

INFLUENCE OF EXTRUSION PARAMETERS OF THE SCREW PRESS PROTOTYPE ON THE QUALITY OF CAMELINA SEED OIL AND MARC

Summary

Camelina sativa is a fine-grained oil plant. The small diameter of the seeds causes real troubles with oil extrusion by most often met screw presses. To get off this problem, the Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznań in co-operation with the Poznań University of Life Sciences worked out the construction of the set of devices designed for the optimum oil embossing from Camelina seeds and other fine-grained oil plants. The paper presents comparative results of the extrusion process and quality of camelina seed oil and marc.

WPLYW PARAMETRÓW WYTŁACZANIA PROTOTYPOWEJ PRASY ŚLIMAKOWEJ NA JAKOŚĆ OLEJU I WYTŁOKÓW Z LNIANKI SIEWNEJ

Streszczenie

Lnianka siewna (Camelina sativa L.) jest drobnziarnistą rośliną oleistą. Mała średnica jej nasion, stanowi duże utrudnienie przy wytłaczaniu z nich oleju najczęściej spotykanymi prasami ślimakowymi. Wychodząc naprzeciw temu problemowi Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu we współpracy z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu, opracował konstrukcję zestawu urządzeń przeznaczonych do wytłaczania oleju z nasion lnianki siewnej i innych oleistych roślin drobnziarnistych. W pracy przedstawiono porównawcze wyniki badań procesu wytłaczania i jakości oleju oraz wytlóków z nasion lnianki siewnej.

1. Wprowadzenie

Zarówno w Europie, w jak i w Polsce, ze względów klimatycznych, główną rośliną oleistą jest rzepak. Zagrożeniem dla jego upraw jest wymarzenie w czasie zimy (odmiany ozime), wysokie temperatury w czasie kwitnienia (opadanie kwiatów i świeżo zawiązanych łuszczyń) i dojrzewania (spadek zawartości oleju w nasionach) oraz duża liczba szkodników uszkadzających plantacje. Szansą wyprodukowania większej ilości oleju roślinnego jest uprawa rośliny oleistej o mniejszych wymaganiach pokarmowych i wodnych. Taką rośliną może być lnianka siewna (*Camelina sativa L.*). Zawartość tłuszczu nie jest tak wysoka jak w innych roślinach oleistych, nawet hodowanych w Polsce, ale dochodzi do 28 do 35%, co przy możliwości uprawy na ziemiach najgorszej klasy, ze znikomymi zabiegami agrotechnicznymi (zmniejszone w porównaniu do rzepaku nawożenie azotowe czy bardzo ograniczone stosowanie herbicydów) stanowi alternatywę roślin oleistych. Jednym z istotniejszych czynników ograniczających powszechne stosowanie oleju z nasion lnianki są ich stosunkowo niewielkie wymiary. 1000 nasion waży przeciętnie od 0,8 do 2 g, a mała ich średnica stanowi dość duże utrudnienie przy wytłaczaniu oleju najczęściej spotykanymi prasami ślimakowymi.

W Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu w wyniku realizacji Projektu INICJATYWA EUREKA – E14018 CAMELINA-BIOFUEL, pn. „Rozwój technologii wytwarzania biopaliw z olejów roślinnych, tłuszczów zwierzęcych z wykorzystaniem olejów z lnianki siewnej, jako nowej bazy surowcowej”, zaprojektowano, wykonano i wstępnie przebadano zestaw maszyn przeznaczonych do optymalnego wytłaczania oleju z nasion lnianki siewnej.

Dotychczasowe prace koncentrowały się na wykorzystaniu uzyskanego oleju z lnianki do celów technicznych w tym głównie, jako surowca do produkcji paliwa silnikowego. Aby poszerzyć wiedzę o możliwościach szerszego użytkowania otrzymanego oleju roślinnego oraz wytlóków podczas realizacji tegorocznego etapu kontynuowano badania doświadczalne zmierzające do określenia przydatności wykorzystania tych produktów do celów spożywczych i paszowych.

2. Cel pracy

Badania procesu wytłaczania oleju z nasion lnianki siewnej miały na celu określenie wpływu regulowanych wybranych parametrów prototypowej prasy ślimakowej na jakość uzyskiwanego oleju i wytlóków oraz na wybrane wskaźniki eksploatacyjne użytej do wytłaczania prasy.

3. Przedmiot badań

Przedmiotem badań był proces ciągłego tłoczenia metodą „na zimno” oleju z nasion lnianki siewnej.

Badane produkty, olej i wytloki uzyskiwane z nasion lnianki siewnej w czasie prób wytłaczania z użyciem prototypu prasy ślimakowej, pobrano bezpośrednio spod rynny wychwytowej (olej) oraz spod szczeliny wylotowej (wytloki) (rys. 1).

Proces wytłaczania oleju prowadzono jednoetapowo. Próbkę oleju i wytlóków pobierano jednocześnie dla każdego przyjętego nastaw prasy i zgniatacza, po osiągnięciu stabilnych warunków pracy. Z każdej partii oleju i wytlóków pobrano po trzy próbki, z badania których uśrednione wyniki przedstawiono w tabelach. Olej, z którego pobierano próbki do badań był oczyszczany poprzez 48 godzinną sedymentację.

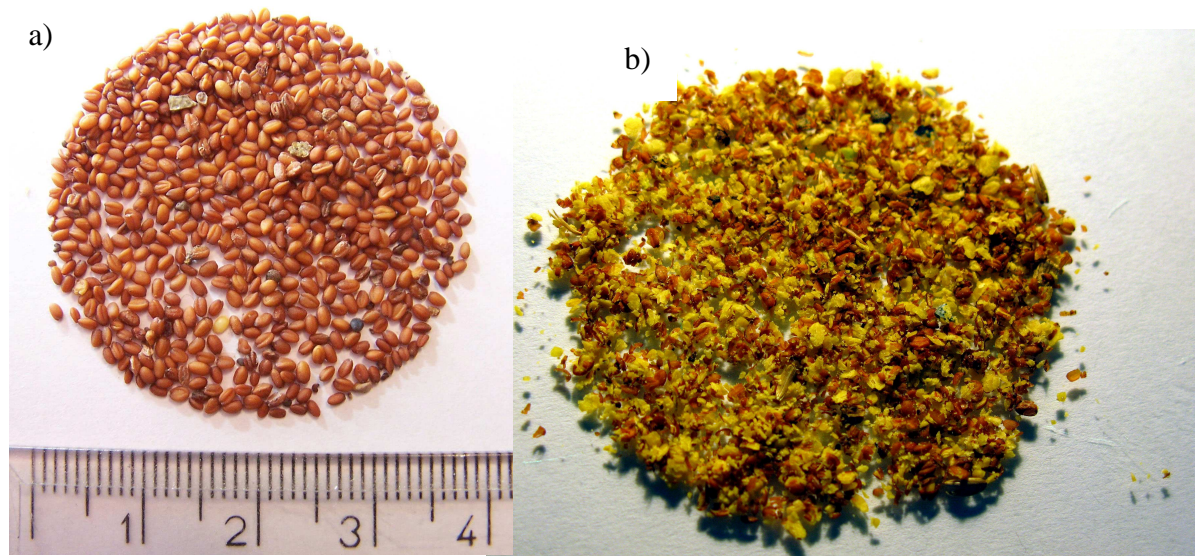


Rys. 1. Prototypowa prasa ślimakowa do wyłaczania oleju z nasion lnianki siewnej

Fig. 1. The prototype screw press for oil extrusion from seed of *Camelina sativa*

4. Przebieg badań

Badania prowadzono na nasionach lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.) odmiany jarej Borowska o zawartości wody rzędu 0,080-0,092 kg·kg_{SM}⁻¹ (8-9%). Olej wyłaczano z całych nasion (rys. 2a) oraz z nasion przygotowanych poprzez zgniatanie (rys. 2b) przy wykorzystaniu zgniatacza ziarna, którego część roboczą stanowiły dwa gładkie walce



Rys. 2. Nasiona lnianki siewnej a) całe, b) rozniecione

Fig. 2. *Camelina* seeds a) not crushed, b) crushed by the crusher

o średnicy 294 mm i szerokości 180 mm. Prędkość obwodowa walców wynosiła 0,0065 m·s⁻¹. Proces rozdrabniania przeprowadzono dla szczeliny roboczej 0,2 mm.

Podczas badań wyznaczono również wybrane wskaźniki eksploatacyjne użytej do wyłaczania prasy:

- wydajność tłoczenia obliczaną według masy uzyskanego oleju oczyszczonego, masy próbki nasion i rzeczywistej zawartości oleju w nasionach. Do obliczenia wydajności tłoczenia (W) stosowano następujący wzór:

$$W = \frac{\text{masa oleju} \times 100 \times 100}{\text{zawartość oleju w nasionach} \times \text{masa nasion}} \quad [\%];$$

- temperaturę tłoczonego oleju przy użyciu termometru elektronicznego „Ebro” TLC 1598 (rys. 3).



Rys. 3. Pomiar temperatury oleju wypływającego z segmentów obudowy ślimaka

Fig. 3. Measurement of the oil temperature at the press screw body segments

Analizy chemiczne wykonano w Laboratorium Katedry Żywności i Gospodarki Paszowej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.

Na pobranych próbkach oleju przeprowadzono następujące oznaczenia:

- zawartość wolnych kwasów tłuszczowych, wyrażonych jako liczba kwasowa, metodą miareczkową zimnego rozpuszczalnika z użyciem wskaźnika fenoloftaleiny, w oparciu o normę PN-ISO 660 [3],
- zawartość nadtlenków, wyrażonych jako milirównoważnik tlenu aktywnego na kilogram produktu, metodą miareczkową w oparciu o normę PN-EN ISO 3960 [4],
- skład kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.

W pobranych próbkach wyłoków przeprowadzono analizę na zawartość składników pokarmowych, określono zawartość:

- suchej masy metodą wagową, w oparciu o normę PN-ISO 6496 [5],
- popiołu surowego metodą wagową, wg normy AOAC Official Method Ash of Animal Feed 942.05 [1],
- białka ogólnego metodą Kjeldahla, wg normy AOAC Official Method 976.05 Protein (Crude) In animal Feed and Pet Food [2],
- białka strawnego, wg normy PN-ISO 6655 [6],
- włókna surowego, w oparciu o normę PN-EN ISO 6865 [7],
- tłuszczu surowego metodą ekstrakcji eterem naftowym na aparacie Soxhlet system HT 1043, wg metodyki producenta.

5. Analiza wyników badań

Pierwszym analizowanym parametrem była temperatura wyłaczania oleju. Temperatura oleju wyłaczanego w celach spożywczych nie powinna przekraczać 60°C. Przy wykorzystywaniu oleju w celach technicznych temperatura jego pozyskiwania może być wyższa. Określona podczas prób średnia temperatura oleju mierzona bezpośrednio pod segmentem obudowy ślimaka tłoczącego, dla procesu wyłaczania oleju z całych nasion wyniosła 89°C, natomiast dla nasion zgniecionych 75°C. Różnica pomiędzy tymi wartościami to 15,7%.

Przygotowanie nasion poprzez ich zgniecenie zgniataczem ziarna wpływało w znaczący sposób na korzystne obniżenie temperatury tłoczonego oleju. Można to wytłumaczyć tym, że przez wcześniejsze zgniatanie nasion zmniejsza się współczynnik tarcia zewnętrznego nasion o elementy komory tłoczenia prasy ślimakowej, co przekłada się na niższe ciśnienie tłoczenia i skutkuje obniżeniem temperatury tłoczonego oleju.

Drugim analizowanym parametrem procesu wyłaczania oleju była wydajność tłoczenia oleju. Wyższą średnią wydajność tłoczenia oleju (87,1%), odnotowano podczas wyłaczania oleju ze zgniecionych nasion, natomiast średnia wydajność wyłaczania oleju z całych nasion wyniosła 78,9%.

Badania potwierdziły korzystny wpływ wstępnego zgniatacia nasion na wydajność tłoczenia. Uzyskana podczas badań średnia wydajność tłoczenia zgniecionych nasion jest podobna do wydajności uzyskiwanych przy wyłaczaniu tego typu prasami oleju z nasion rzepakowych [10].

Wyniki badań wybranych wskaźników chemicznych olejów zamieszczono w tab. 1. Oleje z nasion poddanych zgniataciu i z całych nasion charakteryzowały się zbliżonymi wartościami LK i LN. Uzyskane wartości LK = 2,04-2,09 i LN = 1,38-1,58 są zbliżone z danymi prezentowanymi przez innych autorów: Grynberg [11] podaje, że dla oleju z lnianki wartości LK zawierają się w przedziale od 0,8 do 13,0 oraz Zadernowski i in. [9], którzy uzyskali wartości LN od 2,95 do 5,70.

Uzyskane wyniki wskazują, że przygotowanie ziarna poprzez zgniatanie oraz zmiany nastaw prasy w przyjętym podczas badań zakresie nie wpływały na jakość frakcji tłuszczowej.

Otrzymane wartości mieszczą się w zalecanym przedziale dla olejów jadalnych.

Wyniki przeprowadzonych analiz wyłoków na zawartość składników pokarmowych przedstawiono w tab. 2. W celu dokonania oceny jakości otrzymanych wyłoków uzyskane wyniki badań porównywano z danymi prezentowanymi w literaturze dla oleju rzepakowego.

Zawartość popiołu surowego w badanych wyłokach dla poszczególnych prób nie różniła się w sposób statystycznie istotny i wynosiła 5,39-5,41%, była niższa od wartości podawanej dla makuchu rzepakowego uzyskiwanego w technologii bez użycia ekstrakcji benzynowej (8,0%) [8].

Zawartość włókna surowego w badanych wyłokach dla poszczególnych prób różniła się w sposób statystycznie istotny. Najwyższa zawartość włókna surowego (15,22%) wystąpiła w wyłokach otrzymanych podczas wyłaczania całych nasion (nasiona całe), najniższa (13,62%) – w wyłokach otrzymanych podczas wyłaczania płatkowanych nasion (nasiona zgniecione) i była nieco wyższa od wartości podawanej dla makuchu rzepakowego uzyskiwanego w technologii bez użycia ekstrakcji benzynowej (13,0%) [8]. Tak duża zawartość włókna ogranicza możliwość zastosowania wyłoków z nasion lnianki jako paszy w żywieniu zwierząt młodych [8].

Zawartość białka ogólnego i białka strawnego w badanych wyłokach dla poszczególnych prób nie różniła się w sposób statystycznie istotny. Zawartość białka ogólnego wynosiła 34,6-34,95% i była minimalnie niższa od wartości podawanej dla makuchu rzepakowego uzyskiwanego w technologii bez użycia ekstrakcji benzynowej (36,09%) [8]. Strawność białka wyniosła 88%.

Zawartość tłuszczu w badanych wyłokach dla poszczególnych prób różniła się w sposób statystycznie istotny. Największa zawartość tłuszczu (14,12%) wystąpiła w wyłokach otrzymanych podczas wyłaczania całych nasion (nasiona całe), najmniejsza (12,85%) w wyłokach otrzymanych podczas wyłaczania płatkowanych nasion (nasiona zgniecione), była zbliżona do wartości podawanej dla makuchu rzepakowego uzyskiwanego w technologii bez użycia ekstrakcji benzynowej (12,4%) [8].

Tab. 1. Wyniki badań fizykochemicznych oleju z nasion lnianki siewnej
Table 1. The results of physicochemical analyses of Camelina seeds oil

Rodzaj badania	Nasiona zgniecione	Nasiona całe	Olej rzepakowy wg PN-86/A-8690
Liczba kwasowa [mg KOH/g tł.]	2,04	2,09	< 0,3
Liczba nadtlenkowa [meq O/kg tł.]	1,58	1,38	< 5,0

Tab. 2. Zawartość składników pokarmowych w badanych wyłokach z nasion lnianki siewnej
 Table 2. The nutrient content in analyzed marc of *Camelina seeds* in analyzed marc of *Camelina seeds*

	Sucha masa [%]	Popiół surowy [%]	Białko ogólne (N×6,25) [%]	Białko strawne (N×6,25) [%]	Włókno surowe [%]	Tłuszcz surowy [%]
Nasiona zgniecione	92,59	5,39	34,60	30,51	13,62	12,85
Nasiona całe	93,64	5,41	34,95	30,79	15,22	14,12
Wyłoki z nasion rzepaku ¹⁾	90,00	8,00	36,09	-	13,00	12,40

¹⁾ źródło: [8]

6. Podsumowanie i wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań upoważniają do wyprowadzenia następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Przygotowanie nasion lnianki siewnej poprzez ich zgniatanie wpływało w znaczący sposób na korzystne obniżenie temperatury tłoczenia oleju.
2. Badania potwierdziły korzystny wpływ wstępnego zgniatania nasion lnianki siewnej na wydajność tłoczenia.
3. Udział i wzajemne proporcje poszczególnych grup kwasów tłuszczowych w badanym oleju z nasion lnianki siewnej, szczególnie duża ilość nienasyconych mono- i polienowych kwasów tłuszczowych (ok. 85%) wskazuje na olbrzymi prozdrowotny potencjał tkwiący w badanym oleju związany z tak wysoką zawartością różnorodnych nienasyconych kwasów tłuszczowych.
4. Wysoka zawartość tłuszczu oraz korzystny skład kwasów tłuszczowych występujących w wyłokach z lnianki powodują, że wyłoki mogą być cennym źródłem niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych w żywieniu zwierząt gospodarskich.
5. Wysoka zawartość białka ogólnego i białka strawnego w badanych wyłokach z nasion lnianki powoduje, że mogą one stanowić dobre źródło białka w paszach dla zwierząt gospodarskich.
6. Wyniki badań oleju i wyłoków uzyskiwanych z nasion lnianki siewnej w czasie prób wyłaczania z użyciem zaprojektowanego zestawu maszyn wskazują na możliwość szerokiego wykorzystania tych produktów do celów spożywczych i paszowych.
7. Temperatura wyłaczania i wydajność tłoczenia oleju nie wykazały zasadniczego wpływu na jakość uzyskiwanego oleju i wyłoków z lnianki siewnej.

Nie zaobserwowano zasadniczych różnic w zawartości badanych składników pokarmowych oleju i wyłoków z lnianki siewnej dla całych i wstępnie zgniatanych nasion.

7. Literatura

- [1] AOAC Official Methods of Analysis 942.05.1995 Ash of Animal Feed.
- [2] AOAC Official Methods of Analysis 976.05.1990 Protein (Crude) In animal Feed and Pet Food.
- [3] PN-ISO 660:1998 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [4] PN-EN ISO 3960: 1996 Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby nadtlencowej.
- [5] PN-ISO 6496: 2002 Pasze. Oznaczanie wilgotności i zawartości innych substancji lotnych.
- [6] PN-ISO 6655: 2000 Pasze. Oznaczanie zawartości azotu rozpuszczalnego po traktowaniu pepsyną w rozcieńczonym kwasie chlorowodorowym.
- [7] PN-EN ISO 6865: 2002 Pasze. Oznaczanie zawartości włókna surowego - Metoda z pośrednią filtracją.
- [8] Podkówka Z: Wykorzystanie nasion rzepaku i produktów ubocznych procesu odolejania i estryfikacji oleju rzepakowego do celów paszowych. W: Biopaliwo gliceryna pasza z rzepaku. Praca zbiorowa pod redakcją W. Podkówki. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, 2004, s. 164-191.
- [9] Zadernowski R., Budzyński W., Nowak-Polakowska H., Rashed A.A., Jankowski K.: Wpływ nawożenia na skład frakcji lipidowej nasion lnianki (*Amelina Sativa* L. Cr.) i katanu (*Crambe abissinica Hochst.*). Rośliny oleiste, 1999, nr 20, s. 503-510.
- [10] Wojtkowiak R., Frąckowiak P., Jankowiak S., Adamczyk F., Tyszczyk K.: Rozwój technologii wytwarzania biopaliw z olejów roślinnych, tłuszczów zwierzęcych z wykorzystaniem olejów z lnicznika siewnego, jako nowej cennej bazy surowcowej. Zadanie: Wykonanie prototypu prasy do tłoczenia nasion lnicznika oraz przeprowadzenie badań testowych. PIMR/56/BG/2009, Poznań, 2009. Praca niepublikowana.
- [11] Grynberg H., Ługowska M., Zarzycki I.: Analiza techniczna w przemyśle tłuszczowym. Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1954.