

## ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF BIOFUELS PRODUCTION USING AGROREFINERY LOCATED AT THE NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF ANIMAL PRODUCTION, EXPERIMENTAL STATION GRODZIEC ŚLĄSKI AS AN EXAMPLE

### Summary

*Energy safety assurance is not only one of the duties for governing bodies, this is a challenge for scientists, too. It is important to inform society that the verge of source of conventional energy will come in nearby future. Therefore searching for new energy sources is so important. Rigorous requirements for environmental protection are limitation which new energy sources must fulfill, that remains in certain conflict with permanently incremental request for energy in the society. In modern world the environmental protection requirements must be one of the most important priorities, and have to be respected. Clean or green energy ideas come from the respect for nature. The goal of this paper is to present an example of rural farm participation in new clean energy creation. Ecological biofuel is produced in prototype agrorefinery located in the Institute for Animal Production, Experimental Station Grodziec Śląski.*

## EKOLOGICZNE I EKONOMICZNE ASPEKTY PRODUKCJI BIOPALIW NA PRZYKŁADZIE AGRORAFINERII ZAKŁADU DOŚWIADCZALNEGO INSTYTUTU ZOOTECHNIKI PAŃSTWOWEGO INSTYTUTU BADAWCZEGO W GRODźCU ŚLĄSKIM

### Streszczenie

*Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego jest powinnością rządzących, ale jest także wyzwaniem dla nauki. Świadomość społeczną winny kształtować opinie o tym, że w niedalekiej przyszłości nastanie kres konwencjonalnych źródeł energii, a poszukiwanie nowych źródeł jest nakazem chwili. Ograniczeniem dla tych poszukiwań są coraz bardziej surowe wymogi ochrony środowiska, co pozostaje w pewnym konflikcie ze stale wzrastającym zapotrzebowaniem na nośniki energii. Wymogi ochrony środowiska muszą być we współczesnym świecie priorytetem, muszą być szanowane i przestrzegane. Z szacunku dla przyrody rodzą się pomysły czystej czy zielonej energii, a przykład udziału gospodarstwa rolnego w ich tworzeniu jest przedmiotem niniejszej pracy. W powstałej w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Zootechniki PIB w Grodźcu Śląskim prototypowej Agorafinerii produkowane jest ekologiczne biopaliwo.*

### 1. Wstęp

Industrializacja i urbanizacja rozwijały się w Europie i świecie przez ostatnie dziesięciolecia w sposób żywiołowy, coraz bardziej zagrażający bezpiecznej egzystencji świata przyrody, którego człowiek jest nieodłączną częścią. Skutki, jakie niesie z sobą cywilizacyjny postęp, mogą być dla jego idei zgubne. Ocieplenie klimatu, będące efektem nadmiernej emisji tzw. gazów cieplarnianych (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>), przejawia się coraz groźniejszymi w skutkach anomaliami przyrodniczymi. Kwaśne deszcze, powstałe w wyniku emisji m. in. tlenków siarki, sieją spustoszenie w środowisku lasów powodując, iż „drzewa umierają stojąc”. Skażenie gleb, wód gruntowych i cieków wodnych stanowi bezpośrednie zagrożenie dla przyrody ożywionej, w tym także dla zdrowia i życia człowieka. Rodzi się zatem pytanie, co robić, by nie hamując cywilizacyjnego postępu pomóc przyrodzie w jej regeneracji, by móc czerpać z jej dobrodziejstw, nie naruszając jej prawideł.

Ważne są strategie energetyczne podejmowane w skali makro, wyznaczające cel, ustalające priorytety. Niemniej ważne są również oddolne inicjatywy, w tym edukacja ekologiczna i promowanie nowatorskich rozwiązań w skali mikro. Zakład Doświadczalny Instytutu Zootechniki PIB w

Grodźcu Śląskim, wychodząc naprzeciw nowoczesnym trendom energetycznym, mając świadomość, że rolnictwo ma także znaczący udział w emisji gazów cieplarnianych, podjął badania nad wykorzystaniem alternatywnych źródeł energii w gospodarstwie rolnym. W roku 2007 oddano do użytku doświadczalną Agorafinerię własnej konstrukcji, w której opracowano linię technologiczną do pozyskiwania biodiesla z nasion rzepaku. Trwają intensywne przygotowania do budowy biogazowni, w której surowcami do produkcji energii elektrycznej i ciepła będą: obornik, gnojowica, odpadowy materiał z produkcji roślinnej oraz gliceryna z Agorafinerii. Daleko zaawansowane są też prace nad uruchomieniem siłowni wiatrowej i wykorzystaniem energii słonecznej (kolektory słoneczne) do ogrzewania wody dla produkcji zwierzęcej. Poszukiwanie alternatywnych źródeł energii to, oprócz ekologicznych idei, które są azymutem dla Zakładu, także przesłanki ekonomiczne. Wyprodukowana energia będzie stanowić dodatkowe źródło dochodu, wpływające na rentowność produkcji.

Celem tego opracowania jest przekazanie dwuletnich doświadczeń z produkcji biodiesla, opis technologii i sposoby jej doskonalenia, parametry chemiczne i fizykochemiczne uzyskiwanych produktów i substratów, a

także efekty obserwacji wpływu biodiesla na eksploatację ciągników i maszyn rolniczych.

## 2. Materia i metody

Agrorafinaria Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB Grodziec Śląski znajduje się w Gospodarstwie Kostkowice (pow. cieszyński).

Parametry budynku:

- długość – 42,6 m,
- szerokość – 12,9 m,
- wysokość – 5,3 m,
- powierzchnia zabudowy – 548,0 m<sup>2</sup>,
- powierzchnia użytkowa – 413,0 m<sup>2</sup>,
- kubatura – 2 845,0 m<sup>3</sup>,
- pomieszczenia produkcyjne – 290,0 m<sup>2</sup>,
- laboratorium – 34,0 m<sup>2</sup>,
- część socjalna – 55,0 m<sup>2</sup>,
- pomieszczenia biurowe – 34,0 m<sup>2</sup>.

Na zewnątrz budynku posadowiono silos na rzepak o ładowności 60 t oraz w odległości około 50 m od linii produkcyjnej magazyn metanolu, wyposażony w niezależną sieć kanalizacyjną.

Schemat pomieszczeń i urządzeń Agrorafinerii przedstawiono na rys. 1. Proces technologiczny składa się z następujących, przedstawionych poniżej operacji.

Ziarno rzepaku jest transportowane do pomieszczeń magazynowych z pól położonych maksymalnie w odległości 15 km od Agrorafinerii. W przypadku podwyższonej wilgotności jest wcześniej dosuszane w suszarni stacjonarnej Pedrotti Super 120 E. Wilgotność ziarna do składowania nie może przekroczyć 6%. Pomieszczenia magazynowe mają wystarczającą ładowność dla zmagazynowania rzepaku z całej powierzchni upraw, wynoszącej około 100 ha.

Cykl produkcyjny rozpoczyna transport rzepaku z silosu do zbiornika buforowego przenośnikiem ślimakowym poprzez sito zanieczyszczące typu „tryjer” z magnesem stałym (Pel = 0,75 kW). Do prasy ślimakowej ziarno transportowane jest przenośnikiem ślimakowym (Pel = 3 kW). Tłoczenie oleju odbywa się w prasie ślimakowej typu FL 200 LCP, której wydajność wynosi 120–180 kg ziarna/h. Prasa wyposażona jest w wannę, do której wytłaczany jest olej. Po jej wypełnieniu olej jest przepompowywany pompą o wydajności 20 l/min (Pel = 0,50 kW) do zbiornika homogenizacyjnego o pojemności 1500 l, wyposażonego w mieszadło. Makuch rzepakowy transportowany jest przenośnikiem ślimakowym (Pel = 2,2 kW) do magazynu makuchu. Olej, odwirowany za pomocą wirówki De Laval, typ MAB 104B, o wydajności 500 l/h (Pel = 1,1 kW), jest transportowany do jednego z dwóch zbiorników oleju surowego o pojemności 5000 l każdy pompą „Grundfos” o wydajności 30 l/min. Osad wirówkowy (szlam) wykorzystywany jest do celów paszowych.

Proces uzyskiwania biodiesla odbywa się w pomieszczeniu składu celnego, a rozpoczyna go transport oleju pompą typu „Grundfos” o wydajności 30 l/min, z jednego ze zbiorników do estryfikatora. Estryfikacja przebiega w estryfikatorze firmy PROMAR, typu W-400, o wydajności 400 l/cykl (Pel = 6,75 kW). Mieszanina poestryfikacyjna poddawana jest procesowi sedymentacji, bądź w estryfikatorze, bądź w zbiorniku sedymentacyjnym, do którego przepompowywana jest pompą o wydajności 60

l/min. Po 16 godz. sedymentacji biodiesel zostaje przepompowywany pompą o wydajności 60 l/min do zbiornika estrów, skąd sphywa grawitacyjnie do zbiornika paliwowego z dystrybutorem. Gliceryna sphywa grawitacyjnie do pojemników z PCV.

W uzyskanych produktach badano:

Parametry ilościowe:

- ilość wyprodukowanych półproduktów / produktów w każdym cyklu,
- wydajność produkcyjną (%).

Parametry jakościowe:

W produktach energetycznych (olej surowy, biodiesel), według metod: PN EN ISO 3675, PN EN ISO 3104, PN EN 14104, PN EN 14111, określano:

- ciężar właściwy w 20°C (kg/m<sup>3</sup>),
- zawartość siarki (%),
- lepkość kinetyczną w 40°C (mm<sup>2</sup>/s),
- liczbę kwasową (mgKOH/g),
- liczbę jodową gJ\*100g<sup>-1</sup>,

W produktach paszowych (makuch, gliceryna, szlam olejowy), według metod: PN ISO 6496:2002, procedur badawczych nr PB/1/2006, PB/2/2006, PB/3/2006, PN EN ISO 6865:2002, określano:

- suchą masę (%),
- tłuszcz (%),
- popiół (%),
- włókno surowe (%),
- białko ogólne (%).

Analizy wykonywane były w laboratorium Agrorafinerii, bądź w Laboratorium Zakładu w Grodziec Śląskim, według metodyk obowiązujących w Zakładzie. Okresowo analizy wykonywano w Laboratorium ENL Ekonaf Sp. z o.o. Rafinerii Trzebinia. Prowadzone są badania, mające na celu ustalenie optymalnych proporcji biodiesla i oleju napędowego dla prawidłowego funkcjonowania ciągników i maszyn rolniczych.

Na podstawie ewidencji księgowej obliczana jest efektywność i rentowność produkcji.

## 3. Wyniki – Technologia

Proces technologiczny produkcji biodiesla przebiega w II etapach; jego schemat przedstawiono na rys. 2.

I etap – produkcja oleju:

ziarno rzepaku → tłoczenie → olej rzepakowy surowy → filtracja, wirowanie;

II etap – estryfikacja:

olej rzepakowy + CH<sub>3</sub>OH + KOH = biodiesel + gliceryna.

Cykl produkcyjny przebiega w sposób następujący:

z około 1250 kg ziarna rzepaku otrzymuje się:

450 kg oleju rzepakowego + 54 kg CH<sub>3</sub>OH + 7,7 kg KOH = 400 kg biodiesla + 100 kg gliceryny.

Produktem ubocznym produkcji biodiesla jest makuch rzepakowy – wysokowartościowa pasza białkowa, przydatna zwłaszcza w żywieniu przeżuwaczy. W jednym cyklu produkcyjnym uzyskuje się około 640 kg makuchu i osadu po tłoczeniu i wirowaniu.

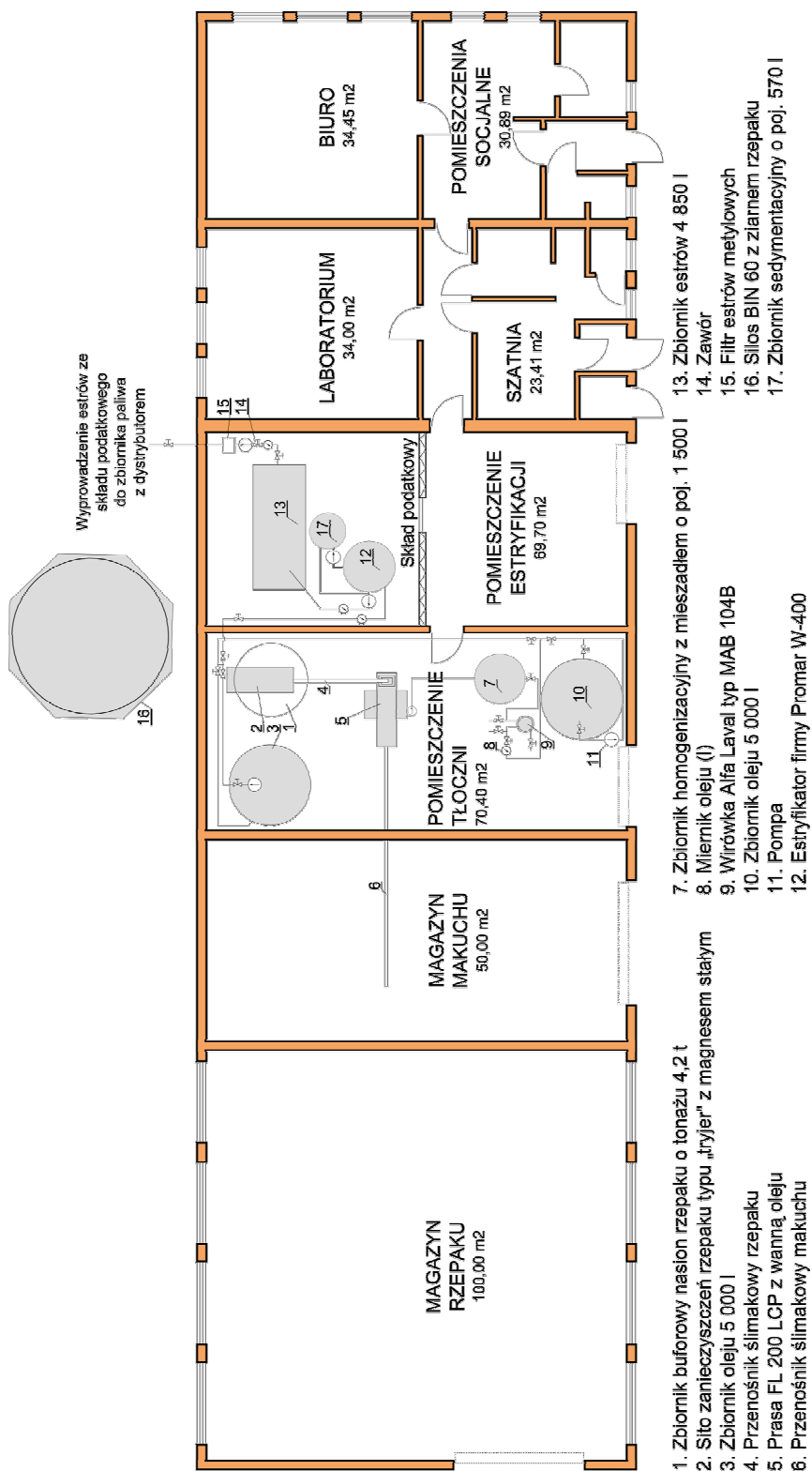
Produkty agrorafinerii (biodiesel, makuch, gliceryna, osad wirówkowy) poddawane są ocenie ilościowej oraz analizie chemicznej i fizykochemicznej.

Wyniki przedstawione w tabeli 1 dotyczą lat 2007 i 2008. We wrześniu 2007 r., po okresie rozruchu rozpoczęto produkcję w wielkości zależnej od potrzeb Zakładu.

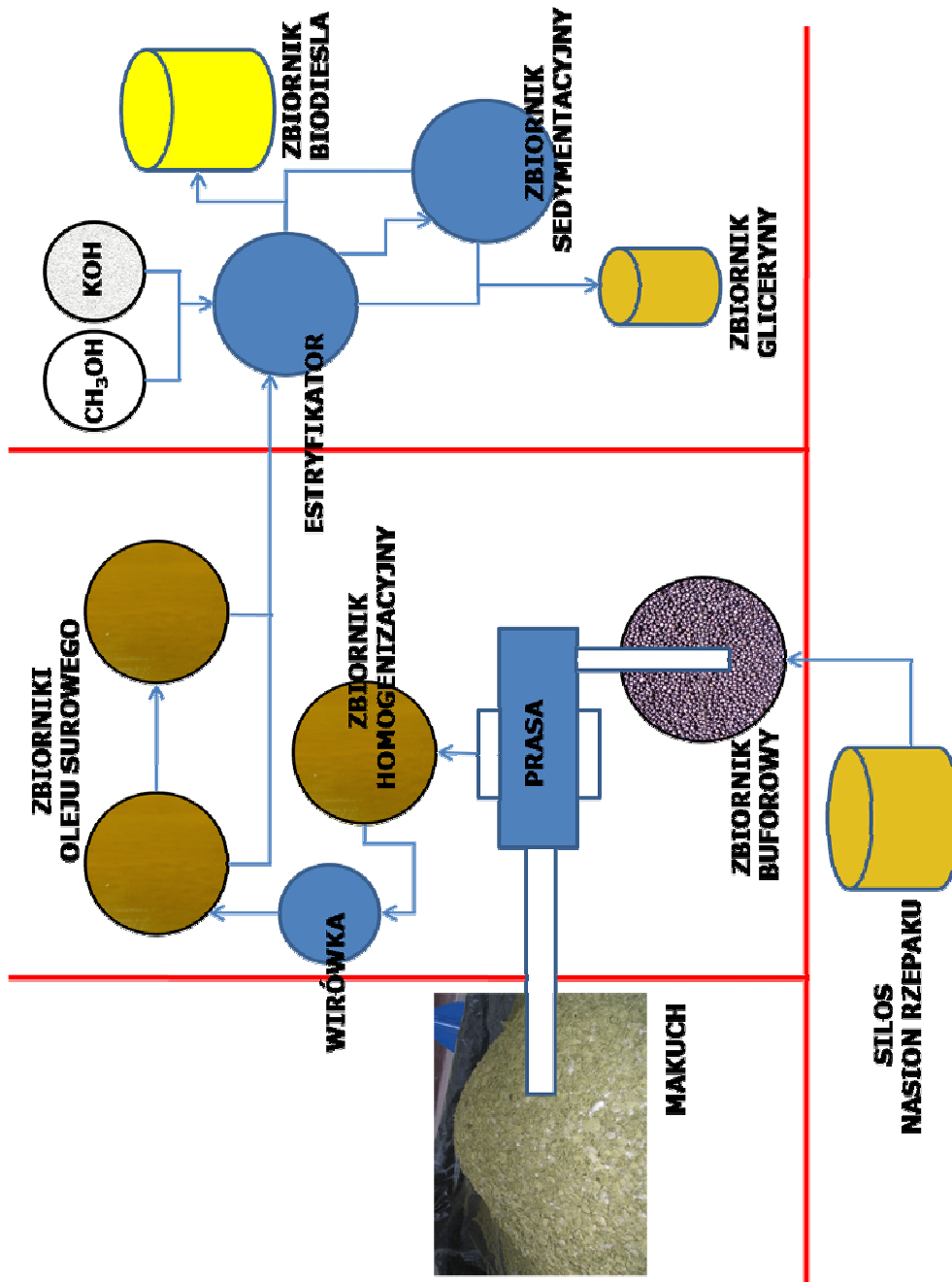
Średnie roczne zużycie materiałów pędnych wynosi w Zakładzie około 100 t.

Wyprodukowany biodiesel pozwolił na pokrycie około 60% potrzeb paliwowych Zakładu. Uzyskane parametry

eksploatacyjne, a wśród nich wydajność oleju surowego na poziomie 35%, są zgodne z gwarancjami producenta prasy



Rys 1. Schemat pomieszczeń Agrorafinerii w Kostkowicach  
Fig. 1. Scheme of Agrorafinery rooms in Kostkowice



Rys. 2. Schemat technologii produkcji biodiesla w Agorafinerii w Kostkowicach  
 Fig. 2. Scheme technology production of biodiesel in Agrefinery in Kostkowiec

Zainstalowana linia technologiczna funkcjonuje zgodnie z przyjętymi założeniami, jednak pewne procesy poddano modyfikacji i usprawnieniom. Zastosowana do technologii oczyszczania oleju przed estryfikacją prasa filtracyjna z wymiennymi filtrami nie sprawdziła się, gdyż czyszczenie i wymiana filtrów były kosztowne i pracochłonne. Zastosowano zatem wirówkę, którą przystosowano dla potrzeb Agrorafinerii poprzez zmianę zaworów oraz wyposażenie w system filtrów. Filtry zastosowano także w prasie tłocznej, co wpłynęło korzystnie na wydajność uzyskanego z nasion rzepaku oleju.

Kolejnym usprawnieniem, które znacząco wpłynęło na wydajność linii technologicznej, było włączenie w cykl produkcyjny zbiornika sedymentacyjnego, do którego przepompowywana jest mieszanina poestryfikacyjna i skąd po 16 godzinach sedymentacji następuje oddzielenie frakcji biodiesla i gliceryny.

Analizowanie parametrów fizykochemicznych miało na celu sprawdzenie cyklu produkcyjnego prototypowej linii produkcyjnej, a uzyskiwana w trakcie badań powtarzalność wyników jest dowodem prawidłowego jej funkcjonowania. Jak wynika z danych zawartych w tab. 2, dane uzyskane w Agrorafinerii w Kostkowicach są porównywalne z założeniami normatywnymi, jak również z danymi uzyskanymi przez innych autorów.

W procesie produkcyjnym Agrorafinerii powstają produkty, mające zastosowanie w żywieniu zwierząt – makuch rzepakowy, wartościowa pasza białkowa oraz gliceryna i osad powstający w wyniku odwirowania oleju surowego. Przydatność pokarmowa produktów paszowych jest testowana w doświadczeniach polowych na zwierzętach poligastycznych (krowy mleczne, bydło opasowe), monogastycznych (różne kategorie wiekowe świń), a także rybach. Na podstawie analiz chemicznych (tab. 3) opracowywane są dawki pokarmowe dla zwierząt.

Dane zawarte w tab. 2 dotyczą wybranych cech fizykochemicznych, na podstawie których dokonuje się oceny jakościowej produktów energetycznych (olej surowy, biodiesel) Agrorafinerii.

Makuch rzepakowy, produkowany z surowca należyście składowanego, skarmiany na bieżąco, daje dobre efekty żywieniowe, porównywalne z uzyskiwanymi przy skarmianiu makuchu sojowego. Stanowi gwarancję stałości składu dawki pokarmowej, co jest istotne szczególnie dla przeżuwaczy, których układ pokarmowy funkcjonuje w symbiotycznym współdziałaniu mikroorganizmów, a zmiany komponentów dawki pokarmowej mają zawsze niekorzystny wpływ na procesy trawienne i w konsekwencji na wyniki produkcyjne. Na wahania składu dawek pokarmowych szczególnie wrażliwe są wysoko wydajne krowy mleczne.

Istotnym elementem produkcji biopaliw jest analiza ekonomiczna procesu pozyskiwania oleju napędowego z rzepaku. W Agrorafinerii Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB Grodziec Śląski rzepak, surowiec do produkcji biodiesla, w całości pochodzi z własnych zbiorów. Powierzchnia uprawy rzepaku w ostatnich latach waha się od 95-115 ha, co stanowi prawie 25% powierzchni gruntów ornych.

W latach 2007-2008 szczegółowo odnotowywano wszystkie wpływy oraz wydatki Agrorafinerii. Na podstawie analizy tych danych stwierdzono, że cena netto własnego rzepaku technologicznego mieści się w granicach pomiędzy 700 a 750 zł za tonę, co pozwala na uzyskanie 1 l

biodiesla za cenę 2,03 – 2,12 zł. W tym okresie (31.12.2008 r.) cena rynkowa oleju napędowego wynosiła 3,42 zł.

Cena rynkowa makuchu wynosiła na dzień 31 grudnia 2008 r. 900 zł za tonę. W naszej kalkulacji cena netto makuchu kształtowała się na poziomie 600 – 650 zł za tonę. Jakość produktu, jego dostępność i gwarancja powtarzalności składu są niewątpliwą, choć niewymierną, w sensie ekonomicznym, wartością.

Z przedstawionych wyliczeń wynika, że produkcja bioestrów z nasion rzepaku w gospodarstwie rolnym może być opłacalna.

Wyprodukowany w kostkowickiej Agrorafinerii biodiesel jest wykorzystywany w całości jako paliwo do ciągników, pojazdów i urządzeń rolniczych (w zależności od intensywności ich eksploatacji) następujących typów:

— ciągniki:	
John Deere 8200, Ursus C360, U912, U1224), Zetor 50%,	
— ładowacze UNC	25%,
— samojezdny wóz paszowy	15%,
— spycharko – ładowarka OKI	5%,
— suszarnia Pedrotti Super 120 E	3%,
— myjka Kärcher	2%.

W okresie eksploatacji ciągniki i urządzenia zasilane biodieslem działały bez problemów. Jednakże wymagana była częstsza wymiana filtrów paliwa a w okresie zimowym występowały okresowo trudności z uruchomieniem pojazdów.

#### 4. Omówienie wyników

W ostatnich latach ubiegłego i początkowych obecnego wieku ochrona przyrody znalazła się w kręgu zainteresowania najpoważniejszych światowych gremiów, objęła nie tylko środowiska naukowe, ale także administracje rządowe wielu krajów. W roku 1989 Organizacja Narodów Zjednoczonych przyjęła w Rio de Janeiro Ramową Konwencję ONZ w Sprawie Zmian Klimatu, która jednoznacznie określa antropogeniczne czynniki, wpływające niekorzystnie na klimat naszej planety. W roku 1997 odbyła się w japońskim mieście Kioto konferencja, w wyniku której podpisano Protokół z Kioto o ograniczeniu emisji spalin o 5,2% do roku 2012. Polska podpisała Protokół 15 lipca 1998 r., ratyfikowała 13 lutego 2002 r. Protokół wszedł w życie 16 lutego 2005 r. W ramach tego Protokołu Polska przyjęła zobowiązania zredukowania gazów cieplarnianych o 6% i ustaliła rok 1988 jako bazowy do realizacji zobowiązań w zakresie emisji dwutlenku węgla, metanu i podtlenków azotu oraz 1999 r. dla m. in. związków siarki [14].

Nadal wypracowuje się nowe strategie, których celem jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych. W dniach 1–12.12.2008 r. odbyła się w Poznaniu XIV Konferencja COP, której celem było opracowanie zasad funkcjonowania Funduszu Adaptacyjnego, z którego finansowana będzie pomoc najbiedniejszym krajom – stronom Protokołu z Kioto, szczególnie zagrożonym zmianami klimatycznymi. Dla wsparcia funduszu zaproponowano m.in. opodatkowanie lotnictwa, jednego z największych emitorów spalin, w wysokości 5-20 \$ za jeden bilet lotniczy, bądź 2 \$ za każdą tonę emisji spalin [15]. Postanowiono, że środki z funduszu będą łatwiej dostępne dla beneficjentów i zostanie zwiększona efektywność

transferów technologii w ramach tzw. Global Environmental Facility, instytucji finansującej projekty środowiskowe. Inicjatywa zyskała miano Poznańskiej Strategii Transferu Technologii [15].

Tab. 1. Podstawowe parametry ilościowe produkcji w Agrofinerii w Kostkowicach w latach 2007–2008  
 Table 1. Essential quantitative parameters of productions in Agrorefinery in Kostkowice in years 2007–2008

Substrat/ produkty	Jednostka	Ilość
<b>Substrat</b>		
Ziarno rzepaku	kg	240 270
<b>Produkty</b>		
Olej surowy	kg	86 000
Wydajność oleju surowego	%	35,8
Biodiesel	l	77 750
Wydajność biodiesla z oleju	%	90,4
Makuch rzepakowy ,osad po wirowaniu	kg	154 200
Wydajność produkcyjna makuchu	%	64,2
Gliceryna surowa	kg	19 800
Wydajność produkcyjna gliceryny	%	23,0

Tab. 2. Porównanie niektórych parametrów fizyko-chemicznych biodiesla ( $\bar{x}$ )

Table 2. Comparison of some physicochemical properties of biodiesel ( $\bar{x}$ )

Parametr	Jednostka	Źródło			
		a)	b)	c)	d)
<b>Temperatura 18°C</b>					
Ciężar właściwy	kg/m <sup>3</sup>	860–900	820	–	883
Lepkość kinetyczna (40°C)	mm <sup>2</sup> /s	3,5–5,0	4–6	3,25	3,61
Zawartość siarki	%(m/m)	0,02	0,018	0,0065	0,008
Liczba kwasowa	mgKOH/g	0,50	–	–	0,056
Liczba jodowa	gJ*100g <sup>-1</sup>	120	–	114,8	115,2

a) Polska Norma PN-EN 14214 [10]; c) Jakóbiec, Ambrozik [7];

b) Podkówka (2002), cyt. [5] d) badania własne

Tab. 3. Wyniki analiz chemicznych produktów paszowych Agrofinerii w Kostkowicach

Table 3. Results of chemical analysis of feeding products from Agrorefinery located in Kostkowice

Wyszczególnienie	Makuch rzepakowy		Osad po wirowaniu	
	$\bar{x}$	S <sub>d</sub>	$\bar{x}$	S <sub>d</sub>
Sucha masa (%)	90,34	1,49	95,98	0,39
Białko ogólne (%)	26,74	1,39	15,09	1,98
Tłuszcz (%)	13,41	1,70	50,48	6,38
Włókno (%)	11,14	1,27	3,36	1,89
Popiół (%)	6,30	0,29	8,04	3,13

Bezazotowe wyciągowe (%)	32,75	2,92	18,93	3,68
--------------------------	-------	------	-------	------

$\bar{x}$  – średnia;  $s_d$  – odchylenie standardowe.

Przyjęto deklaracje krajów rozwijających się o zamiarze dołączenia do zdecydowanych działań redukcyjnych. Szczególne oczekiwania w tym względzie dotyczą państw, których gospodarki prężnie rozwijają się: Chin, Brazylii, Indii, Indonezji. Do osiągnięć konferencji niewątpliwie należy zaliczyć deklaracje państw wysoko rozwiniętych, które ogłosiły cele redukcyjne do roku 2050: Australii, Japonii (o 50%) i Stanów Zjednoczonych (o 80%). Ta ostatnia deklaracja jest istotna z tego względu, że USA nie ratyfikowała Protokołu z Kioto, a zobowiązanie to zostało złożone przez senatora Johna Kerry'ego w imieniu prezydenta – wówczas jeszcze elekta – Baracka Obamy. W roku bieżącym, pod polską prezydencją odbędą się cztery sesje, na których ma być uzgodniony ostateczny kształt porozumienia przed XV COP, która będzie miała miejsce w tym roku w Kopenhadze. Jednym z rozwiązań jest obłożenie emisji sankcjami karnymi. Wyznaczone zostały dla poszczególnych państw limity emisyjne (dla Polski 208,5 mln t/rok). Stają się one towarem, którego coraz trudniej będzie się pozbyć, a który od roku 2013 będzie podlegać obrotowi aukcyjnemu.

Na ostatnim posiedzeniu szefów państw i rządów UE w Brukseli (11 grudnia 2008 r.) zapadły jednoznaczne decyzje prowadzące do ograniczenia do roku 2020 emisji spalin o 20%. Oznacza to konieczność modernizacji źródeł emisji, a także szukania nowych, alternatywnych, niskoemisyjnych sposobów pozyskiwania energii. Takim sposobem, także dla naszego kraju, którego energetyka oparta jest na kopalinach, może być np. gazyfikacja węgla (w RPA węgiel gazyfikuje się w złożu), bądź energia jądrowa.

Drugim rozwiązaniem, który podlega także limitowym restrykcjom, jest produkcja energii ze źródeł odnawialnych. W państwach UE udział energii elektrycznej pochodzącej ze źródeł odnawialnych ma stanowić średnio 20%. Na efekt cieplarniany ma wpływ także motoryzacja. Ograniczeniu zużycia paliw konwencjonalnych mają służyć biopaliwa, których udział do 2010 roku, zgodnie z Dyrektywą UE nr 2003/30/WE, ma wynieść 5,75%, zaś w 2020 roku 10%. Sięganie do odnawialnych źródeł energii wynika nie tylko z konieczności ochrony przyrody. Zasoby kopalnych surowców energetycznych ulegają stopniowemu wyczerpaniu. Dlatego, dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego potrzebą chwili staje się opracowywanie nowych technologii z zastosowaniem alternatywnych źródeł energii. Uprawa roślin energetycznych budzi jednakże mniej lub bardziej uzasadnione obawy związane z ograniczeniem powierzchni upraw roślin przeznaczonych na cele żywnościowe, co – jak usiłują dowieść przeciwnicy tych koncepcji – ma przełożenie na wzrost cen żywności. Na tym poziomie produkcji, kiedy rośliny energetyczne zajmują zaledwie 2% światowej powierzchni użytków rolnych, ten argument jest niewiarygodny, czemu dała wyraz Komisja Europejska w wypowiedzi jej rzecznika Johannes Leitenbergera [8]. Nagłośnienie i protesty dotyczące konkurencyjności upraw roślin energetycznych dla produkcji surowców żywnościowych mają także swoje pozytywne strony. Wymuszą stworzenie podstaw prawnych dla dokładniejszego zbadania oddziaływania biopaliw na środowisko, a także spowodują przyspieszenie prac nad wykorzystaniem energetycznym biopaliw drugiej generacji. Nie sposób nie przytoczyć w tym miejscu opinii Henryka

Zamoyskiego [13], wiceprezesa Krajowej Izby Biopaliw, który twierdzi, że skuteczniejszym sposobem walki z głodem jest mniejsze marnotrawienie żywności, bo marnotrawstwo sięga 7% wyprodukowanych produktów żywnościowych. Dla obrony upraw roślin energetycznych warto posłużyć się, sięgając do historii, jeszcze jednym argumentem. W przeszłości w transporcie i rolnictwie funkcjonowały siły pociągowe: konie, woły, które w sposób znacznie mniej wydajny od współczesnych koni mechanicznych wydatkowały energię, czerpiąc ją z konkurencyjnych dla człowieka źródeł. Szacuje się, że około 15% znacznie wówczas mniej wydajnych upraw przeznaczano na ten cel. Może warto zatem, dla szczytnego bez wątpienia celu, jakim jest bezpieczeństwo energetyczne i ochrona środowiska, aby w światowej strukturze upraw znalazł się racjonalny udział roślin energetycznych.

W Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Zootechniki PIB Grodziec Śląski rośliny energetyczne uprawiane są na powierzchni stanowiącej około 12% użytków rolnych. Uprawiając rzepak należy mieć świadomość, że jest on nie tylko źródłem ekologicznego biopaliwa, lecz również niezbędnego dla zwierząt białka zawartego w makuchu rzepakowym. Makuch jest natomiast alternatywą dla soi, coraz droższej na światowych rynkach i kontrowersyjnej w niektórych kręgach z uwagi na problem GMO. Na temat niekwestionowanych walorów żywieniowych makuchu (a w starszych technologiach śrutu) rzepakowego wypowiadało się wiele autorytetów naukowych i praktyków [1, 2, 4]. Warto podkreślić, że makuch uzyskiwany w technologii tłoczenia posiada, jako produkt paszowy otrzymany metodą ekstrakcji [9], wyższą zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych oraz tłuszczu i przyswajalnego białka niż śruta rzepakowa. Nie można także pominąć plonotwórczego znaczenia rzepaku jako elementu płodozmianu w uprawach, a także słomy rzepakowej, której wykorzystanie jest możliwe także dla celów energetycznych, w miarę rozwoju wykorzystania alternatywnych źródeł energii [1, 2, 4]. Opinię tę potwierdza także Sthör [12], uznając wielofunkcyjność roślin energetycznych. Píše, że dzięki temu nie stanowi one konkurencji dla produkcji żywności, a biodiesel produkowany w małych jednostkach może generować dodatkowe dochody rolników, wynikające z „wartości dodanej całego łańcucha przetwórczego oraz małych strat energetycznych w procesie od nasion do oleju”, co potwierdzają także kalkulacje efektywności wykorzystania rzepaku przedstawione w pracy. Ten sam autor wyraża opinię na temat konieczności zarówno prowadzenia badań nad adaptacją silników dla potrzeb biopaliw, jak również rzetelnej oceny ich oddziaływania na środowisko.

O konieczności adaptacji silników dla potrzeb biopaliw píše także Gröber [6]. Uważa on, że używanie oleju roślinnego jako paliwa jest trudne z uwagi na jego zmienną lepkość, niską liczbę cetanową oraz zapłonowość. Prace nad konwersją silników są wysoko zaawansowane, a testy dotyczą w szczególności jakości emitowanych spalin. Dr Gröber uważa, że kancerogenność spalin pochodzących z biopaliw, a w szczególności z czystych olejów roślinnych, jest niższa niż z paliw konwencjonalnych. Pojawiła się bowiem w niemieckich mediach informacja o tym, jak



niebezpieczne dla środowiska może być stosowanie biopaliw.

W tym miejscu należałoby odnieść się do zawartości siarki w paliwach. W oleju napędowym zawartość siarki jest 10-15 razy wyższa niż w biopaliwach [4, 5]. Potwierdziły to także analizy wykonane przez laboratoria, których wyniki przedstawiono w pracy.

Problem gliceryny, której zbyt jest utrudniony ograniczeniami prawnymi, planujemy rozwiązać poprzez wykorzystanie tego produktu w budowanej biogazowni [3]. Jej uszlachetnianie wymagałoby bowiem dodatkowych nakładów inwestycyjnych na uruchomienie linii produkcyjnej. Uzdatnianie jej dla celów paszowych jest na razie w fazie prób, laboratoryjnej oceny i polowych doświadczeń.

Konieczność poszukiwania nowych źródeł energii określana jest mianem radykalnej modernizacji naszej cywilizacji, porównywanej do okresu rewolucji technicznej z połowy XIX w., którą zapoczątkował wynalazek maszyny parowej [11]. Konieczność ta wynika z ograniczeń zasobów kopalnych źródeł energii, a także z ciągłego wzrostu zapotrzebowania na energię.

Z tego względu wszelkie próby, mające na celu wzrost bezpieczeństwa energetycznego, nawet w mikroskali, są godne akceptacji, a poszukiwanie nowych, kompleksowych rozwiązań, uwzględniających parametry techniczne urządzeń, sposób oddziaływania na środowisko oraz zagospodarowanie produktów ubocznych powstałych w procesach technologicznych – celowe i zasadne.

## 5. Literatura

[1] Pastuszewska B. Rzepak w żywieniu zwierząt. Wyd. Instytutu Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, s. 28, Warszawa, 1992.

- [2] Podkówa W. Biopaliwo, gliceryna, pasze z rzepaku. Wyd. WU ATR, s. 225 Bydgoszcz, 2004.
- [3] Podkówa Z., Podkówa W.: Mleko czy biogaz. Prz. Hod., 4: s. 21-23, 2009.
- [4] Brzózka F. Energie odnawialne pochodzenia rolniczego. Mat. konf. nauk.-techn.: Biopaliwa dźwignią postępu w rolnictwie. Grodziec Śląski, listopad 2007, s. 32-50.
- [5] Węglarzy K., Stekla J.: Dlaczego klimatyczne być albo nie być. Mat. konf. nauk.-techn.: Biopaliwa dźwignią postępu w rolnictwie, Grodziec Śląski, listopad 2007, s. 3-10.
- [6] Gröber G.: Czysty olej roślinny – odnawialne ale kontrowersyjne paliwo silnikowe. Biofuel cities, European Partnership, 1, 3-5, 2007. <http://www.biofuel-cities.eu>
- [7] Jakóbiec J., Ambrozik A.: Wybrane właściwości fizykochemiczne i użytkowe estrów metylowych kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego jako paliwa silnikowego. Inżynieria Roln., 9, 107, 2008. <http://www.it.ptir.org/artukul.pl>
- [8] Leitenberger J.: Wzrost cen żywności bez związku z biopaliwami, 2008. <http://www.ecoport.eu/biopaliwa/KE/>
- [9] Krzywdą J.: Wykorzystanie makuchu rzepakowego w żywieniu zwierząt gospodarskich, 2008. <http://www.bielmar.pl>
- [10] Polska Norma PN – EN 14214, ICS 75.160.20, PKN, Warszawa 2004.
- [11] Sadowski M.: Jesteśmy w przededniu rewolucji, 2008. <http://www.rp.pl/artukul>
- [12] Stöhr M.: Czysty olej roślinny – odnawialne ale kontrowersyjne paliwo, 2007. <http://www.biofuel-cities.eu>
- [13] Zamoyski H.: Biopaliwa drugiej generacji w poczekalni, 2008. <http://www.nafta.wnp.pl>
- [14] IV Raport Rządowy dla Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych w Sprawie Zmian Klimatu, Warszawa 2006. <http://www.mos.gov.pl>
- [15] COP14 Droga do Kopenhagi przetarta i prosta. 2008. <http://www.euractive.pl/gospodarka/artukul>