

Wpłynęło 24.07.2012 r.
Zrecenzowano 10.09.2012 r.
Zaakceptowano 05.10.2012 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

Badanie wydajności prasy ślimakowej i sprawności tłoczenia oleju w warunkach zimowych i letnich

**Barbara ŁASKA^{BDEF}, Andrzej MYCZKO^A,
Wojciech GOLIMOWSKI^C**

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Poznaniu

Streszczenie

Temperatura nasion rzepaku, podczas produkcji oleju z wykorzystaniem technologii tłoczenia na zimno, wpływa na parametry procesu, szczególnie zimą, gdy jest niska. Celem badań była ocena wpływu temperatury nasion rzepaku na parametry procesu jednoetapowego tłoczenia oleju na zimno. Badano wpływ temperatury nasion rzepaku zmagazynowanych w silosie poziomym ($10 \pm 1^\circ\text{C}$ zimą i $23 \pm 2^\circ\text{C}$ latem) na wydajność prasy, wyrażaną w $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ tłoczonych nasion rzepaku, i uzysk oleju, czyli stosunek masy oleju do masy nasion rzepaku wyrażony w %. Eksperyment przeprowadzono w okresie letnim i zimowym, na dwóch, pracujących równolegle, prasach ślimakowych, o wydajności $18\text{--}25 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ nasion rzepaku. Z przeprowadzonych badań wynika, że uzysk oleju zimą wynosił średnio 19,7% i był o ok. 32% mniejszy niż latem (średnio 29%). Wydajność prasy zimą wynosiła średnio $44,5 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ i była o 18,7% większa niż latem ($36,15 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$).

Słowa kluczowe: olej rzepakowy, biopaliwa, tłoczenie, uzysk oleju

Wstęp

Ograniczone zasoby paliw kopalnych oraz zanieczyszczenie środowiska naturalnego, w warunkach stale rosnącego zapotrzebowania na paliwa, są przyczyną poszukiwania alternatywnych źródeł energii. Jednym z odnawialnych surowców energetycznych jest olej roślinny stosowany do produkcji biopaliw. Olej rzepakowy jest substancją ciekłą pochodzenia roślinnego, o określonej wartości opałowej. Jest on uznawany za podstawowy surowiec do wytwarzania biopaliw. Świeży olej rzepakowy, otrzymywany w procesie tłoczenia, ma wartość opałową



zbliżoną do powszechnie stosowanych paliw ciekłych [JÓZWIAK, SZŁĘK 2006; KARCZ, KOSIOREK 2003; ORGANISTA 2003].

Produkcję oleju z nasion oleistych można prowadzić dwoma sposobami – tłoczenie klasyczne lub tłoczenie i ekstrahowanie na gorąco. Do tłoczenia oleju stosuje się prasy ślimakowe, które wyparły stosowane dawniej prasy hydrauliczne, z powodu braku możliwości prowadzenia ciągłej produkcji z ich użyciem.

Proces tłoczenia można prowadzić w niskich temperaturach głowicy tłoczni, do 70°C (tzw. tłoczenie na zimno) i powyżej 70°C (tzw. tłoczenie na gorąco). Podczas tłoczenia na zimno wydobywa się olej z niepodgrzanego ziarna. W tym procesie uzysk oleju, czyli stosunek masy wydobytego tłuszczu do masy nasion rzepaku, wynosi ok. 33%. Tłoczenie na gorąco to proces przemysłowy, w którym temperaturę nasion rzepaku podnosi się powyżej 80°C, po czym następuje wstępne tłoczenie i ekstrakcja rozpuszczalnikami organicznymi, dzięki czemu uzysk oleju jest znacznie większy [PODKÓWKA 2004].

Na jakość, skład oraz właściwości oleju roślinnego istotny wpływ ma temperatura nasion poddanych procesowi tłoczenia. Tłoczenie oleju na zimno wpływa korzystnie na jego jakość i właściwości [KRYGIER i in. 1995; SIOŃEK 1997; WEI i in. 2012; WRONIAK i in. 2006;], wstępne ogrzewanie nasion natomiast przyczynia się do zwiększenia stabilności oksydacyjnej oleju [RADZIEMSKA i in. 2009; SPIELMEYER i in. 2009; WRONIAK i in. 2008; WRONIAK, KRYGIER 2006]. Ogrzewanie nasion wpływa również na skład oleju, m.in. na zwiększenie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych [UNGER 1990] oraz ilości zanieczyszczeń, tj. barwników, siarki i fosforu [GÓRĘCKA i in. 2003; ZADERNOWSKI i in. 1994].

Termiczna obróbka nasion ułatwia wydobycie z nich tłuszczu, co skutkuje większym uzyskiem oleju. Obserwuje się, że wraz ze wzrostem temperatury zwiększa się uzysk oleju [MATTHAUS 2012; NIEWIADOMSKI 1993] oraz wydajność tłoczenia [RADZIEMSKA i in. 2009; WILLEMS i in. 2008; ZADERNOWSKI i in. 1994]. Główną przyczyną zwiększania wydajności procesu tłoczenia w wyniku podwyższenia temperatury jest jej wpływ na zmniejszenie lepkości i napięcia powierzchniowego oleju, co ułatwia jego mechaniczne wytłoczenie [GAWĘCKI 1997; PRADHAN i in. 2011; RUTKOWSKI, KRYGIER 1979]. Lepkość oleju rzepakowego jest duża [BOCHEŃSKI, BOCHEŃSKA 2008; BOCHEŃSKI i in. 2004; JÓZWIAK, SZŁĘK 2006] i zmniejsza się ze wzrostem temperatury [DZIENISZEWSKI 2006; ESTEBAN i in. 2012; GOLIMOWSKI 2011; JÓZWIAK, SZŁĘK 2006]. Lepkość oleju rzepakowego nierafinowanego w temperaturze 20°C wynosi 66,74 mm²·s⁻¹, natomiast w temperaturze 100°C – 6,92 mm²·s⁻¹ [KARCZ, KOSIOREK 2003]. Zwiększenie lepkości będzie negatywnie wpływać na uzysk oleju i wydajność procesu tłoczenia oraz pobór energii niezbędnej do jego przeprowadzenia [GAUTAM, CHOUDHURY 1999; KARTIKAA i in. 2006].

Istotne, ze względu na ilość oleju uzyskanego w procesie tłoczenia, może być również wstępne rozdrobnienie nasion. Z badań SPYCHAŁY i in. [2011] nad wpływem rozdrobnienia nasion lnianki siewnej na wydobycie tłuszczu wynika, że

podczas tłoczenia nasion rozdrobnionych średnia wydajność oleju była większa niż podczas tłoczenia nasion całych.

Od kilku lat prowadzi się badania nad ciągnikami rolniczymi zasilanymi czystym olejem roślinnym [PASYNIUK, GOLIMOWSKI 2011]. Szczególnym uzasadnieniem takiego wykorzystania olejów roślinnych są względy ekologiczne [PASYNIUK 2009]. Przystosowanie ciągnika do oleju roślinnego oraz zakup urządzeń do tłoczenia oleju, zależy głównie od wielkości i wydajności prasy oraz od zapotrzebowania gospodarstwa na paliwo. Najkorzystniejszym rozwiązaniem jest instalowanie pras o małej wydajności i ciągła ich eksploatacja [GOLIMOWSKI 2011]. Przez cały rok nasiona są przechowywane w nieogrzewanych magazynach różnego typu, a ich temperatura jest zbliżona do temperatury otoczenia, dlatego celem podjętych badań jest określenie wpływu niskiej temperatury nasion rzepaku (temperatura nasion bliska temperaturze otoczenia) na wydajność prasy oraz uzysk oleju.

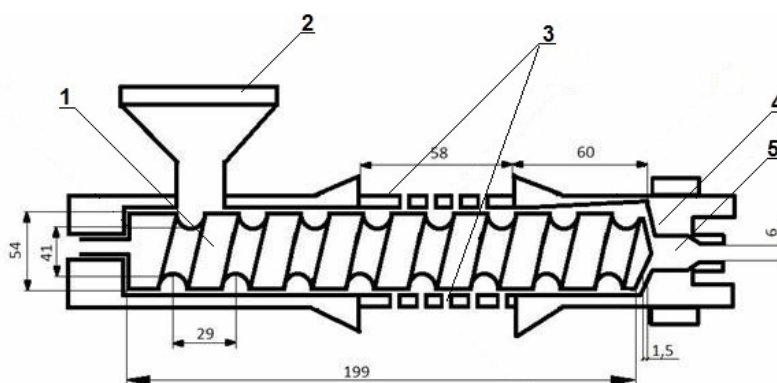
Metody badań

Przedmiotem badań był wpływ temperatury nasion rzepaku na parametry tłoczenia. Eksperyment bierny, polegający na jednoetapowym tłoczeniu niepodgrzanych wstępnie nasion rzepaku, przeprowadzono w nieogrzewanym magazynie poziomym. Nasiona rzepaku podczas tłoczenia latem miały średnią temperaturę 22°C (temperatura powietrza 25–30°C), zimą natomiast 9°C (temperatura powietrza 0–5°C w ciągu dnia).

Do badań przeznaczono 3000 kg nasion rzepaku ozimego o średnim udziale tłuszczu 44,3%, białka 22,7%, zanieczyszczeń stałych w nasionach <1% i wilgotności 7%.

Stanowisko doświadczalne składało się z dwóch pras ślimakowych, napędzanych – przez przekładnię zębatą – jednym silnikiem elektrycznym o mocy 3 kW. Zgodnie z danymi producenta łączna wydajność pras wynosiła 18–25 kg·h⁻¹ nasion rzepaku. Obroty ślimaków wynosiły 50 min⁻¹. Wymiary oraz konstrukcję pras przedstawiono na rysunku 1.

Nad otworami, doprowadzającymi nasiona do prasy ustawiono zbiornik buforowy o pojemności 1 m³. Po zwolnieniu zasowy w dnie zbiornika, pod wpływem siły grawitacji, nasiona przemieszczały się do kosza zasypowego, z którego były kierowane do dwóch równolegle pracujących pras. Czujnik systemu pomiarowego temperatury nasion zainstalowano w połowie wysokości kosza zasypowego. Do eksperymentu przeprowadzonego zimą i – następnie – latem zużyto po 1500 kg nasion rzepaku (trzy powtórzenia po 500 kg). Porcje nasion rzepaku na jedną próbę tłoczenia (ok. 500 kg) odważono na wadze tensometrycznej i wprowadzono do zbiornika buforowego. Próby tłoczenia odbywały się zgodnie z procedurą: ustawienie szczeliny między tłokiem (czoło ślimaka) a głowicą – 1,5 mm ±0,25 mm, rozgrzanie głowicy do 70 ±10°C, włączenie prasy i wyłączenie systemu podgrzewającego głowicę oraz zwolnienie zasowy w dnie kosza zasypowego pras.



Źródło: opracowanie własne. Source: own elaboration.

Rys. 1. Schemat prasy ślimakowej wykorzystanej do badań (wymiary w mm): 1 – śruba tłocząca (ślimak), 2 – kosz zasypowy, 3 – matryca, 4 – głowica, 5 – dysza
 Fig. 1. Scheme of the screw press used in tests (dimensions in mm): 1 – pressing screw (worm section), 2 – charging hopper, 3 – press cylinder, 4 – press head, 5 – nozzle

Czas tłoczenia mierzono od chwili uformowania się pierwszych wytlóków na wyjściu z dyszy końcowej do zatrzymania ich wydobywania się. Czas przyjmowano z dokładnością do 15 minut.

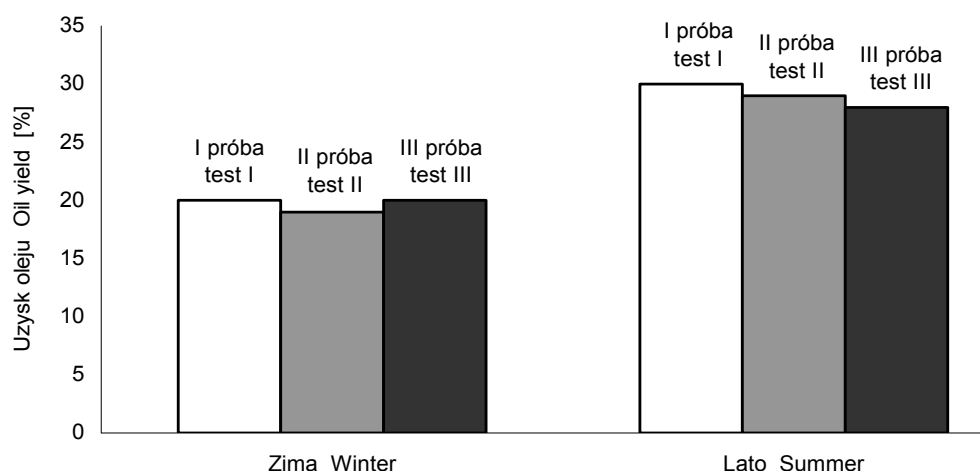
Z czoła prasy, przez dyszę końcową, były tłoczone wytloki rzepakowe, uformowane w pelety o średnicy 6 mm. Olej, przez otwory w cylindrze, rozmieszczone równomiernie na całym jego obwodzie, i rynnę zbierającą, spływał do miernicy. Miernica składała się ze zbiornika o objętości 120 dm³, umieszczonego na wadze tensometrycznej. Pomiar masy oleju był wykonywany z dokładnością do 0,1 kg. Każdą partię rzepaku tłoczono 2 dni – 7 godzin pierwszego dnia i pozostałą część drugiego dnia. Zebrany olej i wytloki wchodziły w skład bieżącej produkcji.

Z wyników każdej próby (średnia temperatura nasion rzepaku, czas tłoczenia, masa oleju) obliczono wydajność prasy, czyli masę nasion przerobionych w jednostce czasu [kg·h⁻¹] i uzysk oleju, określony jako stosunek masy uzyskanego oleju do masy rzepaku [%]. Zarówno wydajność tłoczni, jak i uzysk oleju uznano za zmienne zależne, natomiast średnią temperaturę nasion – za zmienną niezależną. Populację uzyskanych wyników poddano analizie statystycznej. W celu określenia wpływu czynnika – temperatury nasion rzepaku – na wydajność tłoczni i uzysk oleju, wykonano analizę wariancji jednoczynnikowej za pomocą statystycznego modelu ANOVA, przyjmując 5-procentowy poziom ufności.

Wyniki i dyskusja

Badania wpływu niskich temperatur nasion rzepaku na parametry tłoczenia umożliwiły określenie czasu tłoczenia nasion rzepaku za pomocą prasy ślimakowej. Wytłoczenie każdej próby nasion (około 500 kg) trwało średnio 11,25 godzin zimą, latem natomiast okres tłoczenia był dłuższy, trwał średnio 13,8 godzin.

Zimą, gdy średnia temperatura nasion rzepaku w czasie prowadzenia eksperymentu wynosiła ok. 9°C, średni uzysk oleju wynosił 19,7%, latem natomiast, gdy średnia temperatura nasion rzepaku wynosiła 22°C, średni uzysk oleju wynosił ok. 29% (rys. 2). Zimą uzysk oleju z nasion rzepaku w wyniku tłoczenia na zimno z użyciem prasy ślimakowej był o ok. 32% mniejszy niż latem.



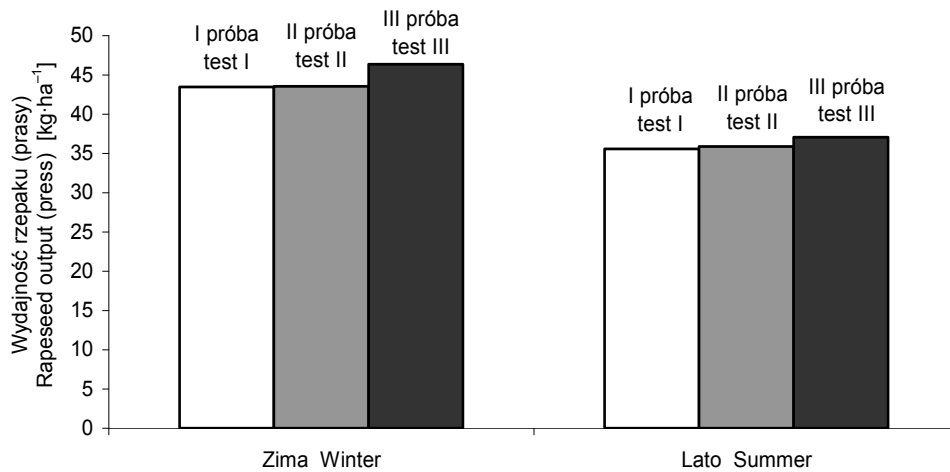
Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

Rys. 2. Uzysk oleju z jednoetapowego tłoczenia rzepaku na zimno
Fig. 2. Yield of oil from single-stage cold stamping of rapeseeds

Zimą wydajność prasy wynosiła średnio 44,47 kg·h⁻¹, latem natomiast – 36,15 kg·h⁻¹ (rys. 3). Różnica temperatur nasion rzepaku latem i zimą, wynosząca ok. 12°C, wpłynęła na zmianę wydajności tłoczenia o 18,71%.

Badania WILLEMSA i in. [2008] potwierdzają, że spadek temperatury nasion rzepaku wpływa na zmniejszenie uzysku oleju. Autorzy wykazali, że tłoczenie nasion ogrzanych w temperaturze powyżej 80°C zwiększa uzysk oleju nawet o 20%, w zależności od gatunku nasion oleistych. Stwierdzili również, że zakres temperatury od 40 do 80°C nie ma wpływu na uzysk oleju. Z badań przedstawionych w niniejszej pracy wynika, że tłoczenie w niższej temperaturze zmniejsza uzysk oleju. Na podstawie analizy statystycznej całej populacji zebranych wyników stwierdzono, że przy 5% poziomie ufności i stopniu swobody 1 temperatura miała wysoce istotny wpływ na badane zmienne zależne – uzysk oleju i wydajność prasy (w obu przypadkach stwierdzono p<0,01).

Z literatury wynika, że ogrzewanie nasion do wysokiej temperatury (ok. 100°C) może niekorzystnie wpływać na jakość oleju. Jest to związane przede wszystkim ze zwiększeniem zawartości fosforu, pierwiastka mającego niekorzystny wpływ na elementy robocze silnika spalinowego. W oleju rzepakowym tłoczonym na zimno zawartość fosforu wynosi od 14,57 do 162 mg·kg⁻¹ [PODKÓWKA 2004]. Olej tłoczony z nasion wstępnie ogrzewanych charakteryzuje się znacznie większą za-



Źródło: opracowanie własne. Source: own study.

Rys. 3. Wydajność prasy ślimakowej
Fig. 3. Screw press output

wartością fosforu [RADZIEMSKA i in. 2009]. Wzrost temperatury z 80 do 100°C powodował zwiększenie zawartości fosforu w oleju z 125 do 300 mg·kg⁻¹ [UNGER 1990]. Wzrost temperatury nasion wykorzystanych w procesie tłoczenia oleju jest ograniczony zwiększaniem się zawartości fosforu w wydobytym oleju. Brak jest informacji na temat optymalnej temperatury tłoczenia, w której uzysk oleju jest duży, a zawartość fosforu w otrzymanym oleju mała. W tym celu należy kontynuować badania.

Wnioski

1. Temperatura nasion rzepaku ma wysoce istotny wpływ na uzysk oleju. W wyniku badań dowiedziono, że tłoczenie zimą nasion o średniej temperaturze 9°C zmniejsza o 32% uzysk oleju tłoczonego latem z nasion o średniej temperaturze 22°C.
2. Temperatura nasion istotnie wpłynęła na wydajność prasy do tłoczenia oleju. Ze wzrostem temperatury wydajność zmniejszyła się z 44,47 kg·h⁻¹ zimą do 36,15 kg·h⁻¹ latem.

Bibliografia

- BOCHEŃSKI C., BOCHEŃSKA A. 2008. Olej rzepakowy paliwem do silników Diesla. Czasopismo Techniczne. Mechanika. R. 105. Z. 8-M s. 133–142.
- BOCHEŃSKI C.I., OLESZCZAK P., SIWIEC S. 2004. Badania procesów rozpylania oleju napędowego i estrów metylowych oleju rzepakowego w komorze o stałej objętości. Journal of KONES Internal Combustion Engines. Vol. 11. Nr 1–2 s. 66–77.
- DZIENISZEWSKI G. 2006. Analiza możliwości zasilania silnika Diesla surowym olejem rzepakowym. Inżynieria Rolnicza. Nr 12 s. 117–125.

- ESTEBAN B., RIBA J.R., BAQUERO G., RIUS A., Puig R. 2012. Temperature dependence of density and viscosity of vegetable oils. *Biomass and Bioenergy*. Vol. 42 s. 164–171.
- GAUTAM A., CHOUDHURY G.S. 1999. Screw configuration effect on residence time distribution and mixing in twin-screw extruder during extrusion of rice flour. *Journal of Food Process Engineering*. Vol. 22 s. 263–285.
- GAWĘCKI J. (red.) 1997. *Prawda o tłuszczach*. Warszawa. Instytut Danone – Fundacja promocji zdrowego żywienia. ISBN 83-907366-1-6 ss. 78.
- GOLIMOWSKI W. 2011. Instalacje do produkcji oleju rzepakowego jako paliwa rolniczego dla małych i średnich gospodarstw rolnych. W: *Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem poprawy struktury obszarowej gospodarstw rodzinnych, ochrony środowiska i standardów UE*. Pr. zbior. Red. W. Romaniuk. Falenty. Wydawnictwo ITP s. 49–51.
- GÓRCEKA A., WRONIAK M., KRYGIER K. 2003. Wpływ ogrzewania nasion rzepaku na jakość wytłoczonego oleju. *Rośliny oleiste*. T. 24 s. 567–576.
- JÓZWIAK D., SZŁEK A. 2006. Ocena oleju rzepakowego jako paliwa kotłowego. *Energetyka*. Nr 6 s. 449–451.
- KARCZ H., KOSIOREK A. 2003. Ogrzewanie olejem rzepakowym. *Rynek Instalacyjny*. Nr 1 s. 68–72.
- KARTIKAA A., PONTALIERB P.Y., RIGAL L. 2006. Extraction of sunflower oil by twin screw extruder: Screw configuration and operating condition effects. *Bioresource Technology*. Vol. 97. Iss. 18 s. 2302–2310.
- KRYGIER K., RATUSZ K., SUPEŁ B. 1995. Jakość i stabilność olejów tłoczonych na zimno. *Rośliny oleiste*. T. 16 s. 307–313.
- MATTHAUS B. 2012. Oil technology. Chapter 2. W: *Technological Innovations in Major World Oil Crops. Volume 2 Perspectives*. Pr. zbior. Red. S.K. Gupta. New York. Springer Science Business Media s. 23–92.
- NIEWIADOMSKI H. 1993. *Technologia tłuszczów jadalnych*. Warszawa. WNT. ISBN 8320414849 ss. 464.
- ORGANISTA W. 2003. Ogrzewanie rzepakiem. *Rynek Instalacyjny*. Nr 4 s. 57–60.
- PASYNIUK P. 2009. Olej roślinny jako alternatywne paliwo silnikowe w rolnictwie zrównoważonym – aspekt ekonomiczny. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s. 93–103.
- PASYNIUK P., GOLIMOWSKI W. 2011. Effect of rapeseed oil on the parameters of a diesel engine of John Deere tractor, model 6830. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 56. Nr 2 s. 118–121.
- PODKÓWKA W. (red.) 2004. *Biopaliwo, gliceryna, pasza z rzepaku*. Bydgoszcz. Wydaw. Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej. ISBN 83-89334-16-X ss. 67.
- PRADHAN R.Ch., MISHRA S., NAIK S.N., BHATNAGAR N., VIJAY V.K. 2011. Oil expression from *Jatropha* seeds using a screw press expeller. *Biosystems engineering*. Vol. 109 s. 158–166.
- RADZIEMSKA E., LEWANDOWSKI W., SZUKALSKA E., TYNEK M., PUSTELNIK A., CIUNEL K. 2009. Biopaliwa z rzepaku. Przygotowanie surowca do otrzymywania biodiesla w warunkach gospodarstwa rolnego oraz pilotowe metanolizy. *Chemia. Dydaktyka. Ekologia. Metrologia*. R. 14. Nr 1–2 s. 79–84.
- RUTKOWSKI A., KRYGIER K. 1979. *Technologia i analiza tłuszczów jadalnych*. Warszawa. Wydaw. SGGW ss. 286.
- SIONEK B. 1997. Olej tłoczony na zimno. *Roczniki PZH*. T. 48. Nr 3. ISSN 0035-7715 s. 283–293.
- SPIELMEYER A., WAGNER A., JAHREIS G. 2009. Influence of thermal treatment of rapeseed on the canolol content. *Food Chemistry*. Vol. 112 s. 944–948.

SPYCHAŁA W., FRĄCKOWIAK P., ADAMCZYK F. 2011. Wpływ parametrów wytłaczania prototypowej prasy ślimakowej na jakość oleju i wytlóków z Inianki siewnej. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. Vol. 56. Nr 4 s. 110–113.

UNGER E.H. 1990. Commercial processing of canola and rapeseed: crushing and oil extraction. W: *Canola and rapeseed, production, chemistry, nutrition, and processing technology*. Pr. zbior. Red. F. Shahid. New York. Van Nostrand Reinhold. ISBN 0-442-00295-5 s. 235–249.

WEI F., YANG M., ZHOU Q., ZHENG Ch., PENG J.H., LIU Ch.S., HUANG F.H., CHEN H. 2012. Varietal and processing effects on the volatile profile of rapeseed oils. *LWT – Food Science and Technology*. Vol. 48 s. 323–329.

WILLEMS P., KUIPERS N.J.M., De HAAN A.B. 2008. Hydraulic pressing of oilseeds: Experimental determination and modeling of yield and pressing rates. *Journal of Food Engineering*. Vol. 89 s. 8–16.

WRONIAK M., KRYGIER K. 2006. Oleje tłoczone na zimno. *Przemysł spożywczy*. Nr 7 s. 30–34.

WRONIAK M., KRYGIER K., KACZMARCZYK M. 2008. Comparison of the quality of cold pressed and virgin rapeseed oils with industrially obtained oils. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. Vol. 58. No. 1 s. 85–89.

WRONIAK M., KWIATKOWSKA M., KRYGIER K. 2006. Charakterystyka wybranych olejów tłoczonych na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*. Nr 2 s. 46–58.

ZADERNOWSKI R., NOWAK-POLAKOWSKA H., LOSSOW B., MARKIEWICZ K. 1994. Technologia tłoczenia oleju z obłuskanych nasion rzepaku. *Rośliny oleiste*. T. 15 s. 171–178.

Barbara Łaska, Andrzej Myczko, Wojciech Golimowski

THE STUDY ON SCREW PRESS PERFORMANCE AND THE EFFICIENCY OF OIL EXTRUSION IN WINTER AND SUMMER

Summary

Rapeseed temperature affects the technological process of cold oil pressing, especially in winter. The aim of study was to evaluate the effect of rapeseed temperature on the parameters of single-stage cold oil pressing. The influence of temperature was tested for rapeseeds stored in a horizontal silo ($10 \pm 1^\circ\text{C}$ in winter and $23 \pm 2^\circ\text{C}$ in summer). The output of screw press ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ pressed rapeseeds) and yield of extracted oil (mass percentage of oil to the mass of rapeseeds) were determined. Experiments were conducted in the summer and winter periods, on double screw presses working in parallel, at rated rapeseed output $18\text{--}25 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$. Test results showed that the average yield of oil in winter amounted to 19.7%, being by 32% lower than in the summer (29% on average). The output of screw press in winter reached on average $44.5 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$, being by 18.7% higher than in the summer ($36.15 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$).

Key words: rapeseed oil, biofuels, oil pressing, oil yield

Adres do korespondencji:

mgr Barbara Łaska

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy

Oddział w Poznaniu

ul. Biskupińska 67, 60-463 Poznań

tel. 61 820-33-31 wew. 238; e-mail: b.laska@itep.edu.pl