

Elżbieta SIWIEC*, Ewa PAWELEC*

OCENA PRZYDATNOŚCI WYBRANYCH SUROWCÓW PORAFINACYJNYCH OLEJU RZEPAKOWEGO DO WYTWARZANIA BIODODATKÓW METODAMI BIOCHEMICZNYMI

EVALUATION OF THE USEFULNESS OF SOME POST REFORMING WASTE OF RAPESEED OIL TO OBTAIN BIOADDITIVES BY BIOCHEMICAL METHODS

Słowa kluczowe:

dodatki tribologiczne, odpady porafinacyjne, metody biochemiczne, rozpuszczalność, właściwości smarne, graniczne obciążenie zużycia

Key words:

tribological additives, post-refining waste, biochemical methods, solubility, lubricity, limiting load of wear

Streszczenie:

Dokonano oceny przydatności produktów porafinacyjnych oleju rzepakowego i biochemicznych metod ich przetwarzania do otrzymania ekologicznych dodatków smarnych. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

* Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Pułaskiego 6/10, 26-600 Radom, Polska.

- w syntetycznym oleju estrowym PRIOLUBE żaden z otrzymanych produktów nie wykazywał wystarczającej efektywności smarnej,
- w szlamach pohydratacyjnych z powodu dużej zawartości wody (sprzyja rozwojowi mikroorganizmów) następowało skażenie mikrobiologiczne nawet podczas przechowywania w warunkach chłodniczych,
- produkty otrzymane metodami biochemicznymi z tłuszczu kanałowego nie wykazywały wystarczającej efektywności smarnej,
- produkty otrzymane w wyniku oddziaływania na surowce porafinacyjne oleju rzepakowego szczepami pleśni *Mucor racemosus TB75231W* nie wykazywały wystarczającej efektywności smarnej.

WPROWADZENIE

Podstawowymi składnikami środków smarowych są: olej bazowy i dodatki uszlachetniające [L. 1–4]. Ze względu na zawartość 75–99% oleju bazowego w materiałach smarowych to on głównie decyduje o biodegradowalności środka smarowego. Pozostała część to dodatki uszlachetniające, często zawierające szkodliwe dla środowiska pochodne chloru, fosforu i metali ciężkich, dlatego w celu poprawy walorów ekologicznych olejów smarowych dąży się do minimalizacji ich zawartości w kompozycji smarowej, a także poszukuje się nowych, bezpopiołowych, nietoksycznych i biorozkładalnych substancji mogących zastąpić dotychczas stosowane dodatki uszlachetniające.

Od dodatków nowej generacji wymaga się, aby poprawiały podstawowe właściwości oleju bazowego, nie zwiększając emisji zanieczyszczeń do środowiska. Ponadto wymaga się, aby nie zawierały one składników niepożądanych dla środka smarowego (np. związków siarki, chloru). Kryteriom takim odpowiadają związki zawierające aktywne grupy funkcyjne: estrową, hydroksylową, karboksylową i in. Najczęściej są to estry wyższych kwasów karboksylowych (często z alkoholami wielowodorotlenowymi) lub kwasy hydroksykarboksylowe. Potencjalnymi dodatkami tego typu, zbudowanymi wyłącznie ze składników przyjaznych ekologicznie (węgiel, tlen, wodór), mogą być produkty pozyskane z surowców porafinacyjnych olejów roślinnych. Oleje roślinne, obok triglicerydów, zawierają ok. 3% innych składników (m.in. fosfolipidy, witaminy, wolne kwasy tłuszczowe, sterole, tokoferole, węglowodory), które pomimo niewielkiej ilości decydują o jego barwie, smaku i zapachu. Powoduje to, że są oddzielane od olejów w kolejnych, następujących po sobie operacjach: hydratacji (usuwane fosfatydy i substancje śluzowate), odkwaszania (usuwane wolne kwasy tłuszczowe), odbarwiania (usuwane barwniki: karoteny, chlorofile, sterole) oraz dezodoryzacji (usuwane ketony, aldehydy). Obecność tych substancji wskazuje, że odpad może stanowić źródło wielu cennych surowców. Wyizolowanie tych substancji z odpadów stwarza możliwość zastąpienia nimi klasycznych dodatków uszlachetniających w ekologicznych środkach smarowych. Za-

stosowanie do ich otrzymania metod biochemicznych, które w porównaniu z metodami chemicznymi charakteryzują się wieloma zaletami, w tym m.in. prowadzeniem procesu w warunkach energooszczędnych (temp. 30÷40°C), wysoką efektywnością reakcji (reakcje przebiegają 10^8 – 10^{15} razy szybciej, reakcje mogą przebiegać w wodzie i w rozpuszczalnikach organicznych) oraz czystością ekologiczną procesu (brak produktów ubocznych dodatkowo zwiększa walor ekologiczny biododatków) [L. 10–11].

Celem pracy była ocena przydatności surowców porafinacyjnych oleju rzepakowego oraz metod biotechnologicznych do wytwarzania ekologicznych dodatków smarnych do biodegradowalnych olejów bazowych.

OBIEKTY I METODY BADAŃ

Do otrzymania substancji triboaktywnych wykorzystano: szlamy pohydratacyjna, techniczne kwasy tłuszczowe oraz tłuszcz kanałowy. Surowce porafinacyjne oleju rzepakowego otrzymano z Zakładów Tłuszczowych „Kruszwica”, Zakład Produkcyjny w Brzegu. Podstawowe właściwości fizykochemiczne odpadów porafinacyjnych przedstawiono w **Tab. 1**.

Tabela 1. Podstawowe właściwości fizykochemiczne odpadów porafinacyjnych

Table 1. Basic physicochemical properties of post-refining waste

Właściwości fizykochemiczne	Szlamy pohydratacyjne	Kwasy tłuszczowe	Tłuszcz kanałowy
Współczynnik załamania światła	1,48480	1,47272	1,474760
Liczba kwasowa [mg KOH/g oleju]	66,9	90,6	39,4
Liczba jodowa [mg KJ/g oleju]	120	112	129

Surowce te poddano procesom biochemicznym i chemicznym. Otrzymano ponad 60 produktów w wyniku:

- biokonwersji tłuszczów odpadowych przez szczepy: *Mucor circinelloides* TB80300A i *Mucor racemosus* TB75231W w hodowli mikrobiologicznej (wyizolowane z grzybni lipidy różniące się składem od wyjściowych odpadów) (15),
- reakcji chemoenzymatycznych – enzymatycznej trans/estryfikacji wyższych kwasów tłuszczowych zawartych w odpadach po produkcji oleju rzepakowego, w obecności biokatalizatora – lipazy *Mucor circinelloides* TB80300A i *Mucor racemosus* TB75231W różnymi alkoholami (42),
- ozonowania (10),
- sterylizacji (2),
- reakcji Dielsa-Aldera (4).

Do sporządzenia kompozycji smarowych zastosowano oleje syntetyczne o wysokiej biodegradowalności ($\geq 70\%$):

- olej estrowy (PRIOLUBE 3970) – prod. Rafineria Gdańska, Gdańsk,
- olej węglowodorowy (PAO4) – prod. Orlen Oil, Trzebinia.

Właściwości fizykochemiczne zastosowanych olejów bazowych przedstawiono w **Tab. 2**.

Tabela 2. Wybrane właściwości fizykochemiczne olejów bazowych

Table 2. Selected physicochemical properties of base oils

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE	PRIOLUBE 3970	PAO 4
Lepkość 40 ⁰ C [mm ² /s]	19,6	17.3
Lepkość 100 ⁰ C [mm ² /s]	4,3	3.7
Wskaźnik lepkości	136	105
Liczba kwasowa [mg KOH/g oleju]	0,07	0,01
Liczba jodowa [mg J/g oleju]	0,5	0
Temp. krzepnięcia [⁰ C]	-49	-66
Czas utleniania [h]	245	156

Sporządzono 5-procentowe kompozycje smarowe na bazie wytypowanych olejów bazowych (PAO4, PRIOLUBE 3970) i produktów otrzymanych metodami biochemicznymi z surowców porafinacyjnych oleju rzepakowego. Kompozycje smarowe przygotowano w warunkach laboratoryjnych poprzez wprowadzenie do oleju bazowego odpowiedniej naważki dodatku (5% wag). Po dokładnym wymieszaniu dodatków z olejem bazowym z użyciem mieszadła elektromagnetycznego w temp. ok. 50⁰C przechowywano je przez 48 godz. w temp. pokojowej.

Przydatność otrzymanych produktów jako dodatków smarnych oceniano na podstawie testów tribologicznych. Testy przeprowadzono za pomocą aparatu T-02 zgodnie z metodyką zawartą w normach: PN-76/C-04147 oraz WTWT-04/MPS-025, przy następujących parametrach: obciążenie – 40 kG (392 N), czas biegu – 3600 s, prędkość obrotowa – 500 obr./min. Wartość $G_{oz\ 40}$ jest funkcją zadanego obciążenia i średniej średnicy śladu tarcia (d) i jest obliczana z zależności:

$$G_{oz(40)} = 0,52 \frac{392}{d^2} \quad [\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}];$$

WYNIKI BADAŃ

Warunkiem determinującym zastosowanie otrzymanych produktów jako dodatków uszlachetniających była ich rozpuszczalność w wybranych olejach bazowych. Rozpuszczalność produktów otrzymanych metodami biochemicznymi i chemicznymi z odpadów pochodzących z rafinacji oleju rzepakowego w wytypowanych olejach bazowych oceniano wg kryterium przedstawionego w **Tab. 3**.

Tabela 3. Kryteria oceny rozpuszczalności produktów biochemicznej konwersji
Table 3. Criteria for assessing the solubility of the products of biochemical conversion

Rozpuszczalność	Ocena*
Klarowny, przezroczysty	3
Mętny, bez śladu osadu	2
Nierozpuszczalny	1

W **Tab. 4** przedstawiono wyniki badań rozpuszczalności produktów w wytypowanych olejach bazowych (oraz ich oznaczenia, którymi posługiwano przy opisie uzyskanych wyników badań), z uwzględnieniem biochemicznych metod ich otrzymania z surowców parafinacyjnych oleju rzepakowego.

Tabela 4. Rozpuszczalność produktów w olejach bazowych
Table 4. The dissolubility of products in base oils

Oznaczenie	Rodzaj modyfikacji	Rodzaj odpadu	Ocena rozpuszczalności	
			PAO4	PRIOLUBE
TKT_MC1	Hodowla <i>Mucor circinelloides TB80300A</i> – kolby na wytrząsarce	TKT 1,35%	1	1
TKT_MC2		TKT 2,7%	1	1
TKT_MC3		TKT 6,7%	1	1
L_MC1		L 1,35%	2	1
L_MC2		L 2,7%	2	1
L_MC3		L 6,7%	2	2
TK_MC1		TK 1,35%	1	1
TK_MC2		TK 2,7%	1	1
TK_MC3		TK 6,7%	2	2
TKT_MR1	Hodowla <i>Mucor racemosus TB75231W</i> – kolby na wytrząsarce	TKT 1,35%	1	1
TKT_MR2		TKT 2,7%	1	1
TKT_MR3		TKT 6,7%	1	1
TK_MR1		TK 1,35%	1	1
TK_MR2		TK 2,7%	1	1
TK_MR3		TK 6,7%	1	1

Oznaczenie	Rodzaj modyfikacji	Rodzaj odpadu	Ocena rozpuszczalności	
			PAO4	PRIOLUBE
modyfikacje enzymatyczne alkoholami w obecności lipazy <i>Mucor circinelloides TB80300A</i>				
TKT_EMC1	alkohol cetylowy	TKT	3	3
TKT_EMC2	1,10-dekanodiol		1	3
TKT_EMC3	dekanol		3	3
TKT_EMC4	1,6-heksanodiol		3	3
TKT_EMC5	heksanol		2	2
TKT_EMC6	alkohol stearylowy		3	3
TKT_EMC7	2-metylobutanol		3	3
TKT_EMC8	2-butylo-1-oktanol		3	3
TKT_EMC9	alkohol izoamylowy		3	3
TKT_EMC10	3,7-dimetylooktanol		3	3
TK_EMC1	alkohol cetylowy	TK	3	3
TK_EMC2	1,10-dekanodiol		3	3
TK_EMC3	dekanol		3	3
TK_EMC4	1,6-heksanodiol		3	3
TK_EMC5	heksanol		3	3
TK_EMC6	alkohol stearylowy		2	2
TK_EMC7	2-metylobutanol		2	3
TK_EMC8	2-butylo-1-oktanol		3	2
TK_EMC9	alkohol izoamylowy		2	3
TK_EMC10	3,7-dimetylooktanol		2	2
modyfikacje enzymatyczne alkoholami w obecności lipazy <i>Mucor racemosus TB75231W</i>				
TKT_EMR1	1,6-heksanodiol	TKT	1	2
TKT_EMR2	1,10-dekanodiol		1	1
TKT_EMR3	3,7-dimetylooktanol		3	3
TKT_EMR4	2-metylobutanol		3	3
TKT_EMR5	2-etylo-1-hexanol		3	3
TK_EMR1	1,6-heksanodiol	TK	3	3
TK_EMR2	1,10-dekanodiol		1	3
TK_EMR3	3,7-dimetylooktanol		3	3
TK_EMR4	2-metylobutanol		3	3
TK_EMR5	2-etylo-1-hexanol		3	3
TK_EMR6	al. izoamylowy		2	3

Oznaczenie	Rodzaj modyfikacji	Rodzaj odpadu	Ocena rozpuszczalności	
			PAO4	PRIOLUBE
ozonowanie produktów enzymatycznej konwersji w obecności lipazy <i>Mucor circinelloides TB80300A</i>				
TKT_EMC1a	stężenie 50 g O ₃ /m ³ , 100 mg O ₃ /g przepływ 0,5 l/min, ciśnienie 0,5 bara, temperatura 20°C	TKT	2	3
TKT_EMC6a			1	1
TKT_EMC1b			2	3
TKT_EMC6b			3	3
TKT_S1	sterylizacja	TKT	3	3
TK_S1		TK	2	3
TKT_O1	ozonowanie 50 g O ₃ /m ³ , 20 mg O ₃ /g przepływ 0,5 l/min, ciśnienie 0,5 bara, temperatura 20°C	TKT	2	1
TKT_O2	stężenie 50 g O ₃ /m ³ , 100 mg O ₃ /g przepływ 0,5 l/min, ciśnienie 0,5 bara, temperatura 20°C	TKT	1	1
TK_O1	stężenie 100 g O ₃ /m ³ , 20 mg O ₃ /g przepływ 0,5 l/min, ciśnienie 0,5 bara, temperatura 20°C	TK	1	3
TK_O2	stężenie 100 g O ₃ /m ³ , 40 mg O ₃ /g przepływ 0,5 l/min, ciśnienie 0,5 bara, temperatura 20°C		2	3
TK_O3	ozonowanie 50 g O ₃ /m ³ , 20 mg O ₃ /g przepływ 0,5 l/min, ciśnienie 0,5 bara, temperatura 20°C		2	3
TK_O4	ozonowanie 50 g O ₃ /m ³ , 40 mg O ₃ /g przepływ 0,5 l/min, ciśnienie 0,5 bara, temperatura 20°C		2	3
1a	Diels Alder	TK	1	3
2a		TK	1	2
1b		TKT	3	3
2b		TKT	3	3

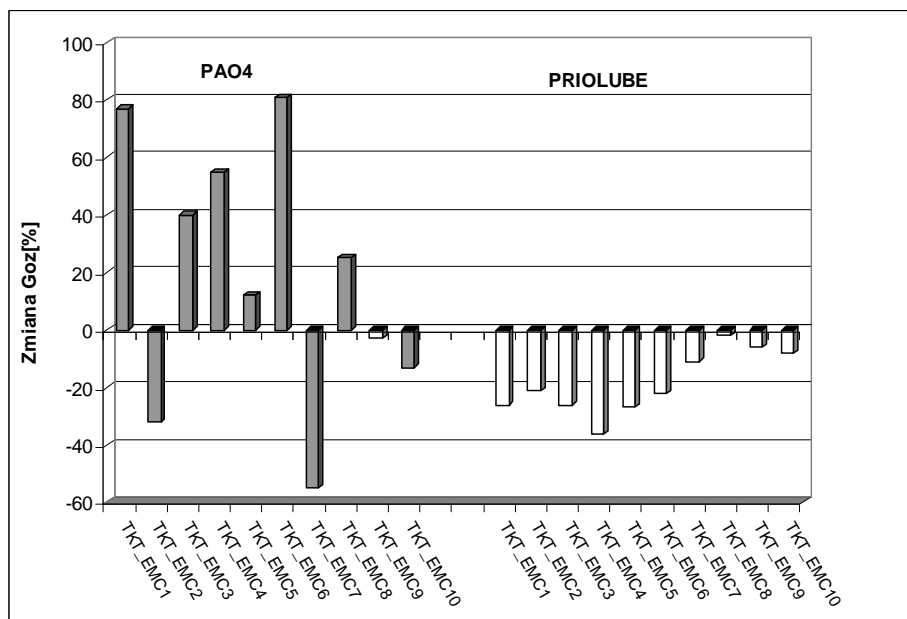
Z analizy danych zawartych w **Tabeli 4** wynika, że niewielką ilość produktów otrzymano ze szlamów pohydratacyjnych. Przyczyną było ich zakażenie mikrobiologiczne (pomimo przetrzymywania w warunkach chłodniczych) spowodowane wysoką, sięgającą kilkunastu procent, zawartością wody (doskonała pożywka dla mikroorganizmów). Jednym z rozwiązań mogłaby być sterylizacja partii surowca lub jej zamrażanie. Ze względu na aspekt ekonomiczny i brak możliwości aparaturowych do tego typu operacji stwierdzono, że prace nad odpadami lecytynowymi nie będą kontynuowane. W przypadku TKT i TK nie stwierdzono makroskopowych zmian będących oznaką ich zakażenia mikrobiologicznego.

Dalszym badaniom poddawano te produkty, których rozpuszczalność w wytypowanych olejach bazowych oceniono na 3 (oceny od 1 do 2 dyskwalifikowały produkt jako dodatek smarny). Właściwości smarne kompozycji, w których jako dodatki tribaktywne zastosowano (rozpuszczalne w olejach bazowych) produkty otrzymane z surowców porafinacyjnych oleju rzepakowego oceniano na podstawie granicznego obciążenia zużycia (G_{oz}) i odnoszono je do właściwości wyjściowego oleju bazowego (wartość G_{oz} dla oleju PAO4 wynosi 428 N/mm², PRIOLUBE – 627 N/mm²). Zmianę tych właściwości przedstawiono w postaci % zmiany G_{oz} , którą obliczono zgodnie z przedstawionym wzorem:

$$\% \text{ zmiany } G_{oz} = \frac{G_{oz-k}}{G_{oz-b}} 100\% - 100\%,$$

gdzie: G_{oz-k} – graniczne obciążenie zużycia kompozycji smarowej,
 G_{oz-b} – graniczne obciążenie zużycia oleju bazowego.

Sposób oceny właściwości smarnych otrzymanych produktów przedstawiono na przykładzie związków otrzymanych w wyniku modyfikacji enzymatycznej wyższych kwasów tłuszczowych zawartych w TKT wybranymi alkoholami w obecności lipazy *Mucor circinelloides* TB80300A, zastosowanych w olejach bazowych jako dodatki o charakterze smarnym (**Rys.1**).



Rys. 1. Zmiana właściwości smarnych kompozycji smarowych w odniesieniu do oleju bazowego
 Fig. 1. Change of lubrication properties of the composition in relation to base oil

Takiej procedurze oceny właściwości smarnych poddano wszystkie rozpuszczalne w olejach bazowych produkty modyfikacji biochemicznej i chemicznej odpadów porafinacyjnych oleju rzepakowego. Analiza wyników pozwoliła na określenie kryteriów oceny przydatności produktów otrzymanych metodami biochemicznymi i chemicznymi z odpadów pochodzących z rafinacji oleju rzepakowego jako efektywnych dodatków uszlachetniających do wytypowanych, biodegradowalnych olejów bazowych (**Tab. 5**).

Tabela 5. Kryteria oceny przydatności otrzymanych produktów jako dodatków smarnych

Table 5. Assessment criteria of the suitability of the resulting products as lubricating additives

% zmiany G_{oz} w odniesieniu do oleju bazowego	Ocena*
> 50%	5
$25\% < G_{oz} \leq 50\%$	4
$10\% < G_{oz} \leq 25\%$	3
$10\% < G_{oz} \leq 10\%$	2
$-10\% < G_{oz}$	1

*ocena od 1 do 4 dyskwalifikuje produkt z badań.

Tabela 6. Ocena przydatności otrzymanych produktów jako efektywnych dodatków smarnych w wybranych olejach bazowych

Table 6. Assessment of the usefulness of received products as effective lubricating additives in selected base oils

Rodzaj produktu	Ocena właściwości przeciwwzyciowych									
	PAO					PRIOLUBE				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
TKT_EMC1										
TKT_EMC2	-									
TKT_EMC3										
TKT_EMC4										
TKT_EMC6										
TKT_EMC7										
TKT_EMC8										
TKT_EMC9										
TKT_EMC10										
TK_EMC1										
TK_EMC2										
TK_EMC3										

Rodzaj produktu	Ocena właściwości przeciwzużyciowych									
	PAO					PRIOLUBE				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
TK_EMC4										
TK_EMC5										
TK_EMC7	-									
TK_EMC8						-				
TK_EMC9	-									
TKT_EMR3										
TKT_EMR4										
TKT_EMR5										
TK_EMR1										
TK_EMR2	-									
TK_EMR3										
TK_EMR4										
TK_EMR5										
TK_EMR6	-									
TKT_S1										
TKT_1b										
TKT_2b										
TKT_EMC1a										
TK_EMC6a										
TK_EMC1b										
TKT_EMC6b										
TK_S1	-									
TK_O1	-									
TK_O2	-									
TK_O3	-									
TK_1a										
TK_2a										

Z danych **Tabeli 6** wynika, że szczególnie dobre właściwości tribologiczne w oleju syntetycznym PAO4 wykazało pięć produktów, które powodowały wzrost G_{oz} o ponad 50% w stosunku do oleju bazowego. Są to trzy pochodne technicznych kwasów tłuszczowych modyfikowane enzymatycznie alkoholem cetylowym i stearylowym oraz heksanodiolem. Kolejne produkty otrzymano

w wyniku ozonowania produktu enzymatycznej modyfikacji technicznych kwasów tłuszczowych alkoholem cetylowym i etylowym w obecności lipazy *Mucor circinelloides TB80300A* oraz reakcji Diesla-Aldera. Stwierdzono, że spośród wszystkich substancji otrzymanych metodami biochemicznymi i chemicznymi z produktów odpadowych z rafinacji oleju rzepakowego żadna nie wykazywała efektywności przeciwzużyciowej w syntetycznym oleju estrowym PRIOLUBE.

PODSUMOWANIE

Do otrzymania substancji triboaktywnych metodami biochemicznymi i chemicznymi wykorzystano trzy rodzaje produktów ubocznych pochodzących z rafinacji olejów roślinnych: szlamy pohydratacyjne (L), kwasy tłuszczowe z kondensatu uzyskiwanego w procesie destylacji (TKT) oraz tzw. tłuszcz kanałowy (TK). W wyniku przetworzenia tych odpadów w tłuszcze mikrobiologiczne (izolowane z grzybni produkty różniące się składem od wyjściowych odpadów), reakcji (trans)estryfikacji wyższych kwasów tłuszczowych zawartych w odpadach, z wybranymi alkoholami w obecności lipazy *Mucor* jako katalizatora oraz sterylizacji, ozonowania i reakcji Dielsa-Aldera otrzymano ok. 60 próbek różnych substancji – potencjalnych, ekologicznych dodatków uszlachetniających. Spośród otrzymanych produktów wytypowano substancje o najkorzystniejszych właściwościach smarnych. Podstawowym kryterium oceny przydatności otrzymanych substancji jako dodatków smarnych był, poza ich rozpuszczalnością w wytypowanych olejach bazowych, co najmniej 50% wzrost granicznego obciążenia zużycia (G_{oz}), wyznaczonego dla 5% kompozycji w odniesieniu do syntetycznych olejów bazowych (PAO4 i PRIOLUBE 3970). W wyniku przeprowadzonych badań selekcyjnych wyeliminowano:

- syntetyczny olej estrowy PRIOLUBE jako bazę kompozycji smarowych – żaden z otrzymanych produktów nie wykazywał wystarczającej efektywności smarnej w tym oleju,
- szlamy pohydratacyjne – duża zawartość wody sprzyjała rozwojowi mikroorganizmów; następowało skażenie mikrobiologiczne nawet podczas przechowywania w warunkach chłodniczych (wysokie koszty sterylizacji lub zamrażania),
- produkty otrzymane metodami biochemicznymi z tłuszczu kanałowego – nie wykazywały wystarczającej efektywności smarnej,
- produkty otrzymane w wyniku oddziaływania na surowce porafinacyjne oleju rzepakowego szczepami pleśni *Mucor racemosus TB75231W* – nie wykazywały wystarczającej efektywności smarnej.

LITERATURA

1. Płaza S., Celichowski G., Margielewski L., Korczak E.: Środki smarowe a środowisko. Mat. konf. „Problemy ochrony środowiska związane z użytkowaniem produktów naftowych”, Kraków 1999.
2. Nagendramma P., Kaul S.: Development of ecofriendly/biodegradable lubricants: An overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2012, 16, 764–774.
3. Salimon J., Salih N, Yousif E.: Industrial development and applications of plant oils and their biobased oleochemicals. *Arabian J. of Chemistry*, 2012, 5, 135–145.
4. Podniało A.: Paliwa, oleje i smary w ekologicznej eksploatacji. WNT, Warszawa 2002.
5. Battersby N.: Base fluids for environmentally acceptable lubricants – What does biodegradable really mean? 14th Int. Coll. Tribology, Esslingen (Germany) 2004, 735–742.
6. Beran E.: Wpływ budowy chemicznej bazowych olejów smarowych na ich biodegradowalność i wybrane właściwości eksploatacyjne. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2008.
7. Battersby N.S.: Environmentally acceptable lubricants: current status and future opportunities. *Proc. of World Tribology Congress III*, Washington (USA) 2005.
8. Piechocki W., Gryglewicz S., Gryglewicz G.: Use of some vegetable and animal fats for ester oils manufacture. *Proc. of 13th Int. Coll. Tribology*, Esslingen (Germany), 2002, 273–278.
9. Kajdas Cz., Majzner M.: Tribochemiczne przemiany kwasów tłuszczowych. *Tribologia*, 2000, 3, 375–390.
10. Jędraczak A.: Biologiczne przetwarzanie odpadów. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
11. Praca zbiorowa pod redakcją Bednarskiego W., Fiedurka J.: Podstawy biotechnologii przemysłowej. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.

Praca naukowa wykonana w ramach realizacji Programu Strategicznego pn. „Innowacyjne systemy wspomagania technicznego zrównoważonego rozwoju gospodarki” w Programie Operacyjnym Innowacyjna Gospodarka.

Summary

The opinions of the usefulness of the post-refining products of rapeseed oil and the biochemical methods of the processes to extract ecological lubricating additives were investigated. The results of conducted investigations affirm the following:

- **None of the received products showed sufficient lubricating efficiency in the synthetic PRIOLUBE ester oil.**
- **Due to the high water content (it promotes the growth of microorganisms) in the sludge of the post-hydrated mixture, even microbial contamination did not occur during storage under refrigeration.**
- **The products obtained from the biochemical fat channel did not show sufficient lubricant performance.**
- **The products obtained as a result of the impact on raw rapeseed oil, which included spent strains of mould *Mucor racemosus* TB75231W, did not show sufficient lubricant performance.**

