaku nasączonego metanolem (1:40 i 1:20) przy warunkach: prędkość ślimaka $50 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$, średnica dyszy 10 mm.

Wydajność wyłaczania oleju określona stosunkiem wyłoczonego oleju do masy wytworzonych wyłoków wyraźnie wzrastała wraz ze zmianą obrotów ślimaka oraz średnicą dyszy. Wyjątek stanowi rzepak nasączony metanolem 1:40, przy którym występowały wahania dla dyszy 10 mm i brak tendencji wzrostowej wraz z malejącą średnicą dyszy. Wykazano istotne różnice pomiędzy tymi wynikami dla danego sposobu nasączania próbek i danej średnicy dyszy. Największą wydajnością cechowały się próbki wyłaczanego rzepaku z metanolem 1:20 – $0,624$ i $0,610 \text{ kg oleju}\cdot(\text{kg wyłoków})^{-1}$ (różnica nieistotna statystycznie na poziomie $\alpha=0,05$), najmniejszą zaś rzepaku z metanolem 1:40 – $0,272$ i $0,277 \text{ kg oleju}\cdot(\text{kg wyłoków})^{-1}$ (nieistotna różnica między wynikami). Wybrany rozpuszczalnik miał zdolność ekstrahowania fazy tłuszczowej i wodnej, przez co mógł wpływać nie tylko na obecny w nasionach tłuszcz, lecz także na inne związki i wiązania między cząsteczkami. Na tej podstawie można próbować tłumaczyć pogorszenie wydajności wyłaczania dla zastosowanej mniejszej ilości rozpuszczalnika. Metanol mógł wnikać jedynie w okrywę nasienną, zmniejszając tarcie wywołane przez tę część nasiona i częściowo wpływać na znajdujące się tam włókna roślinne. Wyższa proporcja zastosowanego rozpuszczalnika polepszyła natomiast wydobywanie tłuszczu poprzez wniknięcie w strukturę wewnętrzną nasion.



Rysunek 3. Efektywność wyciążania oleju ($\text{kg oleju} \cdot (\text{kg wyłoków})^{-1}$) w zależności od rodzaju obróbki wstępnej, średnicy dyszy prasy oraz obrotów ślimaka prasy
 Figure 3. Efficiency of pressing oil in ($\text{kg of oil} \cdot (\text{kg of pomace})^{-1}$) depending on the type of initial processing, diameter of the press nozzle and screw rotations

Podsumowanie

Analizując wyniki pracy można stwierdzić, że metanol zastosowany w proporcji 1:20 jako rozpuszczalnik do obróbki wstępnej przed procesem wyciążania oleju miał korzystny wpływ na zwiększenie efektywności wyciążania maksymalnie do:

- 0,624 i 0,610 $\text{kg oleju} \cdot (\text{kg wyłoków})^{-1}$;
- 6,26 $\text{kg oleju} \cdot \text{h}^{-1}$;
- 9,515 i 9,487 $(\text{kg oleju}) \cdot \text{kWh}^{-1}$, co odpowiada energochłonności 0,1051 i 0,1054 $\text{kWh} \cdot (\text{kg oleju})^{-1}$.

Analiza nie uwzględnia skumulowanego nakładu energii, który obejmowałby np. energię na wyprodukowanie rozpuszczalnika. Przeznaczenie uzyskanego oleju jako surowca na cele energetyczne nie wiąże się z koniecznością usuwania rozpuszczalnika po procesie wyciążania. Przewiduje się, że uzyskany w pracy produkt posiadał lepsze właściwości jako paliwo pod względem gęstości i lepkości, co jest przedmiotem dalszych badań.

Literatura

- Bamgboye, A.; Adejumo, A. (2007). *Development of a Sunflower Oil Expeller*. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, Manuscript EE 06 015, Vol. IX, 9, 1-7.
- Beerens, P. (2007). *Screw-pressing of Jatropha seeds for fuelling purposes in less developed countries*. Eindhoven, Netherlands: Eindhoven University of Technology, MSc thesis.

- Drózd, B. (2010). *Energy analysis in oilseed processing industry*. TEKA Kom. Mot. Energ. Roln. OL PAN, 10, 47-58.
- Farkas, F. (2009). Plant oil derivatives as fuels. *Polish Journal of Chemical Technology*, 11, 1, 4-7.
- Gąsiorek, E.; Wilk, M. (2011). Possibilities of utilizing the solid by-products of biodiesel production - a review. *Polish Journal of Chemical Technology*, 13, 1, 58-62.
- Jaswant, S.; Bargale, P.C. (2000). Development of a small capacity double stage compression screw press for oil expression. *Journal of Food Engineering*, 43, 75-82.
- Jóźwiak, D.; Szłęk, A. (2006). Ocena oleju rzepakowego jako paliwa kotłowego. *Energetyka i Ekologia*, 6, 449-451.
- Karaj, S.; Müller, J. (2011). Optimizing mechanical oil extraction of *Jatropha curcas* L. seeds with respect to press capacity, oil recovery and energy efficiency. *Industrial Crops and Products*, 34, 1010-1016.
- Kartika, I. A.; Pontailer, P. Y.; Rigal, L. (2005). Extraction of sunflower oil by twin screw extruder: screw configuration and operating condition effects. *Industrial Crops and Products*, 22, 207-222.
- Niewiadomski, H. (1993). *Technologia tłuszczów jadalnych*, Warszawa, WNT.
- Panasiewicz, M.; Nadulski, R.; Zawisłak, K.; Mazur, J.; Sobczak, P. (2012a). *Influence of moisture content on selected physical properties of rape seeds and the processes of cleaning and separation*. TEKA Kom. Mot. Energ. Roln. – OL PAN, Vol. 12, No 1, 191-194.
- Panasiewicz, M.; Sobczak, P.; Zawisłak, K.; Mazur, J. (2011). *The assessment of the process of pneumatic separation of de-husked rapeseeds*. TEKA Kom. Mot. Energ. Roln. – OL PAN, Vol. V. XIC, 371-376.
- Panasiewicz, M.; Zawisłak, K.; Sobczak, P.; Mazur, J.; Sosińska, E. (2012b). Wybrane zabiegi obróbki wstępnej nasion rzepaku i ich wpływ na efektywność wyłaczania oleju. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 27-30.
- Pradhan, R. C.; Sabyasachi, M.; Satya, N. N.; Naresh, B.; Virendra, K.V. (2011). Oil expression from *Jatropha* seeds using a screw press expeller. *Biosystems engineering*, 109, 158-166.
- Savoire, R.; Lanoisellé, J-L.; Vorobiev, E. (2012). Mechanical Continuous Oil Expression from Oilseeds: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 1-16.
- Sobczak, P.; Panasiewicz, M.; Zawisłak, K.; Mazur, J.; Misiura, A. (2011). Ocena energochłonności i wydajności procesu pozyskiwania oleju z nasion wybranych odmian rzepaku. *Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych*, 563, 129-136.
- Ullah, F.; Bano, A.; Ali, S. (2013). Optimization Of Protocol For Biodiesel Production Of Linseed (*Linum Usitatissimum* L.) Oil. *Polish Journal of Chemical Technology*, 15, 1, 74-77; 1509-8117.
- Vadke, V. S.; Sosulski, F. W.; Shook, C. C. A. (1988). Mathematical Simulation of an Oilseed Press. *Journal of American Oil Chemists' Society*, Vol. 65, 10, 1610-1616.
- Wang, J. (2009): Energy conservation in grains and oilseeds milling facilities. *Energy efficiency and management in food processing facilities*. Floryda, Wyd. CRC Press, 232-233.
- Wcisło, G. (2006). *Application of the cold stamping method for rapeseed oil extraction*. TEKA Kom. Mot. Energ. Roln. – OL PAN, 6, 175-181.
- Wojdalski, J.; Drózd, B. (2012). Efektywność energetyczna zakładów przemysłu spożywczego. Zarys problematyki i podstawowe definicje. *Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego*, 3, 37-49.
- Zheng, Y.; Wiesenborn, D.P.; Tostenson, K.; Kangas, N. (2005). Energy analysis in the screw pressing of whole and dehulled flaxseed. *Journal of Food Engineering*, 66, 193-202.

EFFICIENCY OF PRESSING OIL FROM RAPE SEEDS

Abstract. The objective of the research carried out within the paper was to determine efficiency of pressing oil from rape seeds with the use of saturation with organic solvent. The scope of the paper covered an initial processing of the material and the pressing process with the use of a one - screw press along with testing the amount of oil which was formed in the time and electric energy units necessary for pressing it. Four rotational speeds of the press screw were applied: 20, 30, 40, 50 rotations·min⁻¹ and three diameters of the outlet nozzle: 6, 8, 10 mm. Rape seeds were saturated with solvent (24 hours before pressing) - methyl alcohol (methanol) in the mass proportion 1:40 and 1:20. The highest efficiency of pressing was 6.3 (kg of oil)·h⁻¹ at 6 mm diameter of the nozzle and 50 rotations·min⁻¹ for rape saturated with methanol in the 1:20 proportion. The biggest oil mass to pomace mass ratio - 0.624 and 0.610 (kg of oil)·kg of pomace⁻¹ at 6 mm diameter, 20 and 30 rotations·min⁻¹ for rape with methanol 1:20. The lowest energy consumption of the process - 0.1051 and 0.1054 kWh·(kg of oil⁻¹) at 10 mm diameter and 50 rotations·min⁻¹ which corresponds to the highest energy efficiency - 9.515 and 9.487 (kg of oil)·kWh⁻¹.

Key words: rape oil, pressing, initial processing, solvent, methanol

Adres do korespondencji:

Paulina Zdanowska; e-mail: paulina_zdanowska@sggw.pl
Katedra Organizacji i Inżynierii Produkcji
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
ul. Nowoursynowska 164
02-787 Warszawa