

WYZNACZENIE WYBRANYCH WŁASNOŚCI
FIZYKO-CHEMICZNYCH BIODIESLI PME ORAZ RME
WYPRODUKOWANYCH Z ZUŻYTYCH OLEJÓW
ORAZ OKREŚLENIE SKUTECZNOŚCI NEUTRALIZACJI
METANOLU W ŚCIEKACH POWSTAŁYCH PO ICH PRODUKCJI

Przemysław Petryszak¹, Grzegorz Wcisło², Henryk Kołoczek¹

¹ Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja, Katedra Biochemii

² Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Katedra Energetyki
i Automatykacji Procesów Rolniczych

Streszczenie. Celem pracy było określenie własności fizyko-chemicznych Biodiesli PME i RME uzyskanych z zużytych olejów palmowego (frytury) i rzepakowego oraz skuteczności neutralizacji ścieków po ich produkcji. Biodiesel PME wyprodukowano z oleju palmowego na którym były smażone frytki, natomiast RME z oleju rzepakowego na którym były smażone ryby. Z badań wynika, że wybrane własności fizyko-chemiczne PME są zbliżone do odpowiednich RME. Jediną dużą różnicą jest skład i udział poszczególnych kwasów tłuszczowych. Dokonano neutralizacji PME i RME zakwaszoną wodą, a następnie określono skład chemiczny ścieków. Przy pomocy wyspecjalizowanej biocenozy określono skuteczność neutralizacji metanolu zawartego w ściekach po produkcji Biodiesli.

Słowa kluczowe: Biodiesel PME (estry metylowe oleju palmowego), Biodiesel RME (estry metylowe oleju rzepakowego), własności fizyko-chemiczne Biodiesla, biologiczna neutralizacja metanolu.

WSTĘP

Obecnie dużo uwagi poświęca się możliwości wykorzystania surowców odpadowych do produkcji biopaliw. Dla Biodiesla FAME naturalnymi są wszelkiego typu oleje roślinne lub tłuszcze zwierzęce. We wcześniejszych latach niektóre przepracowane tłuszcze były przerabiane na paszę dla zwierząt. Jednak w tego typu surowcach oprócz kwasów tłuszczowych znajdują się również toksyny, które przedostają się z paszy do organizmów zwierząt. Tam się kumulują i podczas spożywania mięs przedostają się do organizmu człowieka. Dlatego uważa się że tego typu surowce winny być wykorzystane na inne cele, najlepiej biopaliwowe.

W Europie do celów kulinarnych najczęściej jest używanych oleju rzepakowego oraz oleju palmowego (frytury). Olej rzepakowy jest uważany za bardziej szlachetny i jest głównie używany do wypieków, ale również do smażenia bardziej delikatnych potraw. Natomiast do głębokiego smażenia powinien być używany olej palmowy. W pracy przedstawiono wyniki badań określających własności fizyko-chemiczne biopaliw PME (Palm Oil Methyl Esters) i RME (Rapsod

Methyl Esters) uzyskanych odpowiednio z oleju palmowego (frytur) i rzepakowego oraz wyniki neutralizacji ścieków powstałych przy produkcji Biodiesla.

CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy było określenie wybranych własności fizyko-chemicznych PME i RME uzyskanych z zużytych olejów palmowego (frytury) i rzepakowego oraz dokonanie neutralizacji ścieków uzyskanych po produkcji Biodiesli. Zakres obejmował wytworzenie Biodiesli PME i RME, a następnie określenie i porównanie następujących parametrów: składu i układu kwasów tłuszczowych, lepkości dynamicznej w funkcji temperatury (własności reologicznych), ciepła spalania i własności opałowej oraz liczby cetanowej mieszanin ww. Biodiesli z handlowym olejem napędowym o udziale biokomponentu w mieszaninie od 0 do 40% (V/V). Dokonano neutralizacji PME i RME zakwaszoną wodą, a następnie określono skład chemiczny ścieków. Do ścieków zadano wyselekcjonowaną biocenozę, przy pomocy której dokonano biologicznej neutralizacji metanolu.

WYNIKI BADAŃ

Biopaliwa PME i RME zostały wyprodukowane w reaktorze typ GW-10 własnej konstrukcji należącym do Małopolskiego Centrum Odnawialnych Źródeł Energii „BioEnergia”. Do transestryfikacji (metanolizy) olejów zastosowano alkohol metylowy. Jako katalizator ww. reakcji zastosowano alkaliczny wodorotlenek potasu KOH. Proces transestryfikacji prowadzono dwuetapowo według technologii MCOŹE „BioEnergia” i uzyskano stopień przereagowania olejów w estry wynoszący ponad 98% (m/m). Obydwa FAME spełniają, co do zawartości estrów w FAME wymogi normy EN 14214 na biopaliwo dla silnika wysokoprężnego (Diesla). Określenie stopnia konwersji dokonano zgodnie z EN ISO 5508 przy użyciu chromatografu gazowego firmy THERMO Scientific, typ GC Ultra.

Po przeprowadzeniu transestryfikacji dokonywano neutralizacji katalizatora KOH poprzez przemycie zakwaszoną wodą o stężeniu 1% kwasem octowym CH_3COOH . Do wykwaszania stosowano 2dm^3 roztworu CH_3COOH na każde 10dm^3 FAME. Przemycanie Biodiesla przeprowadzono dwu lub trzykrotnie aż do uzyskania pH 7-8. Powstałe po zastosowaniu wodorotlenku potasu sole i mydła przedostawały się do wody, która po całym procesie stawała się ściekami.

Własności fizyko-chemiczne biopaliw FAME zależą od ilości poszczególnych estrów kwasów tłuszczowych. Biodiesel zawiera estry kwasów począwszy od kwasu mirystynowego zawierającego czternaście atomów węgla w łańcuchu C14 do kwasu nerwonowego bazującego na dwudziestu czterech atomach węgla C24:1. Badania przeprowadzono wielokanałowym chromatografem gazowym firmy Thermo typ TRACE GC Ultra, a ich wyniki zamieszczono w tabeli 1.

Tab. 1. Porównanie ilości kwasów tłuszczowych w biopaliwach PME i RME
 Tab. 1. Comparison of the composition and share of individual fatty acids in PME and RME

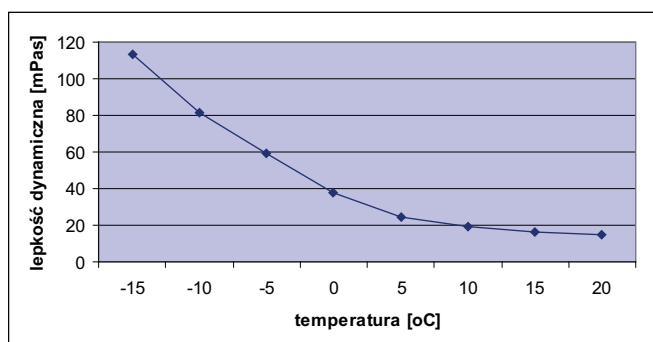
Nazwa i udział kwasu tłuszczowego % (m/m)	Wzór chemiczny	Biodiesel PME po smażeniu frytek	Biodiesel RME po smażeniu ryb
kwas mirystynowy	C14:0	0,027	0,056
kwas pentadekanowy	C15:0	0,000	0,047
kwas palmitynowy	C16:0	0,005	4,513
kwas palmitooleinowy	C16:1	12,060	0,254
kwas heptadekanowy	C17:0	0,231	0,122
kwas stearynowy	C18:0	3,092	1,831
kwas oleinowy	C18:1	73,397	61,308
kwas linolowy	C18:2	8,216	19,861
kwas lineolenowy	C18:3	0,709	8,434
kwas arachidowy	C20:0	0,407	0,624
kwas eikozenowy	C20:1	0,276	1,549
kwas eikozadienowy	C20:2	0,000	0,000
kwas homo- γ -linolenowy	C20:3	0,000	0,000
kwas behenowy	C22:0	0,000	0,328
Kwas erukowy	C22:1	0,000	0,564
kwas lignocerynowy	C24:0	0,000	0,192
kwas nerwonowy	C24:1	0,000	0,136
Stopień identyfikacji estrów metylowych kwasów tłuszczowych		$\Sigma = 98,42\%$ (m/m)	$\Sigma = 98,80\%$ (m/m)

Z danych zawartych w tabeli 1 wynika, że obydwa FAME zawierają duże ilości korzystnych estrów kwasu oleinowego. Przy czym w Biodieselu PME znajduje się nawet o ponad więcej 20% ww. estrów niż w RME. Biodiesel PME charakteryzuje się dwa razy mniejszą ilością estrów kwasu linolowego, co jest również bardzo korzystne. Niestety posiada bardzo dużo, bo aż 12% niepożądanego estru kwasu palmitooleinowego. Ester tego kwasu nawet w temperaturach dodatnich (około 20°C) zaczyna się wytrącać w postaci stałej fazy. Wraz z obniżaniem temperatury, ale jeszcze w zakresie wartości dodatnich, obserwuje się zwiększenie warstwy scalonej. Tymczasem w RME dopiero w temperaturach poniżej -10°C pojawiają się pierwsze konglomeraty scalonego biopaliwa. Pojawienie się fazy stałej w biopaliwie powoduje pogorszenie płynności paliwa oraz może powodować blokadę filtra paliwowego poprzez osadzanie się cząstek na jego powierzchni. Podobne zależności układu kwasów tłuszczowych w Biodieslu RME wykazano również w innej publikacji [9].

OKREŚLENIE WPŁYWU TEMPERATURY NA LEPKOŚĆ DYNAMICZNĄ BIOPALIW PME I RME

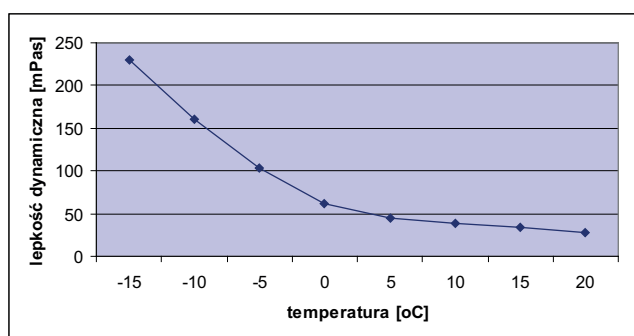
Lepkość dynamiczna jest miarą oporu przepływu lub deformacji cieczy [Polska norma PN-EN ISO 3104]. Wpływa również na przebieg wtrysku, zasięg strugi i rozpylenie paliwa w komorze spalania silnika. Duża lepkość niektórych biopaliw stanowi pewien problem szczególnie dla nowej generacji silników ze względu na duże ciśnienia wtrysku.

Jak wynika z innych badań lepkość paliw i biopaliw rośnie wraz z obniżaniem temperatury. Badania reologiczne określające zachowanie się biopaliw w funkcji temperatury wykonano przy użyciu reometru firmy Anton Paar dodatkowo wyposażonego w wannę termostatyczną firmy Grant, a ich wyniki zaprezentowano na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Wpływ temperatury na lepkość dynamiczną Biodiesla RME uzyskanego z oleju rzepakowego po smażeniu ryb

Fig. 1. Temperature influence on the cinematic viscosity of RME Biodiesel from raw rape seed oil after frying fish



Rys. 2. Wpływ temperatury na lepkość dynamiczną Biodiesla PME uzyskanego z oleju palmowego po smażeniu frytek

Fig. 2. Temperature influence on the cinematic viscosity of PME Biodiesel from palm oil after frying French fries

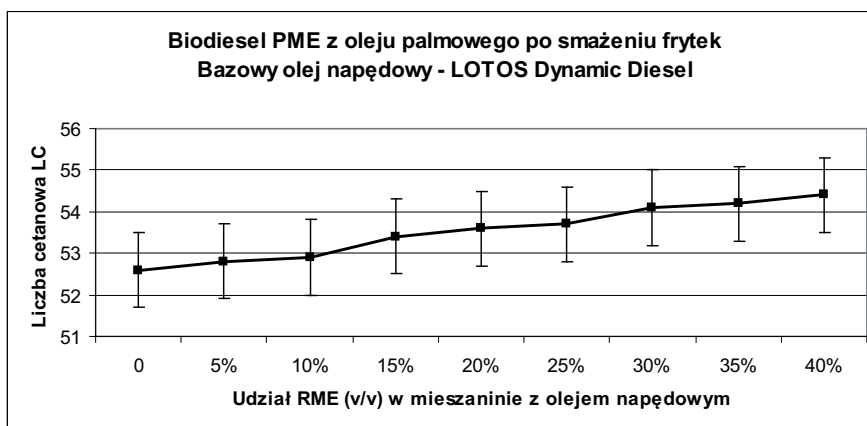
Lepkość dynamiczna biopaliw charakteryzuje się niewielkimi zmianami w zakresie temperatur powyżej 5°C. Jednocześnie obniżanie temperatury poniżej 0°C powoduje znaczny przyrost lepkości dynamicznej, co w znaczny sposób ogranicza stosowanie biopaliw w temperaturach

ujemnych, a więc zimą. Tego typu zależności publikują w swoich materiałach również inni autorzy badań [1,2,3,4]. Biopaliwo PME charakteryzuje się w całym zakresie około dwukrotnie większą lepkością dynamiczną od RME. Lepkość dynamiczna w temperaturze 20°C Biodiesla RME wynosi około 18mPas, natomiast PME 36mPas. Wraz z obniżaniem temperatury rośnie, by w temperaturze 0°C osiągnąć wartość odpowiednio 38 dla RME i 62 mPas dla PME. Natomiast w temperaturze -15°C znacznie wzrosła i przyjmuje wartości dla RME 107, natomiast dla PME aż ponad 230 mPas. Podobne zależności dotyczące wpływu temperatury na lepkość biodiesla FAME wykazano również w innej publikacji [9].

OKREŚLENIE LICZBY CETANOWEJ BIOPALIW ZAWIERAJĄCYCH BIOKOMPONENT PME I RME

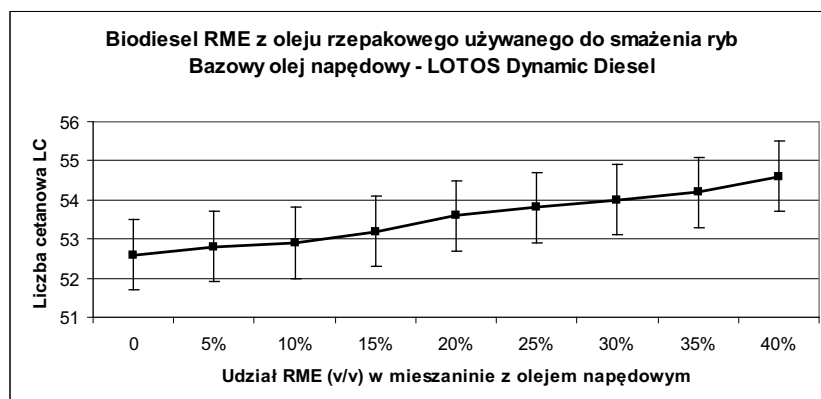
Do oszacowania liczby cetanowej, głównego parametru decydującego o zdolnościach samozapłonowych FAME zastosowano analizator Iron Diesel firma Grabner Instruments. Aparat szacuje **LC** przy zastosowaniu łącznie dwóch metod: pomiarze absorpcji charakterystycznego promieniowania i szacowaniu w oparciu o spektrum oraz obliczeń modelami matematycznymi. Jak pokazują badania otrzymane wyniki LC dla kilku olejów napędowych są porównywalne z otrzymanymi metodą silnikową [6].

Na rysunkach 3 i 4 zaprezentowano wyniki badań określających wpływ udziału biokomponentu PMR i RME do oleju napędowego LOTOS Dynamic Diesel na liczbę cetanową LC.



Rys. 3. Wpływ zawartości biokomponentu PME uzyskanego z oleju palmowego po smażeniu frytek na wartość LC

Fig. 3. Influence of the content of PME biocomponent derived from palm seed oil after frying French fries on the LC value after frying fish



Rys. 4. Wpływ zawartości biokomponentu RME uzyskanego z oleju rzepakowego po smażeniu ryb na wartość LC

Fig. 4. Influence of the content of RME biocomponent derived from rape seed oil after frying fish on the LC value

Liczba cetanowa handlowego oleju napędowego LOTOS Dynamic Diesel wynosiła 52,6. Wraz ze zwiększaniem dodatku biokomponentu PME i RME wartość *LC* rosła. Przy najwyższym 40% (V/V) dodatku wartość ww. parametru przekracza już wartość 54 jednostek. Nieco wyższą wartość *LC* uzyskano stosując biokomponent RME.

OKREŚLENIE CIEPŁA SPALANIA I WARTOŚCI OPAŁOWEJ BIOPALIW PME I RME

Wartość opałowa konwencjonalnego oleju napędowego spełniającego wymogi normy PN EN-590 zawiera się w przedziale od 42 do 44 MJ/kg [13]. Paliwa pochodzenia „bio” charakteryzują się mniejszą wartością opałową, ponieważ w strukturze zawierają tlen oraz inny układ atomów węgla i wodoru w wiązaniach cząsteczek [5,7]. Zarówno ciepło spalania jak i wartość opałową wyznaczono zgodnie z PN-86/C-04062, a wyniki badań zamieszczono w tabeli 2.

Tab. 2. Ciepło spalania i wartość opałowa biopaliw RME i PME
Tab. 2. Combustion heat and calorific value of RME and PME biofuels

Rodzaj Biodiesla FAME	Ciepło spalania [MJ/kg]	Wartość opałowa [MJ/kg]
Biodiesel RME z oleju rzepakowego po smażeniu ryb	40,2	36,8
Biodiesel PME z oleju palmowego po smażeniu frytek	39,7	36,3

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 2 zarówno ciepło spalania jak i wartość opałowa przybierają zbliżone wartości. Nieznacznie wyższą wartością ww. parametrów charakteryzował się Biodiesel RME. Przy czym należy pamiętać, iż w zależności od odmiany oraz warunków uprawy ww. parametry mogą nieznacznie zmieniać swoją wartość. Jak wynika bowiem z badań dla ozimych odmian rzepaku maksymalny zakres zmian wartości energetycznych może sięgać około 7% [3].

BIODEGRADACJA METANOLU ZAWARTEGO W ŚCIEKACH POPRODUKCYJNYCH BIOPALIWA RME I PME.

Zawartość metanolu (MeOH) w ściekach jest szczególnie groźna ze względu na toksyczne działanie tego związku na organizmy żywe, dlatego w pierwszej kolejności należy poddać ściek obróbce biologicznej lub chemicznej, aby doprowadzić do nietoksycznych stężeń MeOH dla osadów czynnych, biologicznych oczyszczalni ścieków, typowo do poziomu ok. 500 mg/L [17]. Stwierdzone w badanych próbach ścieków stężenie metanolu jest letalne. Z tego powodu należy w pierwszej kolejności, przeprowadzić proces utylizacji metanolu.

W tabelach 3 i 4 przedstawiono parametry charakteryzujące ścieki poprodukcyjne powstałe z oleju otrzymanego po smażeniu ryb (dalej zwanego ściekiem RME) i smażeniu frytek (ściek PME).

Tab. 3. Parametry ścieku RME

Tab. 3. RME sewage parameters

Ściek RME	ściek zwirowany	ściek niezwirowany	jednostka
ChZT	155 000,0	259 000,0	[mg/L]
MetOH	10092,2	-	[mg/L]
Fd wolny	brak*	brak*	[mg/L]
Fd całkowity	brak*	brak*	[mg/L]
pH	4.4		
Mikroorg. autochtoniczne (bakterie)	-	brak	[liczba komórek / mL]
Mikroorg. autochtoniczne (drożdże)	-	brak	[liczba komórek / mL]

Tab. 4. Parametry ścieku PME

Tab. 4. PME sewage parameters

Ściek PME	ściek zwirowany	ściek niezwirowany	Jedn.
ChZT	630 000,0	577000,7	[mg/L]
MetOH	35734,3	-	[mg/L]
Fd wolny	brak*	brak*	[mg/L]
Fd całkowity	brak*	brak*	[mg/L]
pH	3.75		
Mikroorg. autochtoniczne (bakterie)	-		[liczba komórek / mL]
Mikroorg. autochtoniczne (drożdże)	-	brak	[liczba komórek / mL]

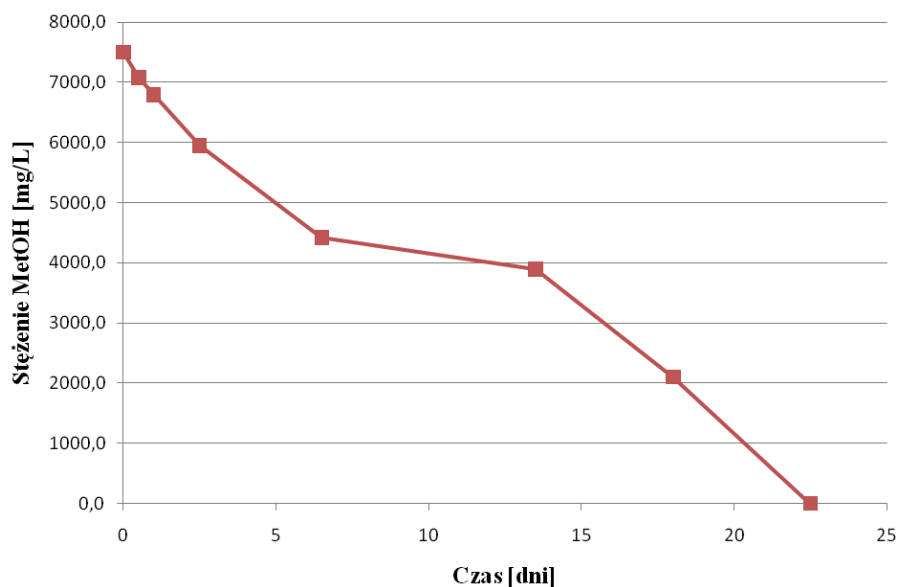
W procesie biodegradacji zastosowano biocenozę bakteryjną wyselekcjonowaną, namnożoną i adaptowaną do uprzednio badanego ścieku otrzymanego po produkcji Biopaliwa CMSE o składzie dominujących szczepów tab.5

Tab. 5. Skład szczepów dominujących w biocenozie ścieków CMSE
Tab. 5. Composition of dominant strains in CMSE sewage biocoenosis

Nazwa szczepu	Liczebność komórek bakterii w 1 ml (jtk)*
Citrobacter freundii	$7,5 \times 10^{12}$
Proteus pennerii	$3,0 \times 10^{11}$
Serratia marcescens	$1,0 \times 10^9$
Alcaligenes faecalis	$1,0 \times 10^{12}$
Trichosporon sp.	$3,0 \times 10^4$

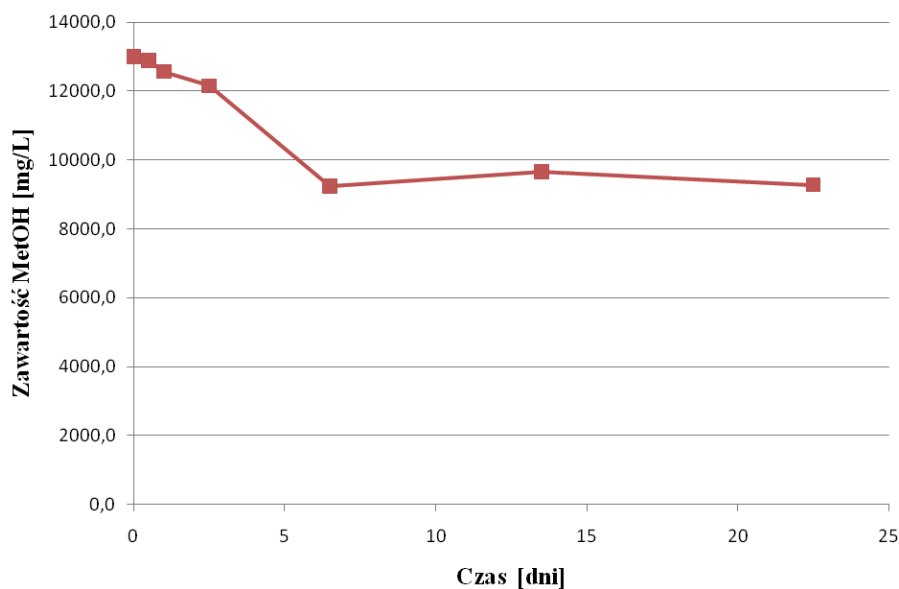
*jtk – jednostki tworzący kolonie

Po dodaniu biocenozy bakteryjnej do surowego ścieku RME o stężeniu metanolu wynoszącym 10 092 mg/L otrzymano startowe stężenie metanolu równe 7500 mg/L. Proces biodegradacji metanolu prowadzono przez 22 dni do momentu stwierdzenia zerowego stężenia tego ksenobiotyku. Pomiar stężenia metanolu określano metodą chromatografii gazowej, a wyniki degradacji przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Biodegradacja MetOH w ścieku pochodzącym ze smażenia ryb.
Fig. 5. MetOH biodegradation in sewage from frying fish

Surowy ściek RME po biologicznej obróbce wyselekcjonowaną biocenozą mającą na celu zmniejszenie stężenia MeOH może być kierowany do grupowych oczyszczalni i nie stanowi zagrożenia dla osadów czynnych.



Rys. 6. Biodegradacja MetOH w ścieku z „frytury”
Fig. 6. MetOH biodegradation in sewage from palm oil

Zupełnie inną sytuację obserwowano w przypadku ścieku PME, którego parametry podano w tabeli 6. Surowy ściek rozcieńczono 2.5-krotnie, a metanol poddano degradacji za pomocą uprzednio wyselekcjonowanej biocenozy (tab.5). W ciągu 22 dni prowadzenia procesu degradacji MeOH stwierdzono spadek stężenia tego związku o ok. 30%, do wartości 9276 mg/L. Prawdopodobnym powodem braku efektywnej degradacji MeOH jest obecność w ścieku inhibitorów enzymów degradujących ten związek pomimo porównywalnego ładunku zanieczyszczeń do ścieków PME i RME. Prezentowany przykład zwolnionej degradacji ścieku generowanego w czasie produkcji Biodiesla na bazie oleju palmowego dokumentuje złożoność procesu oczyszczania. Zastosowanie zużytych olejów spożywczych lub przepracowanych do produkcji biopaliw na szeroką skalę wymaga uprzednich badań powstałych ścieków ze względu na ochronę środowiska naturalnego. Prawdopodobnie w przypadku ścieku PME wprowadzenia do biocenozy innych mikroorganizmów posiadających zdolność degradacji MeOH w obecności inhibitorów pozwoli na rozwiązanie problemu degradacji. Obecnie prace badawcze są w toku, a obiecującym mikroorganizmem są szczepki z rodzaju *Candida* i *Hansenula* [16,17].

WNIOSKI

Wykorzystując do wytworzenia biopaliw RME i PME technologię oraz reaktor firmy MCOŹE „Bioenergia” uzyskano bardzo wysoki stopień przereagowania oleju w estry metylowe

wynoszący około 98(m/m). Obydwa biopaliwa spełnią ze względu na zawartość estrów w FAME wymogi normy EN 14214 na biopaliwo roślinne.

Liczba cetanowa handlowego oleju napędowego LOTOS Dynamic Diesel wynosiła 52,6. Wartość liczby cetanowej biopaliw zawierających biokomponent PME i RME rośnie wraz ze zwiększaniem udziału biokomponentu. Przy najwyższym 40% (v/v) dodatku wartość liczby cetanowej wyraźnie przekracza wartość 54 jednostek. Nieco wyższą wartość LC uzyskano stosując biokomponent RME.

Biodiesel PME zawiera o ponad 20% więcej pożądaných estrów kwasu oleinowego w porównaniu do RME oraz dwa razy mniej kwasu linolowego, co jest również bardzo korzystne. Jednocześnie posiada bardzo dużo, bo aż 12% estrów kwasu palmitooleinowy, który jest niepożądany, ponieważ wraz ze zwiększaniem się ilości tego kwasu w temperaturach już około 20°C w biopaliwie zaczyna wytrącać się faza stała. Wraz z obniżaniem temperatur, ale jeszcze w zakresie wartości dodatnich obserwuje się zwiększenie warstwy scalonej. Podczas gdy, np. w RME wytrącenie frakcji stałej obserwuje się dopiero w temperaturach około -10 °C.

Biopaliwo PME charakteryzuje się w całym zakresie około dwukrotnie większą lepkością dynamiczną od RME. Lepkość dynamiczna w temperaturze 20 dla RME wynosi około 18mPas, natomiast biopaliwa PME już 36mPas. Wraz ze obniżaniem rośnie, by w temperaturze 0°C osiągnąć wartości odpowiednio od 38 i 62 mPas. Natomiast w temperaturze -15°C lepkość dynamiczna wynosiła już od 107 i ponad 230 mPas.

Nieznacznie wyższymi wartościami parametrów energetycznych charakteryzuje się Biodiesel RME od PME. Ciepło spalania RME wynosiło 40,2 MJ/kg, a wartość opałowa 36,8MJ/kg. Natomiast dla Biodiesla PME ciepło spalania RME wynosiło 39,7 MJ/kg, a wartość opałowa 36,3MJ/kg. Dla porównania wartość opałowa konwencjonalnego oleju napędowego spełniającego wymogi normy PN EN-590 zawiera się w przedziale od 42 do 44 MJ/kg.

Metanol w stężeniu ok. 10 000 mg/L zawarty w poprodukcyjnym ścieku RME ulega biodegradacji i nie stanowi obciążenia dla dalszego oczyszczania osadem czynnym.

Ściek poprodukcyjny powstały z linii produkcji Biopaliwa na bazie oleju palmowego otrzymanego ze smażenia zawiera ok. 35 700 mg/L metanolu oraz inhibitory biodegradacji tego związku – proces ten wymaga dalszych badań.

LITERATURA

1. Bocheński C. Z. 2003. Biodiesel paliwo rolnicze. SGGW, Warszawa.
2. Heimann S. 2002. Charakterystyka podstawowych cech użytkowych odmian rzepaku ozimego. Udział kwasów tłuszczowych ważniejszych roślin oleistych. Materiały konferencji KONSSPAL 2002: Alternative Feeding of Diesel Engines. Problems of Maintenance of Power Units. Wrocław.
3. Lotko W. Longwic R. 1999. Nieustalone stany pracy silnika zasilanego paliwem rzepakowym. Wydawnictwo ZPITE - Radom.
4. Sitnik L. J. 2004. Ekopaliwa Silnikowe. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej - Wrocław.
5. Wcisło G. 2005. DETERMINING ENERGY VALUE OF BIODIESL FAME. PTNSS KONGRES - 2005. The Development of Combustion Engines. s. 93. Szczyrk, Poland.
6. Wcisło G. 2007. Wykorzystanie analizatora Irox Diesel do szacowania liczby cetanowej oleju napędowego. Silniki Spalinowe. Vol. III. s. 52-55.
7. Wcisło G. 2008. Application of the newest method based on infrared spectra analysis and mathematical models for estimating the effect of biocomponent share in a mixture

- with Diesel oil on cetane number. Teka Komisji Motoryzacji I Energetyki Rolnictwa, Vol. VIII A, s. 203-208.
8. Wcisło G. 2009. Zastosowanie chromatografii gazowej do oceny rolniczych biopaliw typu RME i CSME ze względu na układ estrów kwasów tłuszczowych. Inżynieria Rolnicza. Vol. 9 (118).
 9. Wcisło G. 2009. Określenie własności reologicznych oleju napędowego oraz biopaliw uzyskanych z lnianki. Inżynieria Rolnicza. Vol 5 (114). S. 295-301.
 10. Norma na wyznaczenie składu frakcyjnego produktów naftowych wg ASTM D 1160.
 11. Polska norma PN-EN 590:2009. Paliwa do pojazdów samochodowych - Oleje napędowe -Wymagania i metody badań.
 12. Polska norma. oznaczanie ciepła spalania paliw PN-86/C-04062.
 13. PN-EN 590:2009 - Paliwa do pojazdów samochodowych. Oleje napędowe. Wymagania i metody badań.
 14. Polska norma PN-EN 14214. Paliwa do pojazdów samochodowych - Estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME) do silników o zapłonie samoczynnym (Diesla). Wymagania i metody badań.
 15. Polska norma PN-EN 14103. Produkty przetwarzania olejów i tłuszczów. Estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME). Oznaczenie zawartości estrów i estru metylowego kwasu linolenowego.
 16. Kaszycki P., Tyszka M., Malec P., Kołoczek H. (2001) Formaldehyde and methanol biodegradation with methylotrophic yeast *Hansenula polymorpha*. An application to real wastewater treatment. *Biodegradation*, 12 (3):169-177.
 17. Kołoczek H., Kaszycki P., Wolański A. (2002) Biodegradacja tłuszczowych odpadów przemysłu spożywczego i farmaceutycznego w warunkach tlenowych. *Inżynieria Ekologiczna* 7, „Ekoinżynieria dla Ekorozwoju”: str. 7-14.

DETERMINATION OF THE SELECTED PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF PME AND RME BIODIESEL PRODUCED FROM WASTE OILS AND EVALUATION OF METHANOL NEUTRALISATION EFFECTIVENESS IN SEWAGE FROM THEIR PRODUCTION

Summary. The aim of the paper was to determine the physical and chemical properties of PME and RME Biodiesel derived from palm and rape seed oil waste, respectively, and to determine the effectiveness of the neutralisation of sewage from their production. PME Biodiesel was produced from palm oil used for frying French fries, and RME was produced from oil used for frying fish. The research has proven that the selected physical and chemical properties of PME are close to the respective properties of RME. The only difference lies in the composition and share of individual fatty acids. Neutralisation of raw PME and RME with acidified water was performed and then the chemical composition of the sewage was determined. The effectiveness of the neutralisation of methanol remaining in the sewage after the production of Biodiesel was determined.

Key words: Biodiesel PME (Palm Oil Methyl Esters), Biodiesel RME (Rapsod Methyl Esters), physical and chemical properties of biodiesel, biological neutralisation of methanol.