

Cezary I. Bocheński
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Wydział Inżynierii Produkcji

OCENA NAKŁADÓW ENERGETYCZNYCH I EMISJI GAZÓW PRZY PRODUKCJI ESTRÓW OLEJU RZEPAKOWEGO

Streszczenie

W artykule podjęto się oszacowania nakładów energetycznych oraz emisji CO₂ podczas produkcji estrów oleju rzepakowego. Przedstawiono także emisję związków toksycznych zawartych w spalinach w zależności od stosowanego układu zasilania silnika o zapłonie samoczynnym

Słowa kluczowe: nakłady energetyczne, emisja gazów, estry oleju rzepakowego

Wstęp

Największym problemem XXI wieku będzie wzrost zagrożeń środowiska naturalnego oraz deficyt surowców energetycznych. Wydobywanie surowców z coraz trudniej dostępnych pokładów będzie powodować wzrost cen i degradację środowiska naturalnego.

Podstawowym surowcem do produkcji paliw silnikowych jest ropa naftowa, której zużycie od 1950 roku wzrosło kilkakrotnie. Z prognoz wynika, że w najbliższych latach wystąpi deficyt ropy naftowej, co potwierdza duży wzrost cen tego surowca w ostatnim czasie. W Polsce, w latach 1950–2000 zużycie ropy naftowej wzrosło 10-krotnie. Do produkcji paliw silnikowych zużywa się rocznie 14–15 mln ton ropy naftowej, głównie importowanej. Krajowe wydobywanie ropy naftowej utrzymuje się na poziomie 400–500 tys. ton rocznie. W kraju eksploatowanych jest ok. 13 mln pojazdów samochodowych i ciągników, z czego ponad 4 mln pojazdów napędzanych jest silnikiem Diesla. W rolnictwie użytkowanych jest ok. 1,2 mln ciągników, przeszło 100 tys. samojezdnych maszyn rolniczych oraz kilkaset tysięcy pojazdów ciężarowych i dostawczych. Podstawową jednostką napędową wszystkich bez mała pojazdów i maszyn rolniczych użytkowanych do produkcji rolno – spożywczej jest silnik Diesla, a podstawowym paliwem olej napędowy, którego zużywa się w rolnictwie ok. 1,5–2 mln ton.

Wzrastające ceny i deficyt ropy naftowej w ostatnich latach spowodowały zainteresowanie paliwami odnawialnymi, w tym estrami kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego. Wstąpienie polski do Unii Europejskiej wymusza dostosowanie się do zaleceń w zakresie produkcji biopaliw, które przewidują do roku 2010 wzrost produkcji tych paliw do 5,75% w ogólnym bilansie zużycia paliw silnikowych. Nadmiar produktów rolno – spożywczych na rynku europejskim wymusza poszukiwanie nowych kierunków produkcji rolniczej. Jednym z takich kierunków jest produkcja rolnicza na cele energetyczne, za podejmowaniem której przemawia szereg argumentów:

- wzrost ceny ropy naftowej,
- zagospodarowanie odłogów i terenów skażonych,
- aktywizacja i restrukturyzacja rolnictwa,
- dostosowanie się do polityki Unii Europejskiej,
- nowe miejsca pracy,
- zmniejszenie emisji CO₂ i innych związków toksycznych spalin,
- zagospodarowanie produktów odpadowych (słoma, makuchy, gliceryna) i inne.

Z tych względów w ostatnich latach w wielu krajach rozwijana jest intensywnie produkcja roślin oleistych na cele paliwowe. W Europie w produkcji biopaliw przodują Niemcy, które w okresie od roku 2000 do 2005 zwiększyły produkcję biodiesla przeszło sześciokrotnie [Myśliwiec 2005].

W Polsce surowcem do produkcji biodiesla jest rzepak. Surowiec ten można wykorzystać nie tylko do wytwarzania biopaliwa, ale również do celów energetycznych (słoma, wyłok, gliceryna), jako wysokogatunkowe pasze (makuchy, gliceryna), czy do produkcji gliceryny technicznej.

Oleje rzepakowe znajdują wielorakie zastosowanie, również na cele spożywcze, w przemyśle chemicznym, budownictwie i w innych dziedzinach gospodarki. Zbiory rzepaku w 2005 roku w Polsce ocenia się na około 1200–1300 tys. ton [Rosiak 2005]. Cała bez mała produkcja przeznaczona jest na cele spożywcze. Rozpoczęto produkcję biodiesla w Rafinerii Trzebinia, ale dla spełnienia Unijnych zaleceń niezbędna jest intensyfikacja działań do rozwoju produkcji estrów oleju rzepakowego.

Kompleksowa ocena produkcji paliw rzepakowych

Powszechnemu stosowaniu estrów oleju rzepakowego jako paliwa do silników Diesla stoją na przeszkodzie wyższe ceny w porównaniu z olejem napędowym. Ceny paliw uzyskanych z olejów rzepakowych są różne w poszczególnych krajach,

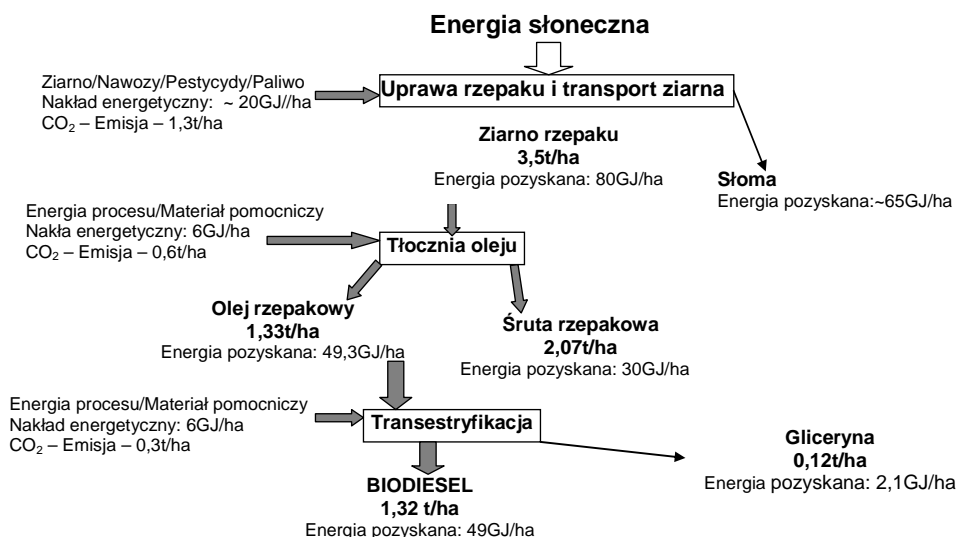
a nawet regionach [Bocheński 2003]. Określenie rzeczywistych kosztów wytwarzania biopaliwa jest trudne, ponieważ zależy od wielu zmiennych czynników. Największe koszty ponoszone są przy produkcji rzepaku. Na koszty te mają wpływ stosowane odmiany rzepaku, intensywność i sposób ochrony roślin, nawożenie oraz technologia siewu i zbiorów. Kolejnym obszarem wpływającym na koszty wytwarzania i jakość paliwa są stosowane technologie przetwarzania, realizowane w dwóch etapach – wyłaczanie oleju oraz estryfikacja oleju na biodiesel. Już na etapie wyłaczania oleju, w zależności od parametrów technologicznych można uzyskać obniżenie kosztów oraz poprawę jakości surowego oleju rzepakowego. Podobnie przyjęta technologia estryfikacji oraz wielkość rafinerii mają wpływ na jakość estrów oleju rzepakowego oraz koszty przetwarzania. Przy produkcji biopaliw powstają produkty odpadowe. Przy wyłaczaniu oleju produktem ubocznym są wytloki, które zawierają duże ilości tłuszczów, białka i związków mineralnych. Przy przetwarzaniu 1 mln ton rzepaku rocznie uzyskujemy ok. 400 tys. ton biopaliwa oraz około 600 tys. ton makuchów, które znajdują zastosowanie jako pasza dla zwierząt hodowlanych. Wytłok można również wykorzystać do opalania. Produktem odpadowym z procesu estryfikacji jest pozostałość glicerynowa (ok. 11%), która stanowi dodatek do pasz lub może być surowcem do pozyskiwania gliceryny technicznej i nawozów.

Analizując aspekty ekonomiczne i techniczne produkcji biopaliw należy uwzględnić również wykorzystanie produktów ubocznych, powstałych w wyniku przetwarzania nasion rzepaku na estry kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego. Takie kompleksowe podejście pozwoli na ocenę rzeczywistych kosztów produkcji biopaliw i wielkości nakładów energetycznych.

Bilans energetyczny i ocena emisji CO₂ przy produkcji estrów oleju rzepakowego (RME)

Na koszty wytwarzania biopaliw podstawowy wpływ mają nakłady energetyczne poniesione od upraw do wytwarzania gotowego paliwa. Przy ocenie nakładów energetycznych uwzględnić należy nakłady na poszczególnych etapach wytwarzania oraz zagrożenia środowiska naturalnego.

Przybliżone wielkości nakładów energetycznych w procesie produkcji biopaliw przedstawia rysunek 1. Podane wartości są wielkościami orientacyjnymi, ponieważ zależą od wielu czynników. Przeprowadzona analiza nakładów energetycznych na produkcję rzepaku ozimego przy technologii standardowej i intensywnej wykazała różnice nakładów ok. 50%.



Rys. 1. Wielkość nakładów energetycznych i emisji CO₂ przy produkcji estrów oleju rzepakowego

Fig. 1. Amount of energy expenses and CO₂ emission in the production of rapeseed oil esters

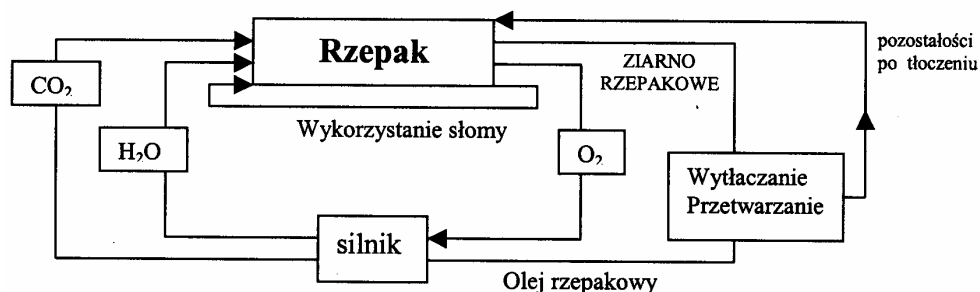
Największe nakłady energetyczne występują przy uprawach rzepaku (ok. 60%), około 30% przy produkcji oleju rzepakowego i estryfikacji oraz ok. 10% nakładów na transport i dystrybucję. Nakłady energetyczne zależą od czynników: agrotechnicznych, klimatycznych, stosowanych technologii, organizacji itd., mają więc charakter oceny przybliżonej. Wielkość nakładów energetycznych w postaci środków technicznych można ocenić przy uprawach na ok. 20 GJ/ha, co przy wykorzystaniu energii słonecznej niezbędnej do wegetacji roślin (ok. 100GJ/ha), pozwala uzyskać energię zawartą w biopaliwie na ok. 50GJ/ha. Stosunek energii uzyskanej do włożonej wynosi ok. 2,5. Dokonano również oceny przybliżonej emisji gazów, odniesionej do zredukowanej wartości CO₂, uwzględniając intensywności oddziaływania takich gazów jak metan, węglowodory i tlenki azotu.

Uzyskuje się wtedy przybliżoną wartość emisji CO₂, towarzyszącą produkcji biodiesla, równą ok. 2,2 t/ha. Ze względu na różnice w średniej wartości opałowej oleju napędowego (42,7 MJ/kg] i estru oleju rzepakowego (37,2 MJ/kg), energia 1 kg oleju napędowego odpowiada energii zawartej w 1,15 kg estru rzepakowego.

Produkty uboczne powstałe w czasie produkcji estrów oleju rzepakowego pozwalają uzyskać dodatkową energię w postaci wytlóków – ok. 30 GJ/ha oraz gliceryny ok. 2,1 GJ/ha.

Wykorzystanie słomy rzepakowej pozwala na pozyskanie surowca o wartości energetycznej ok. 60 GJ/ha. Wykorzystanie produktów odpadowych pociąga za sobą odpowiednią emisję CO₂. Przy produkcji estrów oleju rzepakowego należy każdorazowo przeprowadzić bilans nakładów energetycznych i ocenę emisji CO₂, ponieważ mogą się one znacznie różnić.

Przy ocenie emisji gazów, podczas produkcji estrów oleju rzepakowego należy uwzględnić pobieranie przez rzepak CO₂ z powietrza w czasie jego wegetacji. Wytworza się obieg zamknięty, co przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Obieg zamknięty CO₂ przy stosowaniu jako paliwa oleju rzepakowego

Fig. 2. Closed CO₂ cycle while using rapeseed oil as fuel

Paliwa roślinne dodatkowo zmniejszają więc emisję CO₂ i efekt cieplarniany w porównaniu z olejem napędowym.

Emisja spalin silnika Diesla przy stosowaniu estrów oleju rzepakowego

Zastosowanie estrów oleju rzepakowego w eksploatacji przyczynia się również do znacznego zmniejszenia emisji związków toksycznych, zawartych w spalinach silnika Diesla. Trudno o jednoznaczną ocenę wpływu tych paliw na toksyczność spalin. Emisja związków toksycznych ulega bowiem zmianie w zależności od rodzaju silnika (wtrysk bezpośredni, komorowy), jego obciążenie, stanu technicznego i innych czynników. Ważnym elementem takich badań jest stałość parametrów stosowanego paliwa.

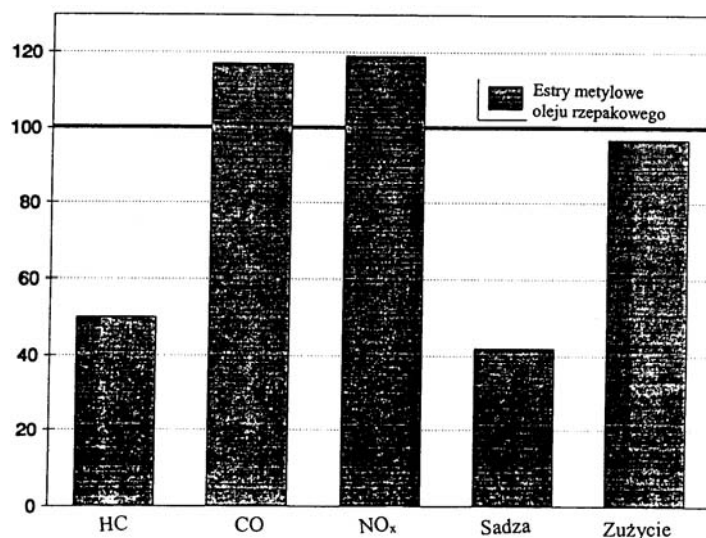
Wyniki badań emisji spalin przy zastosowaniu estrów oleju rzepakowego dla silników z wtryskiem pośrednim i bezpośrednim, przedstawia tabela 1. Emisję podano w wartościach procentowych odniesionych do wartości uzyskanych przy stosowaniu oleju napędowego (100%).

Tabela 1. Wartości procentowe emisji związków toksycznych przy zastosowaniu estrów oleju rzepakowego

Table 1. Percentage values of toxic compound emission while using esters of rapeseed oil

Emisja związków toksycznych	Silniki z wtryskiem pośrednim [%]	Silniki z wtryskiem bezpośrednim [%]
CO	80 – 90	60 – 200
CH	40 – 200	30 – 80
NO _x	85 – 130	95 – 125
PM	50 - 100	80

Wyniki tych badań zestawiono na podstawie danych literaturowych [Bocheński 2003, Menrad i inni 1989]. Na podstawie badań własnych i danych literaturowych można stwierdzić, że zastosowanie estrów oleju rzepakowego powoduje zmniejszenie emisji węglowodorów (poza niektórymi silnikami komorowymi), cząstek stałych (PM) oraz tlenków węgla (niekiedy ich wzrost). Natomiast w większości przypadków wzrastała ilość tlenków azotu (NO_x) (tabela 1). Przykładową zawartość związków toksycznych w spalinach przy zastosowaniu estrów metyloowych oleju rzepakowego przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Zawartość związków toksycznych w spalinach przy stosowaniu estru metyloowego oleju rzepakowego

Fig. 3. Content of toxic compounds in fumes while using methyl ester of rapeseed oil

Podsumowanie i wnioski

Za podjęciem produkcji estrów oleju rzepakowego jako paliwa do silników Diesla przemawia wiele względów gospodarczych, społecznych i politycznych. W Polsce możliwa jest produkcja tych paliw w ilościach ok. 400 tys. ton. Ze względu na wykorzystanie produktów odpadowych, powstałych podczas produkcji paliw rzepakowych (słoma, wyłok, gliceryna), głównym odbiorcą tych paliw powinno być rolnictwo. Produkty odpadowe można wykorzystać bowiem jako pasze w hodowli zwierząt lub jako surowiec energetyczny. Zarówno podczas produkcji estrów oleju rzepakowego, jak też przy ich spalaniu w silniku Diesla, emitowane jest do atmosfery mniej związków toksycznych. Nakłady energetyczne na pozyskanie paliwa jest 2,5 – 3 razy mniejsze od poniesionych nakładów, co przedstawiono w niniejszym artykule.

Bibliografia

- Bocheński C.I. 2003. Biodiesel – paliwo rolnicze. Warszawa
- Podkówka W. 2005. Gliceryna z rzepaku – słodka pasza. *Nasz rzepak* No. 8.
- Myśliwiec E. 2005. Cesarstwo rzepakowe. *Nasz rzepak*. No. 8.
- Rosiak E. 2005. Mniej rzepaku. *Nasz rzepak*. No. 8.

ASSESSMENT OF ENERGY EXPENSES AND GAS EMISSION IN THE PRODUCTION OF RAPESEED OIL ESTERS

Summary

In the article, an attempt was made to evaluate energy expenses and CO₂ emission during the production of esters of rapeseed oil. Also presented was the emission of toxic compounds included in the fumes in relation to the supply system of engine with self-ignition system.

Key words: energy expenses, gas emission, esters of rapeseed oil