

**Wojciech JERZYKIEWICZ, Bronisław NARANIECKI,  
Jacek KOSNO, Marek LUKOSEK**  
Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej – Kędzierzyn-Koźle

## **FRAKCJA GLICERYNOWA Z INSTALACJI BIODIESLA – SUROWIEC EKOLOGICZNYCH ŚRODKÓW SMARNYCH I ANTYKOROZYJNYCH**

### **Słowa kluczowe**

Fracja glicerynowa, zmydlanie, estryfikacja, oksiranowanie, biodegradacja, właściwości emulgujące, smarne, antykorozyjne.

### **Streszczenie**

Przedstawiono prace nad chemicznym przerobem frakcji glicerynowej, z instalacji biodiesla, poprzez procesy zmydlania, reestryfikacji i oksiranowania. Przebadano właściwości emulgujące, smarne, antykorozyjne i biodegradacje zsyntezowanych kompozycji. Omówiono możliwości aplikacji technicznych w aspekcie ekonomiczno-ekologicznych zalet proponowanych rozwiązań i perspektywy rozwoju krajowego rynku biopaliw.

### **Wstęp**

Surowce odnawialne w postaci olejów roślinnych i tłuszczów zwierzęcych stanowią perspektywiczną bazę surowcową dla przemysłu oleochemikaliów. W Polsce głównymi surowcami tłuszczowymi są olej rzepakowy, łój i zwierzęce tłuszcze odpadowe. Ostatnio pojawiło się nowe źródło surowcowe w postaci tzw. frakcji glicerynowej z uruchamianych w kraju instalacji biodiesla, które można uzupełnić olejami posmażalniczymi. W celu nadania pożądanych cech fizykochemicznych i użytkowych (np. aktywności powierzchniowej) oraz po-

zbawienia mankamentów jakościowych (poprawa stabilności termiczno-oksydacyjnej, lepkości) surowce te poddaje się przeróbce chemicznej, w zależności od przeznaczenia, w kierunku otrzymania alkoholi, amin, estrów itp. i ich pochodnych, wykorzystywanych w wielu dziedzinach gospodarki.

Modyfikację nienasyconych olejów triacyloglicerolowych (olej sojowy) di-cyklopentandiolem, poprzez wysokotemperaturową cykloadukcję, dla poprawy płynności i stabilności oksydacyjnej opisuje Kodali [1]. Pollock C. i Nelson L. podają sposób otrzymywania estrów rozgałęzionych i/lub cyklicznych kwasów tłuszczowych  $C_{12}$ – $C_{28}$  i polioli, w temperaturze 150–250°C, z udziałem kwasowych / zasadowych katalizatorów jako modyfikatorów tarcia [2].

Diestry  $C_2$ – $C_{10}$  epoksydowanych olejów roślinnych, otrzymywane w 1- lub 2-stopniowej reakcji (epoksydacja, oksiranowanie), a następnie reakcji z bezwodnikiem (octowy, propionowy, butylowy, walerianowy) są dobrymi składnikami cieczy hydraulicznych, obróbkowych, smarnych [3]. Poprzez transestryfikację estru metylowego oleju rzepakowego trimetylopropanem, w obecności metylanu sodu jako katalizatora, pod obniżonym ciśnieniem (3,3 kPa) i temperaturze do 110°C można otrzymać ekologiczne środki smarowe [4].

Diestry glikoli i mieszaniny mono- i diestrów otrzymywane z estru metylowego częściowo uwodornionych kwasów tłuszczowych oleju sojowego i dietylowych, propylowych, trietylowych i neopentylowych glikoli, w obecności mieszaniny octanu wapnia i baru (3:1, ilości 0,5%) jako katalizatora, w atmosferze azotu, w temperaturze 190–275°C są polecane jako środki smarne. Podobnie ich estry boranowe sporządzano w reakcji mono- i diestrów z 0,33 mola kwasu borowego na 1 grupę hydroksylową estru [5]. Dimery i estolidy nienasyconych kwasów tłuszczowych i ich addukty z bezwodnikiem maleinowym, otrzymywane metodą bezciśnieniową/ciśnieniową, w temperaturze 50–250°C, zależnie od rodzaju katalizatora, wymieniane są jako składniki olejów smarnych [6].

Pochodne hydroksylowe i hydroksymetoksyłowe triacylogliceroli syntezowane z epoksydowanego oleju rzepakowego oraz wody lub alkoholu metylowego jako donorów wodoru, w obecności aktywowanej ziemi Jeltar 0,1–0,2% jako katalizatora, w temperaturze 60–170°C lub 180–190°C badano jako dodatki funkcyjne [7].

Pochodne maleinowe olejów roślinnych, otrzymywane z estrów sulfobursztynowych roślinnych lub zwierzęcych olejów triglicerydowych, w reakcji z wodą, metalami grupy IA, IIA,  $NH_4OH$ , aminami, alkanoloaminami, poliaminami są samoemulgującymi dodatkami smarnymi dla cieczy do obróbki skrawaniem metali [8].

Otrzymywanie monoestrów gliceryny z triglicerydów zawartych w olejach I tłuszczach jako doskonałych emulgatorów podaje Reiser i Forman [9]. Polimeryzację glicerolu i estryfikację otrzymanego poliglicerolu kwasami tłuszczowymi  $C_{14}$ – $C_{22}$  dającą emulgator w układach wodnych i tłuszczowych opisała Koter, Cegłowska [10]. Właściwości i sposób otrzymywania etoksylogowanych estrów

metylowych kwasów tłuszczowych jako emulgatorów i dyspergatorów opisuje Hama i wsp. [11]. Estry lub ich kompozycje oparte na polioliach, kwasach mono- lub dikarboksyłowych charakteryzują się lepszą biodegradowalnością oraz termiczno-oksydacyjną stabilnością jako składniki cieczy hydraulicznych [12]. Dieckmann D. opisuje częściowo zmydlone triglicerydy jako przydatne środki smarne, antystatyki i neutralizaty dla polimerów [13]. Pochodne triglicerynowe z bezwodnikiem kwasu sulfobursztynowego są cenne jako dodatki dla środków smarnych [14]. Proces produkcji alkilowych estrów przydatnych dla biopaliw i smarów, na drodze transestryfikacji glicerydów lub estryfikacji wolnych kwasów tłuszczowych w cieczy krytycznej podnosi efektywność procesu [15]. Dobrą ochronę korozyjną dla, bazujących na alkiloglikolach, cieczach niskokrzepnących, wolnych od krzemianów, boranów i azotanów uzyskuje się przez wprowadzenie soli kwasów monokarboksyłowych razem z pochodnymi triazoli lub/i tiazolin [16]. Dla ochrony metali kolorowych skutecznym inhibitorem, w cieczach chłodzących, jest kwaternizowana imidazolina [17]. Koncentrat przeciwwzmarzający oparty na alkiloglikolach i mieszaninie co najmniej dwóch kwasów dikarboksyłowych (3–16°C) lub ich alkalicznych soli, charakteryzuje się dobrym zabezpieczeniem antykorozyjnym [18]. Obniżenie toksyczności cieczy chłodząco-smarującej, zawierającej glikole etylenowe, uzyskuje się przez wprowadzenie polihydroalkoholi (glikol propylenowy, gliceryna) posiadających temperaturę wrzenia >150°C i aktywnych jako inhibitory dehydrogenazy [19].

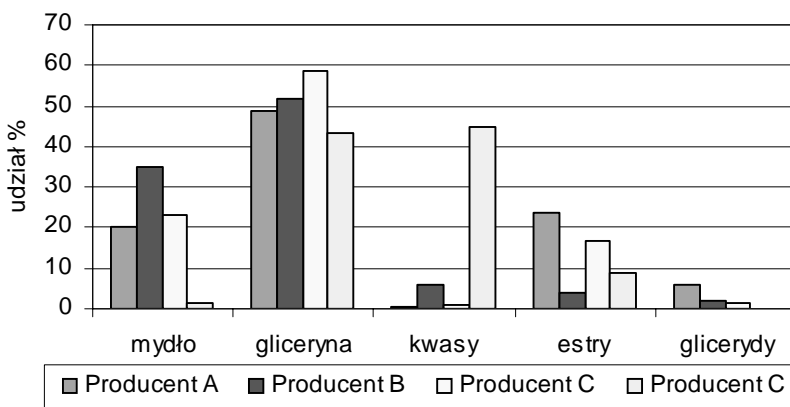
Wykorzystanie odpadowych surowców naturalnych dostępnych w kraju, w tym głównie frakcji glicerynowej, poprzez jej oryginalny przerób chemiczny na drodze neutralizacji, transestryfikacji, reestryfikacji i oksiranowania do ekologicznych dodatków funkcyjnych typu emulgatory, inhibitory korozji, dodatki smarowe itp. stanowić może atrakcyjną ekonomicznie alternatywę dla kosztownego aparaturowo i energetycznie wydzielenia czystej gliceryny. Należy podkreślić, że podaż frakcji glicerynowej będzie narastająca wraz z uruchamianymi instalacjami estru metylowego kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego, EMKOR, głównego komponentu biodiesla, gdyż stanowi ona ok.10% wydajności estru. Przewiduje się uzyskanie do 2012 r. wydajności EMKOR na poziomie 1 mln ton, czyli otrzymanie blisko 100 000 ton frakcji glicerynowej.

### **Część doświadczalna**

Badania prowadzono dwuetapowo: najpierw surowce naturalne, głównie frakcję glicerynową, poddawano przeróbce chemicznej, na drodze zmydlania, transestryfikacji, reestryfikacji, oksiranowania, a następnie produkty przemian, indywidualnie lub w formie kompozycji oceniano pod względem stopnia prze-reagowania, emulgowalności, właściwości smarnych, antykorozyjnych i biodegradowalnych.

## Surowce i analityka

- Jako podstawowe surowce w badaniach chemicznej modyfikacji stosowano:
- frakcję glicerynową o zróżnicowanym składzie (po wydzieleniu metanolu i wody), pochodzącej od kilku producentów, przedstawionym na wykresie 1,
  - kwas oleinowy techniczny o zawartości kwasu C<sub>18</sub> >75% (ZCh Strem),
  - olej rzepakowy techniczny o zawartości glicerydów >90% (ZT Kruszwica),
  - estry metylowe kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego o składzie frakcyjnym ester C<sub>16</sub> – 4,83%, C<sub>18</sub> – 89,72%, C<sub>20</sub> – 2,66%, C<sub>22</sub> – 1,31%, inne 1,48% (ICSO),
  - techniczny tlenek etylenu (PKN Orlen Płock),
  - wodorotlenek sodowy cz.d.a. (POCh Gliwice),
  - kwas p-toluenosulfonowy cz.d.a. (POCh Gliwice),
  - katalizator oksiranowania – sole wapniowe kwasów organicznych (ICSO).



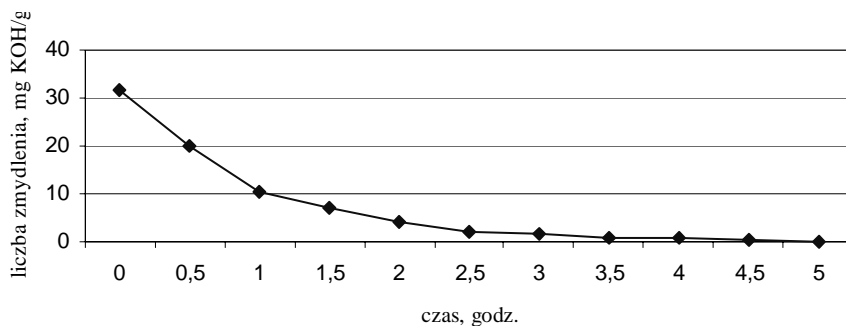
Rys. 1. Skład frakcyjny frakcji glicerynowych

Skład frakcyjny surowców tłuszczowych oraz stopień ich przereagowania na poszczególnych etapach przeróbki chemicznej (zmydlanie, transestryfikacja, oksyetylacja) określano metodą chromatografii gazowej GC i miareczkowo (liczba zmydlania). Jako aparatury użyto chromatografu Hewlett Packard (model 5890, seria 2), wyposażonego w wysokotemperaturową kolumnę Ultra 2, o długości 10 m, średnicy 0,25 mm i grubości filmu 0,1 μm.

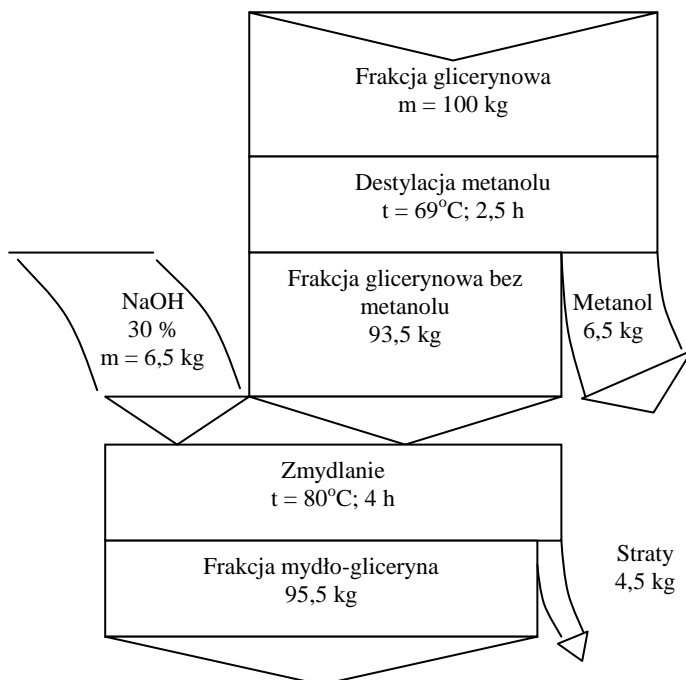
## Zmydlanie frakcji glicerynowej

Frakcja glicerynowa, produkt uboczny z instalacji biodiesla, powstająca w procesie metanolizy tłuszczów, zawiera obok gliceryny (ok. 20%), metanol (do 40%), mydła (20–40%), estry metylowe, kwasy tłuszczowe, glicerydy oraz

wodę. W celu zwiększenia stężenia mydeł frakcję glicerynową poddawano procesowi zmydlania alkalicznymi (NaOH, KOH), po uprzednim destylacyjnym odparzeniu metanolu. Parametry procesu zmydlania były następujące: zakres temperatury – 65–80°C, czas reakcji – 5–7 h, ilość wprowadzonego ługu – min. stechiometryczne (na podstawie liczby zmydlania LZ). Przebieg zmydlania przedstawiono na rys. 2 a przykładowy bilans masowy na rys. 3.



Rys. 2. Przebieg zmydlania z udziałem NaOH

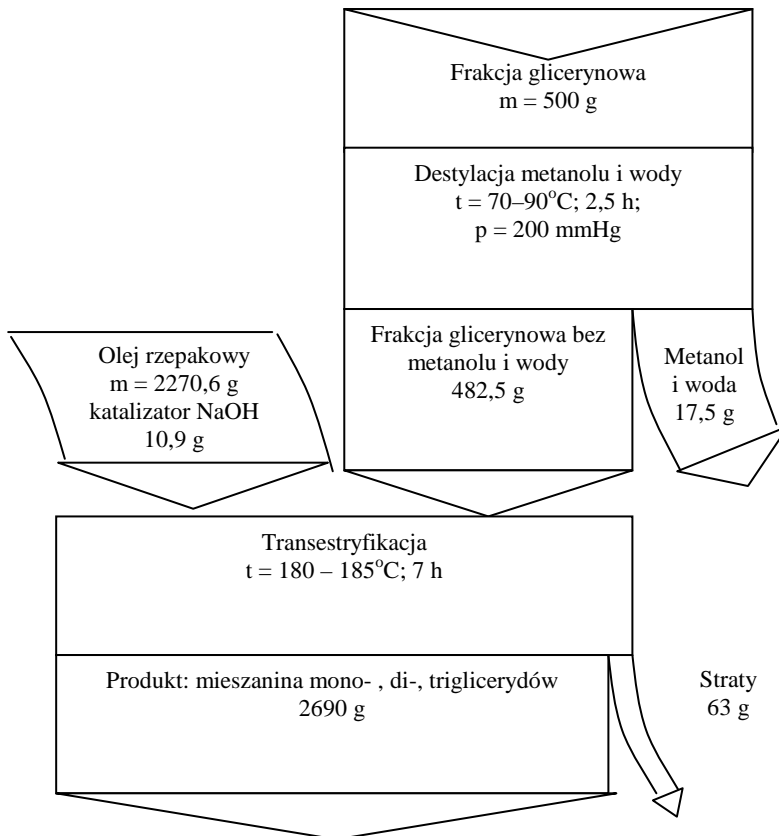


Rys. 3. Bilans materiałowy procesu zmydlania

Zawartość mydeł dla rozpatrywanego przykładu wzrosła z 23 do 35,4% i była zgodna z założeniami teoretycznymi.

### Transestryfikacja/reestryfikacja frakcji glicerynowej

Przeznaczenie frakcji glicerynowej jako bazy surowcowej dla emulgatorów czy środków smarnych wymaga podwyższenia zawartości glicerydów (głównie mono-) i ich pochodnych oksyetylowanych. W procesie transestryfikacji czynnikiem estryfikującym frakcję glicerynową był olej rzepakowy (mogą być inne tłuszcze naturalne). Parametry procesu były następujące: zakres temperatury – 170–190°C, czas reakcji – 3–8 h, katalizator alkaliczny. W procesie reestryfikacji czynnikiem estryfikującym był kwas oleinowy. Stosowano katalizatory kwaśne, przy temperaturze 100–160°C, w czasie 2–6 h. W obu procesach odnotowano zbliżony wzrost udziału glicerydów (z 0–0,2% do 56,3–81,9%, w tym monoglicerydów do 23,2–42,9%). Bilans masowy, dla wybranego przykładu transestryfikacji, przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Bilans materiałowy transestryfikacji frakcji glicerynowej

### Oksiranie frakcji glicerydowej

Wprowadzenie do otrzymanej, w procesie transestryfikacji/reestryfikacji, frakcji glicerydowej tlenku etylenu skutkuje zmianą struktury amfifilowej, podnosi HLB i zwiększa rozpuszczalność w wodzie. Proces oksirania frakcji glicerydowej prowadzono w 2l reaktorze periodycznym, sterowanym mikroprocesorem, wyposażonym w wagowy dozownik tlenku etylenu, manometr, mieszadło mechaniczne i płaszcz grzejny. Po usunięciu śladowych ilości wody dozowano tlenek etylenu utrzymując zadane parametry procesu: temperaturę – 60–160°C, ciśnienie 0,25–0,35 MPa, czas reakcji 12–490 min, w zależności od ilości przyłączanego oksiranu. Stopień oksyetylacji był zmienny i wahał się w zakresie 1–15 moli TE/mol. Dla stopnia oksyetylacji  $N_{sr} > 5$  następuje nakładanie się pików homologów mono-, di-, triglicerydów i gliceryny oraz utrudniona jest interpretacja stopnia przereagowania, ale średni stopień oksyetylacji wzrasta proporcjonalnie do ilości wdozowanego TE.

### Badanie właściwości antykorozyjnych

Środki czasowej ochrony metali przed korozją, substancje łatwo nakładane na powierzchnie metalowe lub powłoki i łatwo z nich usuwane, mają zastosowanie zarówno w procesie produkcji maszyn, aparatury chemicznej, wyrobów hutniczych, uzbrojenia itp., jak i w trakcie ich eksploatacji, zabezpieczając metal przed korozją w określonym środowisku i w ograniczonym czasie. Środki ochrony czasowej, obok składników podstawowych (olej mineralny, smar węglowodorowy, woski, kopolimery) zawierają rozpuszczalniki, inhibitory korozji, antyutleniacze, zwilzacze, biocydy itp. Najistotniejszym jednak składnikiem są inhibitory korozji do których zaliczamy: mydła alkaliczne kwasów tłuszczowych, sole kwasów naftenowych, sole kwasów alkiloarylosulfonowych, aminy alifatyczne i ich pochodne, imidazoliny, alkilmerkaptany.

Produkty zmydlania frakcji glicerynowej, zawierające obok części tłuszczowej do 45% mydeł sodowych (potasowych), o średniej wartości pH- 8,4, oceniano pod kątem właściwości antykorozyjnych, metodą Herberta, zgodnie z normą PN-78/H-04610, indywidualnie i w kompozycjach z eterem butylowym glikolu monoetylowego, jako rozpuszczalnikiem (do 26%) i wersenianem dwusodowym (do 10%) jako klatratem. Sporządzano ciecze robocze, z udziałem wody destylowanej i wody o twardości 10,7 mval/l, o stężeniu 1–10%, w przeliczeniu na mydła obecne w mieszaninie. Dla stężeń  $> 2\%$  mydeł nie zaobserwowano śladów korozji w przypadku stosowania wody twardej. Natomiast dla wody destylowanej lub zdemineralizowanej stężenie  $< 1\%$  jest wystarczające (0/0-0). Wprowadzenie wody miękkiej poprawia stabilność cieczy roboczej, zapobiegając wytrącaniu się mydeł wapniowych.

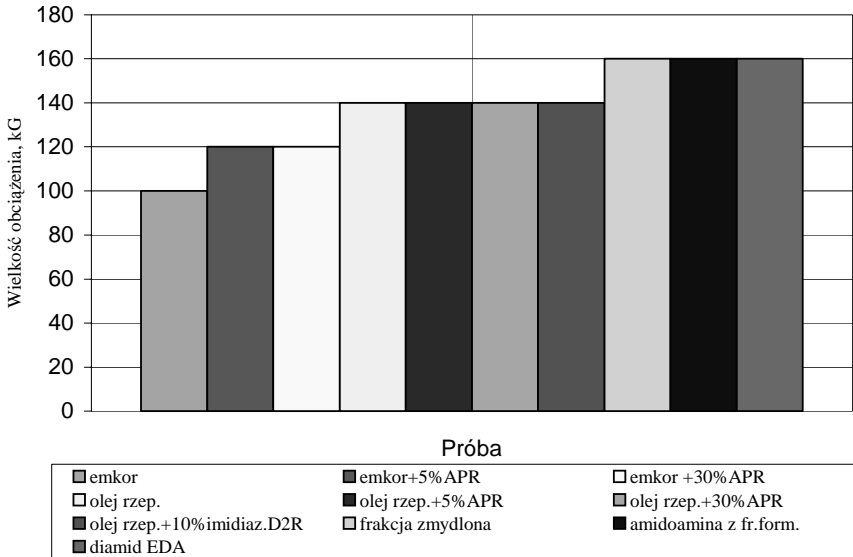
## Badania właściwości emulgujących i smarnych

Wśród środków smarnych oleje (koncentraty) emulgujące znajdują zastosowanie jako typowe czynniki smarujące lub jako ciecz obróbkowe, w postaci emulsji o/w. Najczęściej bazę olejową stanowi olej mineralny, oleje tłuszczowe, ich estry lub produkty uwodornienia, natomiast emulgatorami sole kwasów tłuszczowych, sulfoniany sodowe, produkty hydrolizy tłuszczów naturalnych.

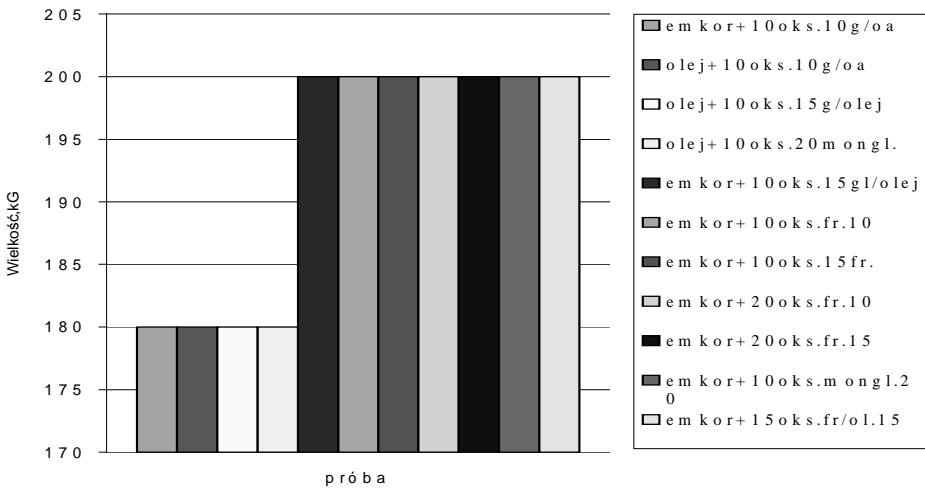
Otrzymana w procesie transestryfikacji/reestryfikacji faza glicerydowa oksyetylowana 5–20 molami tlenu etylenu była wprowadzana do oleju rzepakowego lub estru metyloвого kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego, jako fazy olejowej, w zakresie stężeń 5, 10, 15, 20%, a całość mieszana w temperaturze 50–60°C i czasie 1–2 h. Stabilność koncentratu olejowego była zadawalająca dla oleju i estru (wizualnie po 1 miesiącu przechowywania próbki w temperaturze otoczenia). Emulgowalność określano w trakcie wdozowywania zadanej ilości koncentratu (1–10 %) do wody destylowanej lub o twardości 6,43 mval/l. Dla stopnia addycji tlenu etylenu >10 uzyskano mleczne emulsje, o wielkości cząstek 0,1–20 µm, dla obu faz olejowych. Trwałość emulsji (7 dni, temperatura pokojowa) była wystarczająca jedynie przy estrze metylowym jako fazie ciągłej. Zastosowanie oksyetylowanego 15 molami TE monoglicerydu dało porównywalny wynik. Próba zemulgowania oleju mineralnego SN100 jedynie emulgatorami bazującymi na frakcji glicerynowej zakończyła się niepowodzeniem, zgodnie z przewidywaniem.

Ocenę tribologiczną pochodnych frakcji glicerynowej, które charakteryzuje mała toksyczność, dobra biodegradowalność i odnawialność źródeł pochodzenia, przeprowadzano na aparacie 4-kulowym Seta-Stanhope, oznaczającym się stykiem punktowym i ruchem ślizgowym. Badania wykonywano w temperaturze pokojowej, skojarzenie trące jest utworzone z 4 kul, o średnicy 12,7 mm, wykonanych ze stali łożyskowej 62,7 HRC. Trzy kule umieszczone są w pojemniku w kształcie miseczki, do której wprowadzana jest substancja smarująca. 4 kula jest zamocowana w uchwycie i w czasie badania obraca się z prędkością 1500 obr/min (posuw powierzchni trących 0,55 m/s). Kule znajdujące się w miseczce są dociskane do kuli zamocowanej w uchwycie za pomocą dźwigni, z zadaniem obciążeniem. Badane próbki były koncentratami olejowymi, gdzie fazą olejowa był olej rzepakowy lub jego ester metylovery, a dodatkami oksiranonowe pochodne frakcji glicerydowych, o zmiennym stopniu oksyetylacji (5, 10, 15, 20) i różnym stężeniu (10, 15, 20%). Parametrami badanymi była średnica skazy,  $d$  [mm], powstała na powierzchni kul nieruchomych, w czasie biegu aparatu i obciążenie zespawania [kG], przy którym następuje zespawanie obracającej się kuli z trzema kulami nieruchomymi, wskazująca na przekroczeniu poziomu największego nacisku, jaki jest w stanie przenieść warstwa smarująca. Obciążenie zespawania dla wybranych prób koncentratów olejowych pokazano na rys. 5 i 6.





Rys. 5. Obciążenie zespawania dla baz olejowych z dodatkami



Rys. 6. Obciążenie zespawania koncentratów olejowych

Wzrost stopnia oksyetylacji z 10 do 15 przynosi poprawę smarności oleju emulgującego, zawierającego jako fazę olejową ester metylowy, o 10% (obciążenie zespawania wzrasta ze 180 do 200 kG). Lepsze wyniki dają zastosowanie estru metylowego niż oleju rzepakowego (obciążenie zespawania rośnie ze 180 do 200 kg). Zwiększenie udziału oksyetylowanych glicerydów z 10 do 20% nie przyniósł poprawy smarności.

## Badanie biodegradowalności

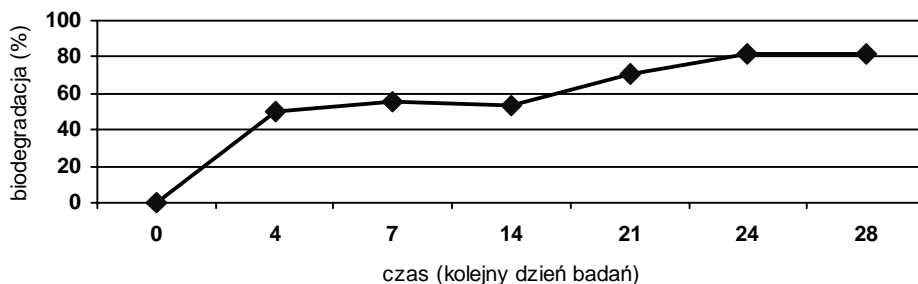
Pozytywną cechą syntezowanych, na bazie frakcji glicerynowej, produktów będą właściwości ekologiczne. Istotnym jej parametrem jest biodegradowalność. Badaniom biodegradacji poddano następujące próby:

- zmydloną frakcję glicerynową (34,5% mydeł), metoda OECD 302B,
- frakcję glicerydową ( $\Sigma$  glicerydów 69,7%), metoda CEC L-33-T-82,
- mieszaninę oksyetylowanych 10:15/50:50 glicerydów, metoda OECD 302B.

Przebieg procesu biodegradacji dla wersji zmydlonej i oksyetylatów przedstawiono na rys. 7, 8.



Rys. 7. Przebieg biodegradacji dla frakcji zmydlonej



Rys. 8. Przebieg biodegradacji oksyetylenowanych glicerydów

Biodegradowalność badanych prób była bardzo dobra (>90%) dla 1 i 2 próby oraz dobra (>80%) dla 3.

## Realność technicznych rozwiązań

Rosnąca cena paliw tradycyjnych, dyrektywy UE („Biała Księga”) zakładające wzrost udziału biopaliw do poziomu 5,75% do końca 2010 r. i aż 20% udział paliw z tzw. odnawialnych źródeł energii w 2020 r., nakłada na Polskę zwiększenie zdolności produkcyjnych estrów metylowych ze 150 000 ton zainstalowanych obecnie do min 600 000 ton w 2010 r.

Wzrostowy trend w stosowaniu biopaliw spowoduje korzystną zmianę na rynku pracy terenów wiejskich i słabiej zurbanizowanych, poprawi stan środowiska naturalnego, zmniejszając emisję tlenków węgla i węglowodorów aromatycznych oraz zmniejszy zależność od zewnętrznych źródeł energii.

Obok biodiesla będziemy mieli do czynienia z coraz większą podażą frakcji glicerynowej (w 2010 r. – 60 000–100 000 t). Odzysk czystej gliceryny jest procesem trudnym, wymagającym kosztownej aparatury, energochłonnym i skomplikowanym technicznie, a zatem wątpliwym jest, a często niemożliwym, aby małe lub średnie agorafinerie, o wydajności 5 000–30 000 t estru metylowego, zrealizowały go efektywnie. Z drugiej strony odzysk z procesu transestryfikacji gliceryny w innych krajach doprowadził do jej nadprodukcji. Nadal jest to jedyny realizowany kierunek przetwórstwa frakcji glicerynowej.

Przedstawione w pracy niektóre kierunki utylizacji frakcji glicerynowej z instalacji biodiesla są dość proste technicznie, mają istotny aspekt ekologiczny i potwierdzają możliwość alternatywnego wykorzystania tej frakcji, co podniesie efektywność instalacji biodiesla. Wykorzystanie właściwości emulgujących, smarnych i antykorozyjnych produktów przerobu glicerolu wydaje się koniecznością, szczególnie w aplikacjach technicznych, gdzie kryterium pełnej biodegradacji jest kluczowe (przemysł spożywczy, leśny, transport rzeczny/morski, rolnictwo).

## Podsumowanie

Chemiczna modyfikacja frakcji glicerynowej drogą zmydlenia, transestryfikacji/reestryfikacji, oksiranowania, poprawia charakterystykę jakościową i nadaje produktom przerobu pożądane cechy użytkowe (emulgowalność, smarność, inhibicję, antykorozyjne), decydujące o kierunkach technicznych aplikacji. Badane parametry otrzymanych prób i ich formulacji spełniały wymagania odpowiednich norm lub przyjętych procedur badawczych. Skład chemiczny wyjściowego surowca jest bardzo zróżnicowany i narzuca sposób przerobu. Ważne jest więc standaryzacja składu surowca i wyznaczenie granicznych stężeń dla obecnych w fazie glicerynowej składników, dla określonych kierunków modyfikacji i aplikacji.

*Praca naukowa finansowana ze środków Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wykonana w ramach realizacji Programu Wieloletniego pn. „Doskonalenie systemów rozwoju innowacyjności w produkcji i eksploatacji w latach 2004–2008”.*

## Bibliografia

1. Patent US 0036486, 2003.
2. Patent WO 05/030912, 2005.
3. Patent WO 03/064368, 2003.
4. E. Uosukainen & co, Transesterification of TMP and Rapeseed oil Methyl Ester to Environmentally Acceptable Lubricants, JAOCS, 2000, 77,5, 1557.
5. Basu H.N., Robley E.M., Norris M.E.: Preparation of glycol Derivatives of Partially Hydrogenated Soybean Oil Fatty Acids and Their Potential as Lubricants, JAOCS, 1994, 71, 11, 1227.
6. Walisiewicz W., Chmielarz B. i in.: Synteza dimerów i estolidów nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz ich adduktów z bezwodnikiem maleinowym, Przem. Chem. 2001,80,2, 52.
7. Walisiewicz W., Chmielarz B. i in., Synteza pochodnych hydroksylowych i hydroksymetoksylogliceroi, Przem. Chem., 2001, 80,4, 154.
8. Patent WO 05/071050, 2005.
9. Patent US 3595888, 1971.
10. Patent PL 137052, 1987.
11. Hama I., Okamoto T., Nakamura H., Preparation and Properties of Ethoxylated Fatty Methyl Ester Nonionics, JAOCS, 1995, 72, 7, 781,
12. Patent US 2002063237, 2002.
13. Patent MXPAO 1001150, 2002.
14. Patent AU 2002351492, 2003.
15. Patent US 68887283, 2005.
16. Patent US 6080331, 2000.
17. Patent US 6045719, 2000.
18. Patent DE 19955704, 2001.
19. Patent US 0171063, 2002.

Recenzent:  
**Wiesław SZEJA**

## Glycerol fraction from the biodiesel system – raw material for ecological lubricants and anticorrosive agents

### Summary

Chemical treatment of glycerol fraction from biodiesel plant through its saponification, transesterification and ethoxylation are presented. Emulsifiable, lubricity, anticorrosive and biodegradable properties of obtained components are tested. Technical possibilities to undertake production in the aspect of economic-ecological advantages and domestic biofuels market development are discussed.