

**Wojciech Spychała**

Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu

Adres do korespondencji: spychala@pimr.poznan.pl

## **Wpływ parametrów wytłaczania prototypowej prasy ślimakowej na temperaturę oleju uzyskiwanego z lnianki siewnej**

### **Influence of extrusion parameters of oil expeller prototype on the oil temperature obtained from seeds of *Camelina sativa* L.**

Słowa kluczowe: *Camelina sativa* L., lnianka, lnicznik, rydzyk, prasa ślimakowa, parametry procesu, temperatura oleju

#### **Streszczenie**

Lnianka siewna (*Camelina sativa* L.) jest rośliną oleistą o drobnych nasionach. Zawartość tłuszczu w jej nasionach nie jest tak wysoka jak w innych roślinach oleistych uprawianych w Polsce, ale dochodzi do 28–41%, co przy możliwości uprawy na ziemiach najgorszej klasy, w połączeniu ze znikomymi zabiegami agrotechnicznymi, stanowi alternatywę dla roślin oleistych. Jednym z istotniejszych czynników ograniczających powszechne stosowanie oleju z nasion lnianki są ich stosunkowo niewielkie wymiary. Mała średnica nasion stanowi duże utrudnienie przy wytłaczaniu z nich oleju najczęściej spotykanymi prasami ślimakowymi. W celu rozwiązania tego problemu 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 drobnoziarnistych. Przedstawiono wyniki badań wytłaczania oleju z całych i zgniecionych nasion lnianki siewnej na temperaturę uzyskiwanego oleju.

Key words: *Camelina sativa* L., false flax, screw press, process parameters, oil temperature

#### **Abstract**

*Camelina sativa* is an oil plant with fine seeds. Even though the fat content is not as high as in other oil plants cultivated in Poland, since it reaches 28–41%, it is an alternative to other oilseeds taking into account the possibility of its cultivation on low quality soils and the necessity of only marginal agricultural treatments. One of the most important factors limiting the common use of oil from *Camelina sativa* seeds is their relatively small size. The small diameter of seeds, is a big problem for the extrusion of oil by most often used screw press oil expellers. To solve this problem the Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznań in co-operation with the University of Life Sciences in Poznań, worked out a new construction of the device designed for extruding oil from *Camelina sativa* seeds and other oil plants producing fine seeds. This paper presents the results of comparative tests of oil extruding from whole and crushed seeds of *Camelina sativa* L.

## Wstęp

---

Lnianka siewna (lnicznik, rydzyk) jest gatunkiem jednorocznym, w którym można wyróżnić zarówno formy jare, jak i ozime. W polskich warunkach plon nasion lnianki ozimej wynosi 1700–2200 kg nasion z ha, natomiast plon lnianki jarej kształtuje się na poziomie 900–1500 kg z ha. Zawartość tłuszczu nie jest tak wysoka jak w innych roślinach oleistych uprawianych w Polsce, ale dochodzi do 28–41%, 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 uprawę alternatywną w odniesieniu do innych roślin oleistych. Jednym z istotniejszych czynników ograniczających powszechne stosowanie nasion lnianki do produkcji oleju są ich stosunkowo niewielkie wymiary. Przeciętnie 1000 nasion waży 0,8 do 2 g (Artyszak 2006). Tak mała średnica nasion stanowi duże utrudnienie przy wytlaczaniu 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 wytlaczania oleju z lnianki siewnej (rys. 1) (Frąckowiak i in. 2009, 2010).

W opracowanej konstrukcji prasy zastosowano zespół tłoczący złożony z wykonanego z 4 części, zwięzającego się (o zmiennym przekroju) ślimaka dwuzwojowego, umieszczonego w obudowie wykonanej z 40 segmentów, pomiędzy którymi znajdują się regulowane szczeliny umożliwiające zwiększenie wydajności procesu wytlaczania oleju z drobnych nasion lnicznika (wyciskany olej wypływa z prasy nie tylko w końcowej części urządzenia, a przede wszystkim poprzez regulowane szczeliny między segmentami obudowy).

## Cel badań

---

Celem badań było określenie wpływu prędkości obrotowej ślimaka tłoczącego prasy ślimakowej na temperaturę uzyskiwanego oleju z lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.).

---

<sup>1</sup> Międzynarodowy projekt pod nazwą „Rozwój technologii wytwarzania biopaliw z olejów roślinnych, tłuszczów zwierzęcych z wykorzystaniem olejów z lnicznika siewnego, 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) pn. „Rozwój technologii wytwarzania biopaliw z olejów roślinnych, tłuszczów zwierzęcych z wykorzystaniem olejów z lnicznika siewnego, jako nowej bazy surowcowej” etapu pn. „Prace projektowe prasy do tłoczenia nasion lnicznika”. Opracowano konstrukcję zestawu maszyn przeznaczonych do optymalnego wytłaczania oleju z nasion lnianki. Jednym z badanych parametrów był pomiar temperatury uzyskiwanego oleju.



Rys. 1. Zestaw urządzeń przeznaczonych do wytłaczania oleju z nasion lnianki siewnej i innych oleistych roślin drobnonasiennych — *The set of devices intended to oil pressing from seeds of *Camelina sativa* and other small-seed oil plants*

Zestaw maszyn, na którym prowadzono badania przeznaczony jest do ciągłego tłoczenia metodą „na zimno” oleju z nasion roślin oleistych, zwłaszcza takich

jak nasiona lnicznika. W skład zestawu wchodził gniotownik nasion oraz prasa ślimakowa. 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 napędowego regulowano przetwornicą częstotliwości „pDRIVE” MX BASIC 22/30 3 × 400 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>. Prędkość 41 obrotów·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.

Do rozgniatacia nasion wykorzystano gniotownik walcowy (rys. 1) o rozstawie walców 0,2 mm, będący opcjonalną częścią zestawu maszyn do tłoczenia oleju.

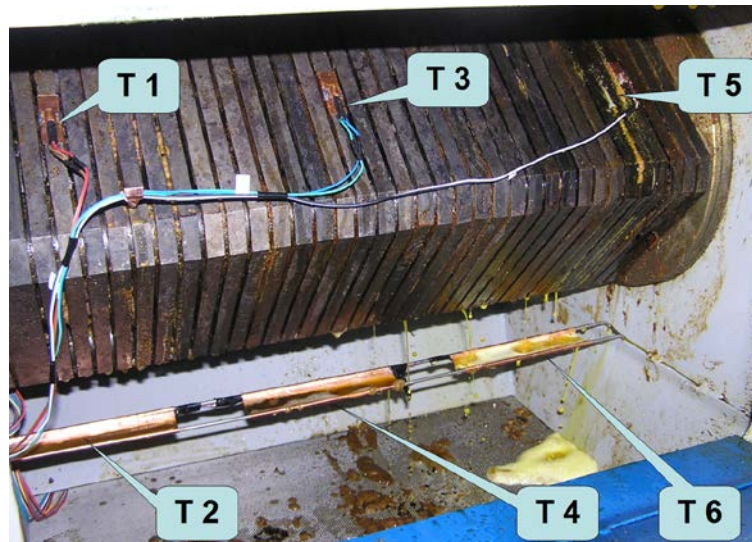
Pomiarów temperatury tłoczonego oleju dokonywano przy użyciu 8-kanalowego systemu pomiaru temperatury AVT570 o następujących parametrach:

- zakres pomiaru temperatury: -55 ÷ +125°C,
- rozdzielczość – 0,1°C,
- liczba czujników – 8 (precyzyjny czujnik temperatury z magistralą 1-Wire),
- połączenie z komputerem – port USB,
- zasilanie – z USB.

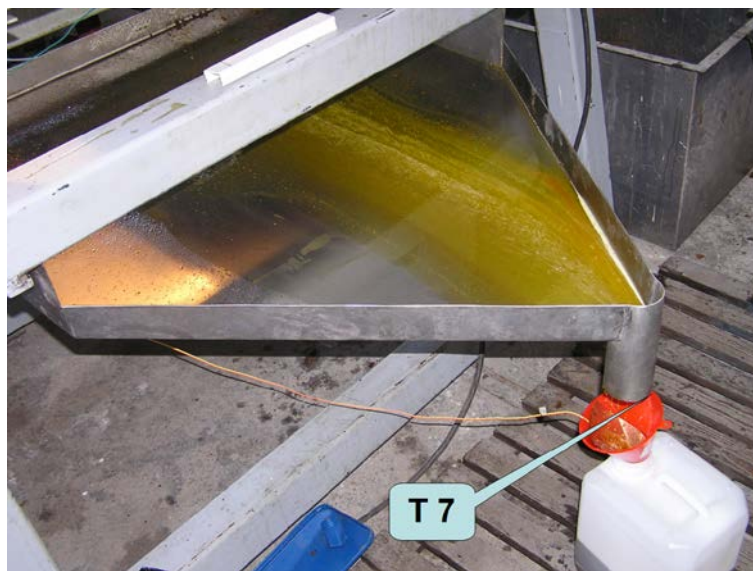
Mierzono temperaturę w ośmiu punktach pomiarowych prasy ślimakowej. Trzy punkty pomiarowe (T1, T3, T5) umieszczono na korpusie obudowy ślimaka tłoczącego (rys. 2). Za ich pomocą dokonywano pomiaru temperatury w przedniej, środkowej oraz tylnej części obudowy ślimaka tłoczącego. Punkty (T2, T4, T6) umieszczono na rynienkach pomiarowych znajdujących się 30 mm pod obudową ślimaka tłoczącego (rys. 2). Za ich pomocą mierzono temperaturę wypływającego oleju z przedniej, środkowej oraz tylnej części obudowy ślimaka tłoczącego.

Dodatkowo umieszczono czujnik T7 na odpływie z rynny odbiorczej (rys. 3). Temperatura zmierzona przy spływie z rynny odbiorczej do zbiornika pozwalała określić szybkość wychładzania się oleju. Czujnik T8 umieszczono na korpusie prasy przy dławicy w miejscu wylotu makuchów (rys. 4).

Do analizy wyników pomiarów temperatury wybrano trzy charakterystyczne punkty T5, T6, T7. Wybrane czujniki pozwalały zmierzyć maksymalne temperatury występujące w trakcie procesu wytlączania oleju z lnianki siewnej oraz różnice temperatury od momentu wytłoczenia oleju do przelania do zbiornika.



Rys. 2. Lokalizacja czujników temperatury T1, T3, T5 na segmentach obudowy ślimaka oraz czujników T2, T4, T6 na rynienkach pomiarowych — *Location of temperature sensors T1, T3, T5, on press screw body segments, and location of temperature sensors T2, T4, T6 on measuring troughs*



Rys. 3. Lokalizacja czujnika temperatury T7 na odpływie z rynny odbiorczej — *Location of temperature sensor T7 on the outflow of the receiving gutter*



Rys. 4. Lokalizacja czujnika temperatury T8 na korpusie lawicy — *T8 sensor location on the body of device*

## Wyniki badań i dyskusja

Analizę wyników wykonano na podstawie wybranych trzech charakterystycznych punktów T5, T6, T7. W punktach T5, T6 występowała najwyższa temperatura podczas procesu łoczenia, a w punkcie T7 mierzono temperaturę oleju w trakcie zlewania do pojemnika. Szczegółowy wykaz zmierzonych maksymalnych temperatur dla wszystkich czujników umieszczono w tabelach 1 i 2.

Wyniki pomiarów temperatury łoczonego oleju dla caych nasion przy roznych prędkościami obrotowych wału ślimaka łoczącego przedstawiały się następująco:

- najwyższą maksymalną temperaturę na obudowie ślimaka łoczącego ( $T5 = 102,5^{\circ}\text{C}$ ), w rynience pomiarowej ( $T6 = 93,5^{\circ}\text{C}$ ) oraz przy spływie z rynny odbiorczej do zbiornika ( $T7 = 51,7^{\circ}\text{C}$ ) uzyskano podczas wytłaczania oleju z prędkością  $58 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$  (tab. 1).

Tabela 1

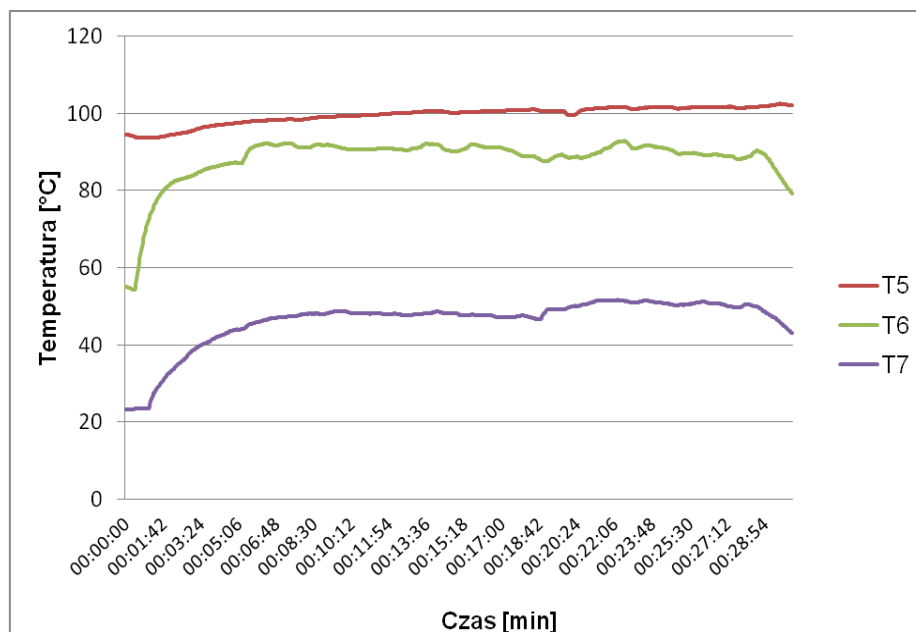
Rozkład maksymalnych temperatur w prasie ślimakowej tłoczącej całe nasiona — *The distribution of maximum temperatures in the expeller during oil extrusion from uncrushed seeds*

Część prasy / punkt pomiaru <i>Part of expeller / measurement point</i>	Liczba obrotów prasy ślimakowej <i>Rotational speed of expeller</i>		
	33/min	49/min	58/min
Segmenty obudowy ślimaka tłoczącego — <i>Expeller body segments</i>			
T1	77,9	90,7	91,8
T3	78,2	87,3	87,4
T5	94,1	98,2	102,5
Rynienki pomiarowe – temperatura oleju — <i>Measuring troughs – collected oil temperature</i>			
T2	52,2	48,1	50,3
T4	71,3	66,3	72,7
T6	84,6	87,2	93,5
Odpływ rynny zbiorczej – temperatura oleju — <i>Outflow from receiver trough – oil temperature</i>			
T7	45,7	47,3	51,7
Korpus dławicy — <i>The choking body</i>			
T8	74,2	74,3	77,1
Maksymalna temperatura <i>Maximum temperature</i>	94,1	98,2	102,5

Tabela 2

Rozkład maksymalnych temperatur w prasie ślimakowej tłoczącej nasiona zgniecione  
*The distribution of maximum temperatures in the expeller during oil extrusion from crushed seeds*

Część prasy / punkt pomiaru <i>Part of expeller / measurement point</i>	Liczba obrotów prasy ślimakowej <i>Rotational speed of screw press</i>		
	33/min	49/min	58/min
Segmenty obudowy ślimaka tłoczącego — <i>Expeller body segments</i>			
T1	62,5	59,6	34,2
T3	55,4	56,4	47,3
T5	73,2	78,3	72,6
Rynienki pomiarowe – temperatura oleju — <i>Measuring troughs – collected oil temperature</i>			
T2	48,3	45,1	31,5
T4	52,6	53,1	46,1
T6	62,5	64,7	55,1
Odpływ rynny zbiorczej – temperatura oleju — <i>Outflow from receiver trough – oil temperature</i>			
T7	34,5	37,2	36,1
Korpus dławicy — <i>The choking body</i>			
T8	62,5	64,4	57,8
Maksymalna temperatura <i>Maximum temperature</i>	73,2	78,3	72,6



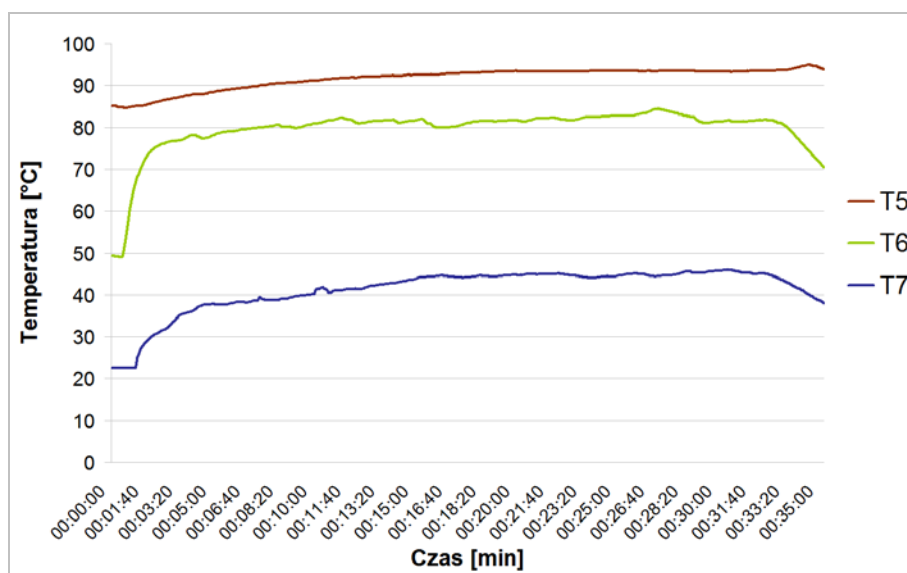
Rys. 5. Przebieg temperatur w trakcie wyłaczania oleju z całych nasion z prędkością 58  $\text{obrotów} \cdot \text{min}^{-1}$  — *Temperature curves during extrusion of oil from whole seeds at a rotational speed of 58  $\text{min}^{-1}$*

- najniższą maksymalną temperaturę obudowy ślimaka tłoczącego ( $T5 = 94,1^{\circ}\text{C}$ ), w rynience pomiarowej ( $T6 = 84,6^{\circ}\text{C}$ ) oraz przy spływie z rynny odbiorczej do zbiornika ( $T7 = 45,7^{\circ}\text{C}$ ) uzyskano podczas wyłaczania oleju z prędkością 33  $\text{obrotów} \cdot \text{min}^{-1}$  (tab. 1).

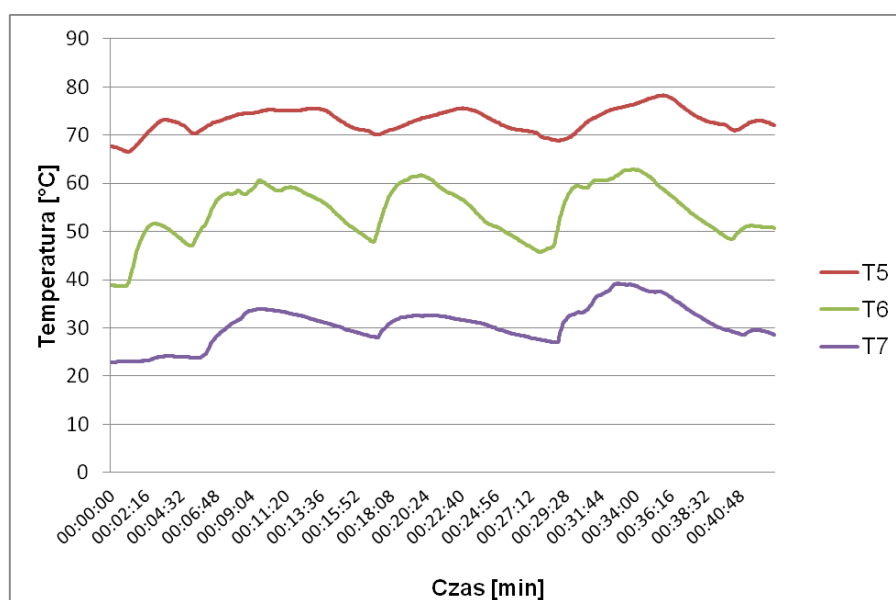
Wyniki pomiarów temperatury elementów prasy i tłoczonego oleju dla zgniecionych nasion przy różnych prędkościach obrotowych wału ślimaka tłoczącego przedstawiały się następująco:

- najwyższą maksymalną temperaturę obudowy ślimaka tłoczącego ( $T5 = 78,3^{\circ}\text{C}$ ), w rynience pomiarowej ( $T6 = 64,7^{\circ}\text{C}$ ) uzyskano podczas wyłaczania oleju z prędkością 49  $\text{obrotów} \cdot \text{min}^{-1}$  (tab. 2).
- najniższą maksymalną temperaturę obudowy ślimaka tłoczącego ( $T5 = 72,6^{\circ}\text{C}$ ) oraz w rynience pomiarowej ( $T6 = 55,1^{\circ}\text{C}$ ) oraz przy spływie z rynny odbiorczej do zbiornika ( $T7 = 36,1^{\circ}\text{C}$ ) uzyskano podczas wyłaczania oleju z prędkością 58  $\text{obrotów} \cdot \text{min}^{-1}$  (tab. 2).

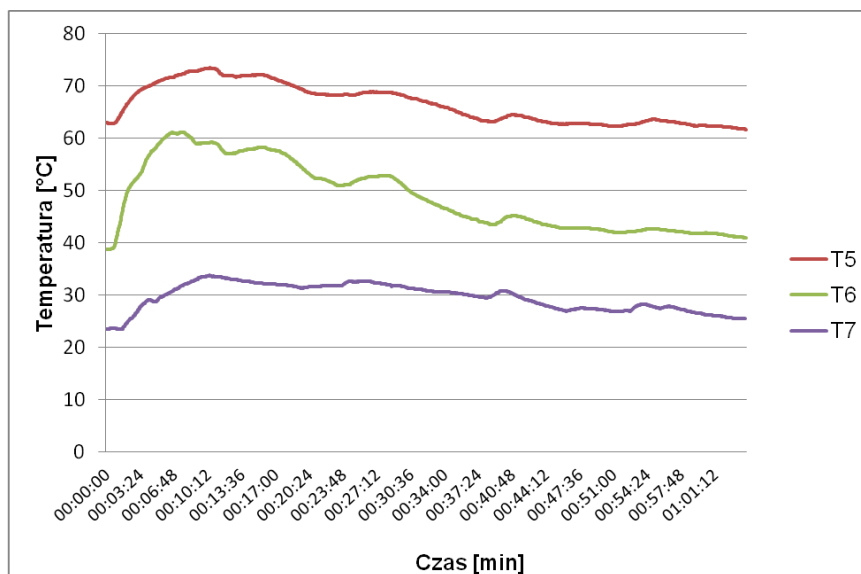




Rys. 6. Przebieg temperatur w trakcie wytłaczania oleju z całych nasion z prędkością 33 obrotów·min<sup>-1</sup> — *Temperature curves during extrusion of oil from whole seeds at rotational speed of 33 min<sup>-1</sup>*



Rys. 7. Przebieg temperatur w trakcie wytłaczania oleju ze zgniecionych nasion z prędkością 49 obrotów·min<sup>-1</sup> — *Temperature curves during extrusion of oil from the crushed seeds at the rotational speed of 49 min<sup>-1</sup>*



Rys. 8. Przebieg temperatur w trakcie wyłaczania oleju ze zgniecionych nasion z prędkością  $33 \text{ obrótów} \cdot \text{min}^{-1}$  — *Temperature curves during extrusion of oil from the crushed seeds at the rotational speed of  $33 \text{ min}^{-1}$*

Przygotowanie nasion poprzez ich zgniecenie wpływało w istotny sposób na korzystne obniżenie temperatury tłoczonego oleju. Można to wytłumaczyć tym, że przez zgniatanie zmniejsza się współczynnik tarcia zewnętrznego nasion, co przekłada się na niższe ciśnienie tłoczenia i powoduje obniżenie temperatury tłoczonego oleju. W procesie wyłaczania oleju z całych nasion, średnie temperatury mierzone przez poszczególne czujniki wzrastały wraz ze wzrostem prędkości obrotowej ślimaka tłoczącego. Najniższy zmierzony przyrost temperatury oleju między poszczególnymi prędkościami wyniósł  $0,1^\circ\text{C}$ , a największy  $9,1^\circ\text{C}$  (tab. 1). W trakcie wyłaczania oleju ze zgniecionych nasion średnie wielkości temperatury mierzone przez część czujników wzrastały wraz ze wzrostem prędkości obrotowej ślimaka tłoczącego, a wielkości mierzone przez pozostałe czujniki malały. Niższe opory tłoczenia zgniecionych nasion wraz ze zwiększonym przepływem masy przez prasę powodowały obniżanie się wielkości średnich temperatur dla niektórych czujników wraz ze wzrostem prędkości (tab. 2).

## Podsumowanie i wnioski

---

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

1. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ prędkości obrotowej ślimaka tłoczącego oraz sposobu przygotowania nasion na parametry procesu wycłaczenia oleju z nasion *Camelina sativa*.
2. Średnie temperatury oleju z nasion całych i zgniecionych mierzone pod obudową ślimaka tłoczącego dla prędkości wału ślimaka tłoczącego 33, 49 i 58 obrotów·min<sup>-1</sup> różniły się znacząco. Dla podanych parametrów średnie temperatury oleju wycłacanego ze zgniecionych nasion były niższe o odpowiednio 18,8°C, 25,9°C i 30,7°C od temperatur zmierzonych podczas wycłaczenia oleju z całych nasion.
3. Wyższe temperatury uzyskiwane podczas wycłaczenia oleju z całych nasion są spowodowane większymi oporami roboczymi występującymi w czasie obróbki całych nasion.
4. Maksymalna temperatura oleju, jaką uzyskano w doświadczeniu podczas tłoczenia w prasie ślimakowej wyniosła 93,5°C przy wycłacaniu oleju z całych nasion, przy prędkości ślimaka tłoczącego 58 obrotów·min<sup>-1</sup>.

## Literatura

---

- Artyszak A. 2006. Zastępca rzepaku. *Farmer*, 23: 22-23.
- Frąckowiak P., Adamczyk F., Sychała W., Wojtkowiak R. 2010. Analiza możliwości wycłaczenia oleju z lnianki siewnej (*Camelina sativa* L.) prasą ślimakową. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 55 (3): 71-74.
- Frąckowiak P., Adamczyk F. 2009. Program i metodyka badań prototypu prasy do tłoczenia nasion lnicznika. PIMR – Poznań, 57/BG. Praca niepublikowana.
- PN-EN ISO 665:2004. Nasiona oleiste. Oznaczanie wilgotności i zawartości substancji lotnych.
- Tańska M., Czaplicki S., Bojarska J., Ogródowska 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).