

Dr inż. Halina MARCZAK
Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska

ODPADY Z PRZETWÓRSTWA SPOŻYWCZEGO SUROWCEM DO PRODUKCJI BIOETANOLU W POLSCE®

Potrzeba zagospodarowania odpadów poprodukcyjnych w przetwórstwie spożywczym z wykorzystaniem najnowszych technik i technologii idzie w parze z koniecznością produkcji biopaliw w ramach wymogów unijnych.

W artykule przedstawiono zapotrzebowanie na bioetanol w Polsce, niezbędne do wypełnienia wymogów unijnych w zakresie udziału biopaliw w ogólnym zużyciu paliw w sektorze transportu. Omówiono aspekty ekologiczne i ekonomiczne otrzymywania bioetanolu z melasy powstającej w procesie produkcji cukru z buraków cukrowych.

WSTĘP

Głównym źródłem powstawania podstawowego gazu cieplarnianego – CO₂ są procesy spalania paliw w sektorze energetyki zawodowej, przemysłowej i lokalnej oraz w sektorze transportowym, szczególnie drogowym. Gazy cieplarniane kierowane do powietrza w wyniku działalności człowieka są przyczyną zaburzenia naturalnego bilansu cieplnego atmosfery, co z kolei wpływa na zmiany klimatu o zasięgu globalnym. W celu obniżenia wielkości emisji CO₂ i innych gazów cieplarnianych ze źródeł antropogenicznych, podejmowane są w wielu krajach równocześnie działania wspierające zwiększenie udziału ekologicznych i odnawialnych paliw, w ogólnym bilansie paliwowo-energetycznym tych krajów. W sektorze transportu będą to paliwa produkowane z biomasy, tzw. biopaliwa. Mogą one stanowić samodzielne paliwa lub wchodzić w skład mieszanek paliwowych jako biokomponenty. Zgodnie z ustawą z dn. 25.08.2006 o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (Dz. U. 2006 nr 169, poz. 1199) biokomponentami, wytwarzanymi z biomasy są:

- bioetanol, czyli alkohol etylowy, w tym zawarty w eterze etylo-tert-butylovym lub w eterze etylo-tert-amylowym,
- biometanol – alkohol metylowy, w tym zawarty w eterze metylo-tert-butylovym lub w eterze metylo-tert-amylowym,
- ester metylowy lub etylowy kwasów tłuszczowych,
- dimetyloeter,
- czysty olej roślinny,
- węglowodory syntetyczne.

Biopaliwami ciekłymi są natomiast:

- a) benzyny silnikowe zawierające powyżej 5% objętościowo bioetanolu lub powyżej 15% objętościowo eterów: etylo-tert-butylovego lub etylo-tert-amylowego,
- b) olej napędowy zawierający powyżej 5% objętościowo biokomponentów w postaci estrów metylowych kwasów tłuszczowych (otrzymywanych np. z rzepaku) – tzw. biodiesel,
- c) bioetanol, ester (100% biodiesel), biometanol, dimetyloeter, czysty olej roślinny – stanowiące samoistne paliwa,
- d) biogaz i biowodór pozyskane z biomasy,
- e) węglowodory syntetyczne.

Udział bioetanolu w benzynie uzależniony jest od dostosowania silnika do spalania takiego paliwa. Obecnie eksploatowane silniki samochodowe, bez wprowadzania w nich zmian

konstrukcyjnych, mogą być zasilane benzyną z udziałem etanolu do 5% objętościowo. Maksymalny poziom etanolu w benzynie wynoszący 5% objętościowo obowiązuje aktualnie w krajach Unii Europejskiej i w USA. W myśl ustawy z dn. 25.08.2006 o systemie monitorowania i kontroli jakości paliw (Dz. U. 2006 nr 169, poz. 1200) benzyny silnikowe zawierające do 5% objętościowo bioetanolu lub do 15% objętościowo eteru etylo-tert-butylovego lub eteru etylo-tert-amylowego stosowane w silnikach z zapłonem iskrowym oraz olej napędowy zawierający do 5% objętościowo estrów metylowych kwasów tłuszczowych stosowany w pojazdach oraz w ciągnikach wyposażonych w silniki z zapłonem samoczynnym nazywane są paliwami ciekłymi.

Działania mające na celu zwiększenie udziału biopaliw w ogólnym zużyciu paliw w transporcie w krajach UE polegają w szczególności na wieloletnim zwolnieniu lub redukcji w podatku akcyzowym dla biokomponentów i biopaliw oraz na ustaleniu celów wskaźnikowych udziału biopaliw w kolejnych latach do 2020r. i obligowaniu do ich wypełnienia. Takie formy wsparcia ze strony rządów zapewniają inwestorom w sektorze biopaliw przede wszystkim poczucie bezpieczeństwa oraz niewątpliwie wpływają na rozwój produkcji biopaliw. Wymagany w krajach członkowskich UE udział procentowy, według wartości energetycznej, biopaliw w ogólnej masie paliw zawiera tab. 1. Osiągnięcie tych limitów w Polsce przyniesie wymierne korzyści ekologiczne, ochronę zdrowia społeczeństwa, pozwoli na dywersyfikację źródeł energii oraz przyczyni się do rozwoju produkcji rolniczej i powstania nowych miejsc pracy. Udział biopaliw w ogólnej masie paliw w Polsce w 2005r wyniósł jedynie 0,48%. Taki stan wskazuje wyraźnie jak jeszcze wiele do zrobienia jest w naszym kraju w zakresie rozwoju sektora biopaliw.

Tabela 1. Wymagany udział procentowy biopaliw w ogólnej masie paliw w krajach członkowskich UE

Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2020
%	2	2,75	3,5	4,25	5,1	5,75	10

Źródło: Dyrektywa 2003/30/WE [2]

Surowcami do produkcji bioetanolu są przede wszystkim: rośliny energetyczne (zboża, ziemniaki, buraki cukrowe, kukurydza), odpady z cukrowni (melasa), drewno i odpady drzewne, ale również odpady z przemysłu krochmalniczego, młynarskiego, owocowo-warzywnego, celulozowego i piekarniczego. Wykorzystanie melasy jako surowca do fermentacji

Tabela 2. Produkcja spirytusu surowego i odwodnionego (bioetanolu) w Polsce

Rok	Spirytus surowy ¹⁾ mln m ³	Liczba czynnych gorzelni rolniczych ¹⁾	Bioetanol ¹⁾ mln m ³	Zużycie benzyn silnikowych ²⁾ tys. m ³	Zużycie w benzynach bioetanolu ²⁾ tys. m ³
2000	173,3	380	51,5	6808	51,4
2001	181	350	69,4	6233	66,4
2002	210	330	82,8	5645	82,8
2003	210 -219,6	300	76,2	5453	76,2
2004	195	242	48,5	5564	48,5
2005	230 -241,5	220	110,8	5166	54,2
2006	Ok. 250*	235	ok. 140*	5351 ^{*3)}	128,4 ^{*3)}
2010	550-600*	?	450-500*	5033 ^{*3)}	463,5 ^{*3)}

*) wartości szacunkowe

1) źródło: Jurgiel K., 2006 [3], 2) źródło: dane GUS wg Żmuda K., 2006 [8],

3) źródło: Dyngus M., 2006 [1] oraz [7]

alkoholowej to jedna z możliwych form zagospodarowania tego produktu odpadowego powstającego w cukrowniach przy produkcji cukru z buraków cukrowych. Jednak, aby ta forma wykorzystania melasy mogła być uznana za racjonalną z punktu widzenia ekologicznego i ekonomicznego, powinna uwzględniać zagospodarowanie wywaru pofermentacyjnego, np. w procesie biochemicznego przekształcania w warunkach beztlenowych z odzyskaniem biogazu, czy też zdrożdżowanie wywaru. Wykorzystanie melasy w gorzelni do wytwarzania etanolu, a pozostałości technologicznych z tego procesu do otrzymywania drożdży lub biogazu nosi miano kompleksowego wykorzystania surowca.

AKTUALNY STAN I CELE WSKAŹNIKOWE UDZIAŁU BIOETANOLU W OGÓLNYM ZUŻYCIU PALIW W POLSCE

Produkcja bioetanolu jest dwufazowa. W pierwszej fazie wytwarzany jest w gorzelniach spirytus surowy (destylat) z biomasy: produktów roślinnych (destylat roślinny) lub odpadowych (np. melasy). Bioetanol do zastosowania w transporcie uzyskuje się w drugiej fazie jego produkcji polegającej na odwadnianiu destylatu w zakładach odwadniania. Krajową produkcję spirytusu surowego i bioetanolu w latach 2000-2005 oraz szacunkowe wartości dla 2006r. i w 2010r. prezentuje tab. 2. Podano w niej również zużycie benzyn silnikowych i zużycie w benzynach bioetanolu. Produkcję i obrót bioetanolu w Polsce w 2005r. przedstawia natomiast tab. 3.

Dla zobrazowania potrzeb w zakresie rozwoju rynku bioetanolu w Polsce należy określić ilość tego biopaliwa w ogólnym zużyciu benzyn niezbędną do wypełnienia wymagań zawartych w dyrektywie 2003/30/WE, która obowiązuje w krajach członkowskich UE. Prognozowane zużycie benzyn silnikowych i wymagany udział bioetanolu w sektorze transportu według dyrektywy 2003/30/WE w latach 2006-2010 podaje tab. 4.

Tabela 3. Produkcja i obrót bioetanolu w Polsce w 2005r. [3]

Wyszczególnienie	Bioetanol	
	m ³	t ¹
Ilość wytworzona	110793	87194
Ilość sprzedana	115226	90683
w tym:		
podmiotom zagranicznym	39416	31020
podmiotom krajowym	75810	59662

*) wartości w tonach uzyskano przyjmując gęstość bioetanolu $\rho = 0,787 \text{ t/m}^3$

Tabela 4. Prognozowane zużycie benzyn silnikowych i wymagany dyrektywą WE/30/2003 udział bioetanolu w benzynach

Wyszczególnienie	2006 r		2007 r		2008 r		2009 r		2010 r
Zużycie benzyn: tys. m ³	5351		5272		5192		5113		5033
tys. t	4040		3980		3920		3860		3800
Udział bioetanolu w benzynach wg wartości:	ncw	ecw	ncw	ecw	ncw	ecw	ncw	ecw	ncw=ecw
energetycznej, %	1,5	2,75	2,3	3,5	3,57	4,25	4,5	5,0	5,75
objętościowej, %	2,4	4,41	3,69	5,61	5,61	6,81	7,21	8,01	9,21
objętościowej: tys. m ³	128,42	235,98	194,54	295,76	291,27	353,58	368,65	409,55	463,54
tys. t	101,00	185,72	153,10	232,76	229,23	278,26	290,13	322,32	364,81

ncw – narodowy cel wskaźnikowy, ecw – europejski cel wskaźnikowy (wg dyrektywy 2003/30/WE)

1) źródło: Dyngus M., 2006 [1]

Tabela 5. Porównanie wydajności etanolu z surowców roślinnych i melasy

Surowiec	Zawartość skrobi/cukru, % s.m. ^{*)}	Wydajność etanolu, dm ³ /t	Ilość surowca (średnio w 2005r) t/ha	Uzysk etanolu, dm ³ /ha	Zapotrzebowanie surowca na pozyskanie 1 dm ³ etanolu kg	Zapotrzebowanie surowca na wyprodukowanie 1 mln dm ³ etanolu, t
Kukurydza	65 ¹⁾	417 ³⁾	5,73 ⁴⁾	2389	2,4	2400
Żyto	54,5 ¹⁾	350 ¹⁾	2,41 ⁴⁾	844	2,9	2900
Pszenica	59,5 ¹⁾	380 ¹⁾	3,95 ⁴⁾	1501	2,6	2600
Ziemniaki	17,8 ¹⁾	110 ¹⁾	17,6 ⁴⁾	1936	9,1	9100
Buraki cukrowe	16 ¹⁾	100 ¹⁾	41,0 ⁴⁾	4100	10,0	10000
Melasa (a)	50 ²⁾	303 ²⁾	1,17 ²⁾	355	3,3	3300

*) s.m. – sucha masa

Źródło: 1) Dyngus M., 2006 [1], 2) Karbowski A., 2000 [4], 3) Kupczyk A., 2007 [6], 4) dane GUS: „Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2005”, www.stat.gov.pl

Tabela 6. Szacowane krajowe zapotrzebowanie na surowce do wytwarzania bioetanolu w ilości niezbędnej do wypełnienia celów wskaźnikowych ustalonych przez UE

Surowiec	2006		2007		2008		2009		2010
	ncw tys. t	ecw tys. t	ncw tys. t	ecw tys. t	ncw tys. t	ecw tys. t	ncw tys. t	ecw tys. t	ncw=ecw tys. t
Kukurydza	308,2	566,4	466,9	709,8	699,1	848,6	884,8	982,9	1112,5
Żyto	367,3	674,9	556,4	845,9	833,0	1011,2	1054,3	1171,3	1325,7
Pszenica	337,8	620,6	511,6	777,9	766,0	929,9	969,5	1077,1	1219,1
Ziemniaki	1167,4	2145,1	1768,4	2688,5	2647,7	3214,0	3351,0	3722,8	4213,6
Buraki cukrowe	1284,3	2359,8	1945,4	2957,6	2912,7	3535,8	3686,5	4095,5	4635,4
Melasa	423,8	778,7	642,0	976,0	961,2	1166,8	1216,5	1351,5	1529,7

ncw – narodowy cel wskaźnikowy, ecw – europejski cel wskaźnikowy

Podane w tabl. 4. zużycie benzyn w tys. t obliczono uwzględniając gęstość benzyny $\rho = 0,755 \text{ t/m}^3$. Udział, według wartości objętościowej, bioetanolu w ogólnej ilości zużywanej benzyny obliczono przy założeniu, że wartość energetyczna bioetanolu stanowi 62,4% wartości energetycznej benzyny wynoszącej 100%. Wartości udziału bioetanolu podane w tabl. 4 w tys.t ustalono uwzględniając gęstość bioetanolu $\rho = 0,787 \text{ t/m}^3$.

W celu wypełnienia wymagań dyrektywy europejskiej w zakresie zużycia bioetanolu w transporcie należy dysponować w kraju odpowiednią ilością surowców do produkcji bioetanolu. Na podstawie danych zawartych w tabl. 5 można określić teoretyczne zapotrzebowanie na surowce do produkcji bioetanolu (pozwalające spełnić cele wskaźnikowe podane w dyrektywie). Wyniki obliczeń zawiera tabl. 6.

Podaną w tabl. 5 ilość melasy równą 1,17 t/ha otrzymano przyjmując założenie, że stanowi ona 2,86% masy przerabianych w cukrowni buraków cukrowych. Z danych zawartych w tabl. 5 wynika, że najwięcej etanolu z 1 ha upraw różnych roślin można uzyskać z buraków cukrowych. Cennym produktem odpadowym do produkcji etanolu jest również melasa. Buraki cukrowe i melasa mogą mieć duże znaczenie w produkcji etanolu na cele transportowe. Aktualnie podstawowymi surowcami dla krajowych gorzeli jest żyto (z którego pochodzi 80% produkcji spirytusu) i ziemniaki (10% produkcji spirytusu). Z melasy wytwarza się 7% globalnej produkcji napojów alkoholowych.

Wartości podane w tabl. 6 dla każdego surowca obrazują jego ilość niezbędną do wytworzenia bioetanolu w takiej ilości, która pozwoli na osiągnięcie wymaganego udziału tego biopaliwa w ogólnej ilości zużywanych benzyn.

MELASA JAKO SUROWIEC DO PRODUKCJI ETANOLU W POLSCE

Melasa jest odciekiem pokrzystalizacyjnym, z którego nie można otrzymać cukru przez krystalizację, powstającym przy produkcji cukru z buraków cukrowych. Ilość melasy stanowi 2,4-4,3% w stosunku do masy przerabianych buraków. Bilans buraków cukrowych i melasy w Polsce w roku gospodarczym 2004/05 podano w tabl. 7.

Tabela 7. Bilans buraków cukrowych i melasy w roku gospodarczym 2004/05

Wyszczególnienie	Buraki cukrowe	Melasa
	tys. t	
Produkcja	12730	428
Eksport	0	326
Zużycie krajowe, w tym straty	12730	107
spasanie	60	0
zużycie przemysłowe	0	20
przetwórstwo	-	87
	12670	-

Źródło: dane GUS: „Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2005”, www.stat.gov.pl

Przyjmując wydajność etanolu na poziomie 303 dm³ z 1 tony melasy (tabl. 5) można określić, że ilość, powstającej podczas produkcji cukru, melasy pozwoliłaby wyprodukować ok. 129 mln dm³ etanolu.

Melasa jest cennym produktem odpadowym dla przemysłu fermentacyjnego z uwagi na dużą zawartość w niej sacharozy. Skład melasy jest następujący [2]:

- sacharoza 47-50%
- cukier inwertowany (glukoza i fruktoza) poniżej 5%
- rafinoza (trójcukier) 0,5-1%
- azot (w składzie białek, aminokwasów, amidów, betainy i azotanów) 0,5-2,7%
- popiół 8-10%
- ciała obce (osad, szlam) 0,3-0,5%
- kwasy organiczne nietłone (np. mlekowy, cytrynowy, szczawiowy) ok. 0,5%
- kwasy organiczne lotne (np. mrówkowy, octowy, propionowy, masłowy) 0,66-1,5%.

Trójcukier zawarty w melasie nie jest fermentowany przez drożdże, stwarza więc problemy przy wykorzystaniu melasy w procesie fermentacji alkoholowej. Hamująco na rozwój drożdży i proces fermentacji wpływają również lotne kwasy organiczne. W przypadku prowadzenia fermentacji alkoholowej melasy za pomocą drożdży konieczne jest zapewnienie, dla

prawidłowego ich rozmnażania, właściwej ilości węgla, azotu i fosforu oraz mikroelementów. Źródłem węgla jest cukier zawarty w melasie, natomiast zbyt małe ilości azotu i fosforu w melasie uzupełniane są w postaci dodawanego do brzezki melasowej roztworu siarczanu amonowego lub mocznika (jako źródło azotu) oraz wyciągu z superfosfatu lub fosforanu amonowego (jako źródło fosforu). Złożony skład chemiczny melasy – jest ona bowiem mieszaniną wielu związków różniących się swymi właściwościami chemicznymi i fizycznymi – utrudnia racjonalne i kompleksowe, w aspekcie wszystkich składników, jej wykorzystanie.

Najlepsza metoda to taka, która spełnia wymagania technologii bezodpadowej. Nie bez znaczenia jest też aspekt ekonomiczny jako kryterium celowości stosowania danej metody wykorzystania melasy. Nadmienić należy, iż zużycie melasy na cele paszowe nie zalicza się do racjonalnego kierunku jej wykorzystania, a według danych literaturowych w ten sposób zagospodarowuje się ponad połowę globalnej produkcji melasy [2].

Drugim kierunkiem wykorzystania melasy w skali świata jest zużycie jej jako surowca dla przemysłu fermentacyjnego: do produkcji etanolu surowego i na jego bazie bioetanolu oraz do wyrobu drożdży paszowych i piekarskich.

EKOLOGICZNE I EKONOMICZNE ASPEKTY PRZETWARZANIA MELASY NA ETANOL

W realizowanym w gorzelniach przemysłowych procesie fermentacji alkoholowej melasy przy udziale drożdży wykorzystywane są obecne w melasie: sacharoza i substancje mineralne. Etanol otrzymany z melasy znajduje zastosowanie do produkcji napojów alkoholowych (np. Włochy), jako surowiec do syntezy organicznej (np. Indie) oraz do produkcji bioetanolu używanego głównie jako biokomponent do paliw



Rys. 1. Schemat obrazujący miejsca powstawania odpadów technologicznych przy produkcji etanolu z melasy

(szczególnie w Brazylii, USA). Czynnikiem uniemożliwiającym szersze wykorzystanie melasy w gorzelniach, w tym w Polsce, są problemy związane z utylizacją odpadów technologicznych powstających w procesie produkcji etanolu z melasy.

Odpad technologiczny z procesu produkcji etanolu z melasy, w którym do prowadzenia fermentacji alkoholowej wykorzystywane są drożdże, stanowią drożdże odwirowane z przefermentowanej brzezki melasowej oraz wywar, tj. pozostałość po oddestylowaniu etanolu z przefermentowanej brzezki bezdrożdżowej (rys. 1).

Wywar jako pozostałość z gorzelnii melasowych stanowi poważny problem zarówno ekologiczny jak i ekonomiczny – duże jego ilości oraz skład chemiczny, który uniemożliwia skierowanie wywaru bez jego unieszkodliwienia do odbiorników ścieków. Dane obrazujące ilość powstającego wywaru w gorzelnii rolniczej i w gorzelnii przemysłowej przetwarzającej melasę zawiera tab. 8.

Tabela 8. Ilościowa charakterystyka produktów z gorzelnii rolniczej i przemysłowej

Produkt	Jednostka	Gorzelnia rolnicza, 1 tona ziemniaków	Gorzelnia przemysłowa, 1 tona melasy buraczkanej
Spirytus surowy	dm ³	110	303
Wywar	dm ³	1600	5000
Drożdże fermentacyjne suszone	kg	8	20
Drożdże paszowe z wywaru (suszone)	kg	b.d. ^{*)}	60
CO ₂ (np. do produkcji suchego lodu)	kg	60	150

*) b.d. brak danych

Tabela 9. Skład wywaru melasowego [5]

Substancja lub oznaczenie	Jednostka	Wartość
Sucha masa (s.m.)	%	5,7 - 7,8
Substancje organiczne	% s.m.	73,7 - 80,8
Popiół ^{*)}	% s.m.	19,2 - 26,3
Kwasy organiczne	% s.m.	4,7 - 11,6
Gliceryna	% s.m.	5,2 - 7,8
Betaina	% s.m.	12,4 - 18,6
Substancje barwne	% s.m.	21,4 - 32,8
Aminokwasy	% s.m.	1,8 - 2,9
Azot ogólny	% s.m.	3,6 - 5,2
^{*)} w tym:	zawartość w popiele w %	55,8
– potas		6,8
– sd		1,8
– wapD		0,5
– krzem		0,2
– żelazo		0,3
– magnez		24,5
– CO ₂		0,4
– fosfor		5,4
– SO ₄		

Przeciętna gorzelnia przemysłowa produkująca 60 m³ etanolu/dobę wytwarza ok. 990 m³ wywaru melasowego na dobę. Chemiczne zapotrzebowanie na tlen (ChZT) dla wywaru wynosi 40000-60000 mg O₂/dm³. Skład chemiczny wywaru melasowego prezentuje tab. 9.

Konieczność utylizowania wywaru melasowego i trudności z tym związane są powodem mniejszego zainteresowania melasą jako surowcem do produkcji etanolu w porównaniu z surowcami skrobiowymi (zboża, ziemniaki). Trudności te wpłynęły na podjęcie przez niektóre gorzelnie i zakłady produkujące bioetanol, np. w Chełmży decyzji o rezygnacji z melasy. W Chełmży wywar z melasy zagęszczano, po czym spalano wykorzystując jego wysoką wartość energetyczną. Część odparowanego wywaru sprzedawano jako nawóz.

Kierunek wykorzystania zagęszczonego wywaru melasowego jako nawóz nie może być preferowany, pomimo zawartości w nim wszystkich niezbędnych składników mineralnych. Mają na to wpływ poniższe powody:

- zużycie do zagęszczania wywaru dużych ilości energii cieplnej, elektrycznej i wody (ok. 0,183 kg pary do odparowania 1 kg wody, 0,05 kWh energii elektrycznej oraz ok. 70 m³ wody/1 m³ wywaru),
- droga aparatura do zagęszczania wywaru,
- konieczność odpotasowania wywaru (potas kumuluje się w roślinach uprawianych na glebach nawożonych wywarem, a takie rośliny nie są wskazane w żywieniu zwierząt), które nie jest tanie i proste,
- wykorzystanie przygotowanego wywaru do nawożenia gleb jedynie w bliskiej odległości od gorzelnii, bowiem transport wywaru na dalsze odległości nie ma uzasadnienia ekonomicznego.

Kierunek wykorzystania wywaru do drożdżowania w celu produkcji drożdży paszowych nie rozwiązuje obecnie całkowicie problemu powstających w tym procesie ścieków. W procesie drożdżowania wywaru stopień wykorzystania jego składników do budowy masy komórkowej drożdży wynosi do 15%, pozostała ilość substancji organicznych zostaje w odcieku poddrożdżowym, który wymaga dalszego oczyszczania.

Suszenie zagęszczonego wywaru, aby następnie go spalić jest procesem wysoce energetycznym, a w efekcie wpływa na bilans energetyczny produkcji etanolu mierzony wskaźnikiem wyrażanym stosunkiem energii wyprodukowanej do zużytej.

Przyszłościowym kierunkiem zagospodarowania wywaru melasowego powstającego przy produkcji etanolu z melasy wydaje się być wykorzystanie go do wytwarzania biogazu na drodze fermentacji metanowej. Z gorzelniczego wywaru melasowego o zawartości suchej masy na poziomie 7,5% można wytworzyć ok. 40-50 Nm³ biogazu na każdy m³ wywaru. Wywar melasowy jest głównym składnikiem mieszaniny substratów będącej wsadem dla instalacji biogazowej. Inne substraty to masa zielona w postaci kiszonki z kukurydzy oraz odpady z przetwórstwa buraków cukrowych (liście, wysładki). Wymieszanie wywaru z innymi składnikami zwiększa produkcję biogazu, a więc poprawia parametry ekonomiczne pracy biogazowni oraz wpływa na rentowność przedsięwzięcia szczególnie w przypadku, gdy substraty te stanowią odpad, a koszt ich zagospodarowania innymi metodami jest wysoki.

Przeprowadzając analizę ekonomiczną takiej biogazowni należy po stronie kosztów uwzględnić koszty budowy

instalacji oraz koszty operacyjne. W przypadku biogazowni wykorzystującej rocznie 100 tys. t wywaru melasowego oraz 15 tys. t masy zielonej (m.in. kiszonka z kukurydzy) koszty budowy szacowane są na ok. 18 mln zł, a koszty operacyjne na ok. 3 mln zł/rok (bez amortyzacji). Wśród rocznych kosztów operacyjnych główny udział mają koszty transportu (wywozu) odpadów po procesie fermentacji metanowej oraz koszty zakupu kiszonki z kukurydzy kształtujące się na poziomie ok. 560 tys. zł. Po stronie przychodów będą natomiast wpływy ze sprzedaży energii elektrycznej i ciepłej (biogaz spalany w układzie kogeneracyjnym jest źródłem „czystej” energii elektrycznej i ciepłej), sprzedaży świadectw pochodzenia energii odnawialnej, sprzedaży odpadu pofermentacyjnego jako nawozu organicznego (obecnie brak zysków z tej formy sprzedaży, bo brak jest odbiorców tego produktu) oraz ze sprzedaży „unikniętej” emisji, głównie gazów cieplarnianych. W 2007r. łączne przychody ze sprzedaży odnawialnej energii elektrycznej oraz ze sprzedaży świadectw pochodzenia „czystej” energii zakładom energetycznym wynoszą 360 zł/MWh. Odbiorcą energii elektrycznej może być również np. zakład wytwórczy bioetanolu. Możliwość sprzedaży energii ciepłej, pomniejszonej o potrzeby ciepłe biogazowni, zależy od lokalizacji instalacji biogazowni. Z uwagi na fakt, że produkuje ona ciepło przez cały rok, dobrym odbiorcą ciepła byłby zakład produkcyjny, np. zakład produkcji bioetanolu.

PODSUMOWANIE

Rozwój produkcji bioetanolu w Polsce jest konieczny, aby wypełnić zobowiązania unijne w zakresie udziału biopaliw w ogólnym zużyciu paliw na cele transportowe – w 2010r. na poziomie 5,75% (wg wartości energetycznej).

Nowe inwestycje w zakresie produkcji bioetanolu, a w ich efekcie wzrost udziału biopaliw na rynku paliw przyniosą wymierne korzyści ekologiczne, poprawę zdrowia społeczeństwa, pozwolą na dywersyfikację źródeł energii oraz przyczynią się do rozwoju produkcji rolniczej i stworzą nowe miejsca pracy.

Cennym surowcem do wytwarzania bioetanolu jest melasa. Według danych z roku gospodarczego 2004/05 ok. 70% melasy podlega eksportowi. Dla zwiększenia stopnia wykorzystania melasy w kraju w procesach fermentacji alkoholowej niezbędne są inwestycje przeznaczone do zagospodarowania melasowego wywaru gorzelniczego. Wydaje się, że właściwym kierunkiem zagospodarowania wywaru jest jego wykorzystanie do wytwarzania biogazu w procesie fermentacji metanowej.

Budowa biogazowni jest inwestycją kosztowną. Potencjalni inwestorzy będą chętniej inwestować w budowę biogazowni w przypadku, gdy znajdą się odbiorcy energii elektrycznej i ciepłej wytworzonych na bazie biogazu. W przypadku energii ciepłej dobrym odbiorcą byłby np. zakład wytwarzający bioetanol, natomiast w przypadku energii elektrycznej zakład energetyczny lub produkujący bioetanol.

Konieczność produkcji biopaliw pozwalająca wypełniać zobowiązania unijne, pozwoli w sposób racjonalny (z wykorzystaniem najnowszych technik) zagospodarować odpady poprodukcyjne w branży cukrowniczej poprzez produkcję bioetanolu oraz biogazu.

LITERATURA

- [1] Dyngus M.: Rynek biopaliw płynnych w Polsce – perspektywy rozwoju do 2010r. Biuletyn Informacyjny Agencji Rynku Rolnego, Warszawa 2006 nr 11 (185).
- [2] Dyrektywa 2003/30/WE Parlamentu Europejskiego i Rady UE z dn. 8.05.2003 w sprawie wspierania użycia w transporcie biopaliw lub innych paliw odnawialnych.
- [3] Jurgiel K.: Biopaliwa szansą dla rolnictwa, Konferencja Komisji Gospodarki Narodowej i Komisji Rolnictwa i Ochrony Środowiska nt.: „Odnawialne źródła energii – szanse i bariery”, Warszawa, maj 2006.
- [4] Karbowski A.: Analiza możliwości stosowania nośników energii produkowanych w oparciu o surowce ze źródeł odnawialnych, Krajowa Agencja Poszanowania Energii, Warszawa, marzec 2000, www.mos.gov.pl.
- [5] Kuminder J.: Utylizacja odpadów przemysłu rolno-spożywczego, Aspekty towaroznawcze i ekologiczne, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1996.
- [6] Kupczyk A.: Stan obecny i perspektywy wykorzystania biopaliw transportowych w Polsce na tle UE, Część II: Wybrane aspekty zasobowe, techniczno-technologiczne i ekologiczne, Energetyka 2007 nr 2.
- [7] Seminarium Polskiej Izby Paliw Płynnych nt.: Zadania polskiego sektora paliwowego w promocji biopaliw, Część II: FAME – estry metylowe kwasów tłuszczowych (prezentacja R. Gmyrka), Warszawa, marzec 2006.
- [8] Żmuda K.: Biopaliwa na własny użytek, Biuletyn Informacyjny Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa, 2006 nr 10 (107).

REQUIREMENTS IN RANGE OF PRODUCTION BIOETHANOL IN POLAND AND CAPABILITIES OF RECEIVING IT FROM MOLASSES*SUMMARY*

The need of food processing waste disposal with the use of the techniques and technologies goes hand in hand with biofuel production according to the UE regulations.

Request for bioethanol in Poland, essential for fulfillment of union requirements in range of biofuel participation in general expenditure of fuel in transport sector, were presented.

Ecological and economical aspects of obtaining of bioethanol from molasses, which is created in process of sugar production from sugar beet, were discussed.