

## WPŁYW PRĘDKOŚCI OBROTOWEJ ŚLIMAKA NA PARAMETRY PROCESU WYTŁACZANIA OLEJU Z LNIANKI SIEWNEJ PRASĄ ŚLIMAKOWĄ

Paweł Frąckowiak, Florian Adamczyk, Wojciech Spychała  
*Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu*

**Streszczenie.** Lnianka siewna (*Camelina sativa* L.) jest drobnonasienną rośliną oleistą. Mała średnica jej nasion stanowi duże utrudnienie przy wyciskaniu 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 wyciskania oleju z nasion lniarki siewnej i innych oleistych roślin drobnoziarnistych. W pracy przedstawiono wyniki badań wpływu różnych prędkości obrotowych wału ślimaka tłoczącego na podstawowe parametry procesu wyciskania oleju z nasion lniarki siewnej.

**Słowa kluczowe:** prasa ślimakowa, prędkość obrotowa, wydajność, przepustowość, wyciskanie oleju

### Wprowadzenie

Kurczące się zasoby kopalnych surowców energetycznych, zmuszają nas do poszukiwania odnawialnych źródeł energii. Jednym z nich mogą być surowce pochodzenia roślinnego. 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.).

Lnianka siewna jest gatunkiem jednorocznym, w którym można wyróżnić zarówno formy jare jak i ozime. W polskich warunkach plon nasion lniarki ozimej wynosi 1700-2200 kg nasion z ha, natomiast plon lniarki jarej kształtuje się na poziomie 900-1500 kg z ha. Zawartość tłuszczu nie jest tak wysoka jak w innych roślinach oleistych, nawet hodowanych w Polsce, ale dochodzi do 28-41%, co przy możliwości hodowli 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 lniarki są ich stosunkowo niewielkie wymiary. Przeciętnie 1000 nasion waży 0,8 do 2 g [Artyszak 2006]. Tak mała średnica nasion, stanowi duże utrudnienie przy wyciskaniu z nich oleju najczęściej spotykanymi prasami ślimakowymi, dlatego do tej pory do tego celu wykorzystywane były prasy tłokowe o pracy okresowej. Jest to metoda tradycyjna, dość stara i pracochłonna, a technologia z wykorzystaniem bardzo zaawansowanych wiekowo maszyn kosztowna.

W wyniku realizacji w Przemysłowym Instytucie Maszyn Rolniczych w Poznaniu Projektu INICJATYWA EUREKA – E!4018 CAMELINA - BIOFUEL<sup>1</sup> zaprojektowano, wykonano i wstępnie przebadano zestaw maszyn przeznaczonych do efektywnego wyciążania oleju z lnianki siewnej (rys. 1.) [Frąckowiak i in. 2009, 2010 ]



*Źródło: opracowanie własne autorów*

Rys. 1. Zestaw urządzeń przeznaczonych do wyciążania oleju z nasion lnianki siewnej i innych oleistych roślin drobnonasiennych

Fig. 1. The set of devices intended to the optimum oil extraction from seed of *Camelina sativa* and other fine-grained oil plants

Praca zawiera wyniki badań wyciążania oleju z nasion lnianki siewnej dla różnych prędkości obrotowych wału ślimaka tłoczącego.

## Cel badań

Celem badań było określenie wpływu prędkości obrotowej ślimaka tłoczącego na parametry procesu wyciążania oleju z nasion lnianki siewnej.

<sup>1</sup> Międzynarodowy projekt pod nazwą „Rozwój technologii wytwarzania biopaliw z olejów roślinnych, tłuszczów zwierzęcych z wykorzystaniem olejów z lnianki siewnej, jako nowej cennej bazy surowcowej” realizowany w ramach INICJATYWA EUREKA – E! 4018 CAMELINA – BIOFUEL.

## Metodyka badań

Przeprowadzone badania opierały się na metodyce opracowanej i wykorzystywanej w czasie realizacji zadań wspomnianego projektu badawczego w ramach INICJATYWA EUREKA – E! 4018 CAMELINA – BIOFUEL [Frąckowiak i in. 2009,2010]. Jej zasadnicze punkty to:

a) identyfikacja i charakterystyka nasion poddawanych wytlaczaniu poprzez podanie ich rodzaju, gatunku i pomiar ich wilgotności;

Wilgotność nasion była oznaczana wg PN-EN ISO 665:2002.

b) wyznaczenie wydajności tłoczenia oleju przez prasę ślimakową;

Wydajność tłoczenia oleju z lniarki siewnej przez prasę ślimakową obliczano z masy uzyskanego oleju oczyszczonego, masy próbki nasion i rzeczywistej zawartości oleju w nasionach. Do obliczenia wydajności tłoczenia  $W$  stosowano następujący wzór (1) [Trańska i in 2010]:

$$W = \frac{m_{ol} \cdot 100 \cdot 100}{z_{ol} \cdot m_n} [\%] \quad (1)$$

gdzie:

- $m_{ol}$  – masa uzyskanego oleju [kg],
- $m_n$  – masa przerobionych nasion [kg],
- $z_{ol}$  – zawartość oleju w nasionach. [%].

Masę oleju  $m_{ol}$  oraz masę przerobionych nasion  $m_n$  określano ważąc na wadze WPT 150.3C odpowiednio nasiona przeznaczone do wytlaczania i uzyskany z nich olej. Zawartość oleju w nasionach została określona w Laboratorium Działu Kontroli Jakości Zakładów Tłuszczowych „Kruszwica” S.A. w Kruszwicy. Zawartość tłuszczu w badanych nasionach wynosiła  $z_{ol} = 33,92\%$ .

c) określanie przepustowości prasy ślimakowej;

Przepustowość prasy ślimakowej  $Q$  określano jako stosunek przerobionej masy nasion do czasu trwania procesu. Do obliczenia przepustowości  $Q$  stosowano następujący wzór (2) [Frąckowiak i in. 2009]:

$$Q = \frac{m_n}{t} [\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (2)$$

gdzie:

- $Q$  – przepustowość [ $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ],
- $m_n$  – masa przerobionych nasion [kg],
- $t$  – czas trwania procesu [h].

Masę przerobionych nasion  $m_n$  określano ważąc na wadze WPT 150.3C nasiona przeznaczone do wytlaczania. Czas trwania procesu mierzono sekundomierzem.

d) pomiary parametrów energetycznych pracy prasy ślimakowej;

Jednostkowe zużycie energii  $e_{jedn}$  określano jako stosunek zużytej w zrealizowanym procesie energii elektrycznej do przerobionej masy nasion. Do obliczenia jednostkowego zużycia energii  $e_{jedn}$  stosowano następujący wzór (3) [Frąckowiak i in. 2009]:

$$e_{jedn} = \frac{E_{cala}}{m_n} \text{ [kWh} \cdot \text{kg}^{-1}] \quad (3)$$

gdzie:

- $e_{jedn}$  – jednostkowe zużycie energii [kWh·kg<sup>-1</sup>],
- $E_{cala}$  – całkowite zużycie energii [kWh],
- $m_n$  – masa przerobionych nasion [kg],

Całkowite zużycie energii dla każdej próby odczytywano z trójfazowego licznika energii elektrycznej C52 3×220/380V 10/40A.

Nasiona przed tłoczeniem nie były poddawane żadnym zabiegom. Po zważeniu były wysypywane do kosza zasypowego przenośnika ślimakowego, który transportował je do kosza zasypowego prasy, skąd przez kanał zasypowy dostawały się do komory ślimakowej, gdzie następowało wytlaczanie oleju.

## Wyniki badań

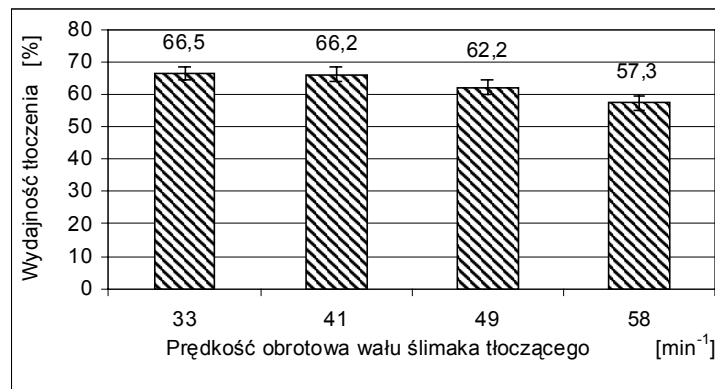
Badania prowadzono na nasionach lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.), odmiany jarej Borowska o zawartości wody rzędu 0,080–0,092 kg·kg<sub>SM</sub><sup>-1</sup> (8-9%).

Prędkość obrotową wału silnika regulowano przetwornicą częstotliwości „pDRIVE” MX BASIC 22/30 3x400 V, a jej wartość ustawiano i kontrolowano poprzez aplikację komputerową MatriX 2.0 sterującą pracą przetwornicy. Dla sprawdzenia poprawności wskazań dodatkowo prędkość obrotową wału silnika mierzono przy użyciu tachometru ręcznego, mechanicznego H6.

Badania prowadzono dla czterech prędkości obrotowych wału ślimaka tłoczącego: 33, 41, 49 i 58 min<sup>-1</sup>. Przy czym prędkość 41 min<sup>-1</sup> jest nominalną prędkością pracy wału ślimaka badanej prasy, wynikającą z parametrów silnika i przełożenia reduktora. Przyjęte wartości prędkości wynikają zarówno z podstawowego parametru regulacyjnego przetwornicy częstotliwości, czyli częstotliwości prądu zasilania jak i z wielkości przełożenia reduktora  $i = 36,34$ . Jako założenie przyjęto zmiany częstotliwości o 10 Hz dla kolejnych prób w odniesieniu do podstawowej częstotliwości prądu 50 Hz – niższe obroty wyznaczono dla częstotliwości 40 Hz, a wyższe dla częstotliwości 60 i 70 Hz.

Analizując wyniki badań, stwierdzono spadek wydajności tłoczenia oleju przez prasę ślimakową o 9,2% wraz ze wzrostem prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego (rys. 2).

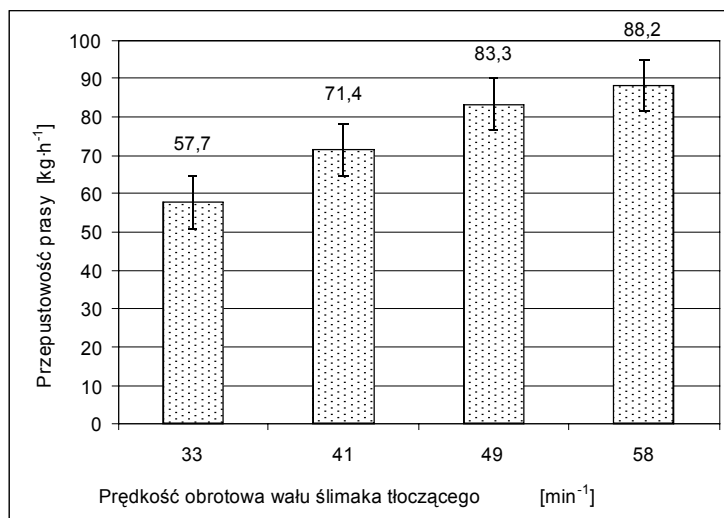
Najwyższą wydajność tłoczenia oleju przez prasę ślimakową podczas badań – 66,5% uzyskano dla prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego 33 min<sup>-1</sup>, a najniższą – 57,3% dla prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego 58 min<sup>-1</sup>. Na taką zmienność wydajności tłoczenia oleju przez prasę ślimakową wpłynęła fluktuacja przepustowości prasy. W przypadku tego parametru, zgodnie z oczekiwaniami, odnotowano jego wzrost wraz ze wzrostem prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego, co przedstawia wykres na rys. 3.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 2. Wydajność tłoczenia oleju z nasion lnianki siewnej dla różnych prędkości obrotowych wału ślimaka tłoczącego

Fig. 2. The capacity of the oil extraction from *Camelina sativa* seeds for different rotational speeds of the screw extruder shaft



Źródło: opracowanie własne

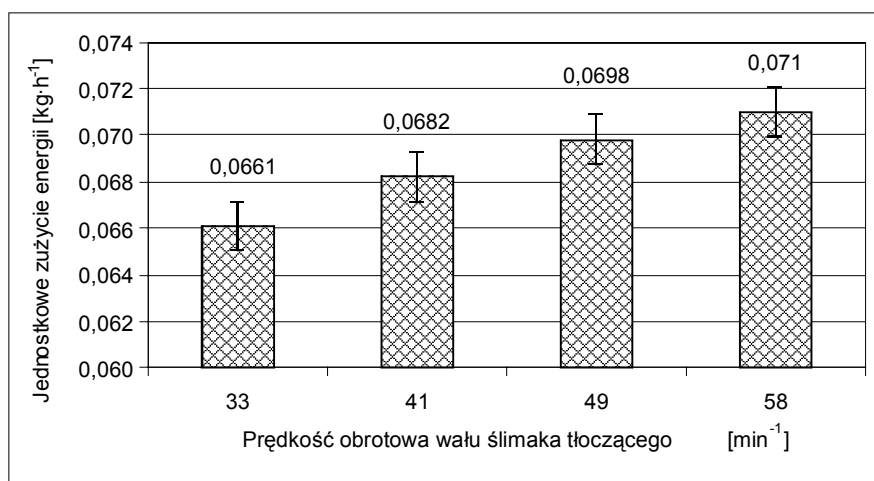
Rys. 3. Przepustowość prasy ślimakowej dla różnych prędkości obrotowych wału ślimaka tłoczącego w czasie wytłaczania oleju z nasion lnianki siewnej

Fig. 3. The capacity of the screw press for different rotational speeds of the screw extruder shaft at the time of extruding of the oil extraction from *Camelina sativa* seeds

Największą przepustowość prasy ślimakowej podczas badań wynoszącą  $88,2 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$  uzyskano dla prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego  $58 \text{ min}^{-1}$ , a najmniejszą -  $57,7 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$  dla prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego  $33 \text{ min}^{-1}$ . Różnica w przepustowości pomiędzy pracą przy najniższej i najwyższej prędkości obrotowej wyniosła więc  $30,5 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ , co stanowi wzrost o 34,6%. Zmiany te są wynikiem skrócenia wraz ze wzrostem prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego, czasu potrzebnego do przemieszczania nasion przez całą komorę tłoczenia, a więc czasu wytłaczania takiej samej porcji nasion.

Z kolei analizując uzyskane wyniki jednostkowego zużycia energii przez prasę ślimakową stwierdzono, że najwyższe jednostkowe zużycie energii prasy ślimakowej  $0,0710 \text{ kWh}\cdot\text{kg}^{-1}$  wystąpiło dla najwyższej prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego  $58 \text{ min}^{-1}$  (rys. 4).

Dla najniższej prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego  $33 \text{ min}^{-1}$  jednostkowe zużycie energii było o 6,9% niższe i wyniosło  $0,0661 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ .



Źródło: opracowanie własne

Rys. 4. Jednostkowe zużycie energii przez prasę ślimakową dla różnych prędkości obrotowych wału ślimaka tłoczącego w czasie wytłaczania oleju z nasion lnianki siewnej

Fig. 4. The unitary consumption of energy for different rotational speeds of the screw, extruder shaft at the time of oil extraction from *Camelina sativa* seeds

Podobnie jak w przypadku przepustowości prasy ślimakowej ze wzrostem prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego, następował wzrost jednostkowego zużycia energii pobieranej przez prasę ślimakową. Różnice w wielkości jednostkowego zużycia energii należy tłumaczyć wzrostami oporów roboczych powstających na skutek wzrostu prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego.

Uzyskane w czasie badań wyniki poddano obróbce statystycznej wykorzystując program Experiment Planner 1.1. Sprawdzono istotność wpływu prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego na:

- wydajność tłoczenia oleju,
- przepustowość prasy ślimakowej
- jednostkowe zużycie energii.

Przeprowadzona analiza wariancji, przy wykorzystaniu testu F, pokazała, że na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , potwierdzono istotność wpływu prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego na obydwa sprawdzane parametry.

## Podsumowanie i wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań nad wytlaczaniem oleju z nasion lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.) przy różnych prędkościach obrotowych wału ślimaka tłoczącego, upoważniają do wyciągnięcia następujących stwierdzeń i wniosków:

1. Analizując wyniki badań wytlaczania oleju z lnianki siewnej można stwierdzić, że ze wzrostem prędkości obrotowej wału spada wydajność tłoczenia, a rośnie przepustowość i jednostkowe zużycie energii.
2. Zwiększanie prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego powodowało spadek wydajności tłoczenia o 9,2% pomiędzy najmniejszą - 33 min<sup>-1</sup>, a największą - 58 min<sup>-1</sup> prędkością wału ślimaka tłoczącego.
3. W czasie wytlaczania oleju z nasion lnianki siewnej z różnymi prędkościami wału ślimaka tłoczącego następował wzrost przepustowości wraz ze wzrostem prędkości obrotowej, który wyniósł 34,6%.
4. Wraz ze wzrostem prędkości obrotowej wału ślimaka tłoczącego rosło także jednostkowe zużycie energii przez prasę. Wzrost ten wyniósł 6,9%.
5. Wpływ zmiennych prędkości obrotowych wału ślimaka tłoczącego na wydajność tłoczenia oleju, przepustowość prasy ślimakowej oraz na jednostkowe zużycie energii był istotny statystycznie.

## Bibliografia

- Artyszak A.** 2006. Zastępca rzepaku. Farmer nr 23. ss. 22-23. ISSN 1425-8102.
- Frąckowiak P., Adamczyk F., Spychała W., Wojtkowiak R.** 2010. Analiza możliwości wytlaczania oleju z lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.) prasą ślimakową. „Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering”. Vol. 55(3) ss.71-74. ISSN 1642-686X
- Frąckowiak P., Adamczyk F.** Program i metodyka badań prototypu prasy do tłoczenia nasion lnianki. PIMR-Poznań 2009, Nr 57/BG/2009. Praca niepublikowana.
- Trańska M., Czaplicki S., Bojarska J., Ogrodowska D.** 2010. Technologia żywności – technologia produktów roślinnych. Przewodnik do zajęć laboratoryjnych. UWM w Olsztynie. Dostępny w internecie: [www.uwm.edu.pl/kpichsr/ftp/TPR.pdf](http://www.uwm.edu.pl/kpichsr/ftp/TPR.pdf)
- PN-EN ISO 665:2002. Nasiona oleiste. Oznaczanie wilgotności i zawartości substancji lotnych.

## **THE INFLUENCE OF THE ROTATIONAL SPEED OF THE SCREW SHAFT ON THE PARAMETERS OF THE OIL EXTRACTION PROCESS FROM CAMELINA SATIVA SEED**

**Abstract.** Camelina sativa is a fine-grained oil plant. The small diameter of the seeds, is a big problem for oil extraction by screw presses which are most often used. To solve this problem, the Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznań in co-operation with the Poznań University of Life Sciences, worked out a new construction of devices designed for the oil extraction from Camelina seeds and other fine-grained oil plants. This paper contains findings of the influence of the different rotational speeds of the screw shaft on the basic parameters of the oil extraction process from the seed of Camelina sativa.

**Key words:** screw press, rotational speed, efficiency of oil extraction, screw press capacity

**Adres do korespondencji:**

Florian Adamczyk; e-mail: adamczyk@pimr.poznan.pl  
Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych  
ul. Starolecka 31  
60-963 Poznań