

EKONOMICZNE I EKOLOGICZNE ASPEKTY PRODUKCJI ETANOLU ENERGETYCZNEGO W MAŁYCH GORZELNIACH ROLNICZYCH

Henryk Manteuffel Szoega, Michał Wiśniewski

*Katedra Ekonomiki Rolnictwa i Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

Streszczenie. Celem artykułu było określenie ekonomicznej dopuszczalności użycia surowca recyklingowanego w małej gorzelnii rolniczej i konsekwencji środowiskowych takiego postępowania. Takim rozwiązaniem, możliwym w niektórych jeszcze istniejących gorzelniach rolniczych, wydaje się być użycie jako surowca odpadów piekarniczych. Próbną taką odpędą na skalę produkcyjną były przeprowadzone w analizowanym przypadku. Przeprowadzono proste kalkulacje ekonomiczne, wykorzystujące te doświadczenia, odnoszące się do jednego przypadku. Produkcja etanolu ma perspektywy ze względu na rosnące wymagania prawne dotyczące udziału etanolu w paliwie transportowym. Wstępna faza przetwórstwa (na destylat rolniczy) z użyciem odpadów okazała się bardzo korzystnym interesem zarówno dla małej gorzelnii, jak i dużej piekarni. Koszt materiałowy dla gorzelnii jest około 10 razy mniejszy niż koszt ziarna żyta czy kukurydzy, co zmienia produkcję z nieopłacalnej na opłacalną. Dla piekarni koszt operacji netto jest zerowy, natomiast pojawiają się bardzo duże oszczędności kosztu alternatywnego zagospodarowania odpadów. Wywar gorzelniany może być użyty jako pasza dla zwierząt, nawóz rolniczy, surowiec do produkcji biogazu i butanolu, ale w przypadku małej gorzelnii z dużymi trudnościami. Pełne i wszechstronne jego wykorzystanie nie jest jeszcze osiągnięte, a ekonomika takich przedsięwzięć niezbadana.

Słowa kluczowe: odpad piekarniczy, etanol, gospodarka odpadowa, opłacalność

Wprowadzenie

Gorzelnie rolnicze stanowiły w wielkoobszarowych gospodarstwach rolniczych do II wojny światowej i po niej ważną gałąź przemysłu na wsi. Po zmianie ustroju gospodarczego w 1990 roku pojawił się, ze względu na zanik produkcji zwierzęcej w większości takich gospodarstw i zmiany w technologii żywienia zwierząt, problem z zagospodarowaniem wywaru.

Ważniejszym jednak problemem gorzelnii rolniczych po zmianie ustroju gospodarczego i politycznego w naszym kraju była szybka utrata ich rentowności. Destylat rolniczy prze-

stał być konkurencyjny kosztowo w stosunku do destylatu produkowanego w wielkich destylarniach przemysłowych, skądinąd powiązanych własnościowo ze sprzedanymi zagranicznym przedsiębiorstwom rektyfikatoriami skupującymi destylat.

W początku lat 90. ubiegłego wieku destylarni rolniczych było około 900, w końcu 2011 funkcjonowało ich jeszcze 28 (Kowalewska, 2009; Inorowicz, 2011).

Niekorzystna sytuacja rynkowa małych gorzelni zbiegła się dodatkowo ze spadkową długookresową tendencją w spożyciu mocnych napojów alkoholowych polskiej produkcji (Spożycie... 2011; Zmarzłowski, 2012).

Natomiast optymistyczną perspektywę dla producentów spirytusu otwiera polityka energetyczna Unii Europejskiej, a przez to także podporządkowana jej polityka polska. W roku 2015 paliwa transportowe będą musiały zawierać co najmniej 10% komponentów pochodzących z odnawialnych źródeł energii (Cygler i in., 2009). Dobrze mieszający się z benzyną spirytus jest takim komponentem. Popyt na spirytus (etanol) energetyczny powinien więc szybko rosnąć.

Opłacalność produkcji destylatu w małej gorzelni rolniczej

Opłacalność taka została zbadana na przykładzie jednej gorzelni używającej normalnie jako surowca ziarna żyta, pod względem rozmiarów produkcji i używanej technologii typowej dla jeszcze działających małych gorzelni w Polsce. Koszty zostały skalkulowane przy średnim poziomie produkcji 120 000 l destylatu na miesiąc. Gorzelnia zatrudnia pięciu pracowników i używa technologii zacieru na ciepło. Takie zatrudnienie i metoda produkcji są typowe dla 80% działających małych gorzelni, a średnia w nich wielkość produkcji wynosi 130 tys. litrów na miesiąc (informacja ustna prezesa Związku Gorzelni Polskich 15.07.2011).

Opłacalność została zbadana w dwóch poziomach cen, lat 2007–2008 i 2011–2012. Źródłem informacji były zapisy księgowe badanej gorzelni i wywiad z jej kierownikiem.

Koszty w tabeli 1 policzone zostały w odniesieniu do destylatu rolniczego, przeliczonego na równoważnik czystego alkoholu, w poziomie cen 2007–2008 roku jako: płace 5 pracowników po 1800 zł-miesiąc⁻¹, węgiel rodzaju groszek 523,4 zł-t⁻¹ i zużycie 1,5 kg-l⁻¹, energia elektryczna 6000 zł na miesiąc, enzym 2500 zł na miesiąc, transport własny i obcy szacunkowo 12 tys zł na miesiąc (głównie przywóz surowca, opału i wywóz wywaru na pole), naprawy zlecone 2400 zł na miesiąc, amortyzacja według wykazu majątku gorzelni z 2003 roku zaktualizowanego do poziomu cen roku 2007–2008, stopy amortyzacji podatkowej liniowej według załącznika do ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych (Wykaz..., 2002). Koszty pośrednie to przede wszystkim opłaty za pobór wody i zrzut ścieków, koszty administracyjne, jak podatek od nieruchomości, ubezpieczenia majątku, koszty licencji, koszty biurowe.

Co prawda majątek trwały badanej gorzelni jest według stóp amortyzacji podatkowej dawno już zamortyzowany, bo liczy w znacznej mierze już ponad 30 lat, koszt amortyzacji został jednak włączony do kalkulacji, na wypadek gdyby chodziło o nowszą lub zgoła nową gorzelnę, lub gdyby trzeba było go wymieniać. Według opinii kierownika gorzelni mógłby on jednak służyć średnio przez następne 30 lat. Skądinąd amortyzacja nie jest bardzo istotnym składnikiem sumy kosztów, które zależą przede wszystkim, jeśli nie liczyć surowca, od kosztu opału. Poza tym, jak wiadomo, amortyzacja podatkowa, nawet w swej

wersji liniowej, a nie przyspieszonej, na ogół oznacza znacznie szybsze zamortyzowanie majątku w stosunku do praktykowanych okresów jego użytkowania.

Tabela 1

Jednostkowe koszty destylatu w przeliczeniu na alkohol 100%, bez kosztu surowca w postaci ziarna żyta

Table 1

Unit costs of distillate converted into 100% alcohol without raw material cost in the form of rye seed

Element kosztów	Poziom cen roku			
	2007/2008		2011/2012	
	(zł·l ⁻¹)	(%)	(zł·l ⁻¹)	(%)
Płace	0,08	6,7	0,09	5,6
Węgiel kamienny	0,78	64,9	1,15	71,5
Energia elektryczna	0,05	4,2	0,06	3,7
Enzym	0,02	1,7	0,03	1,9
Transport	0,10	8,3	0,10	6,2
Naprawy	0,02	1,7	0,02	1,2
Amortyzacja	0,05	4,2	0,06	3,7
Koszty pośrednie	0,10	8,3	0,10	6,2
Razem	1.20	100	1,61	100

Koszty w poziomie cen 2011–2012 roku policzone zostały jako: płace 5 pracowników po 2100 zł·m·c⁻¹, węgiel rodzaju groszek 772,4 zł·t⁻¹ i zużycie 1,5 kg·l⁻¹ destylatu, energia elektryczna 7000 zł·m·c⁻¹, enzym 3500 zł·m·c⁻¹, transport własny i obcy szacunkowo bez zmian 12 tys. zł·m·c⁻¹ ze względu na oszczędnościowe zmiany jego rodzajów, naprawy zleczone podobnie 2400 zł·m·c⁻¹, amortyzacja według wykazu majątku gorzelnii z 2003 roku zaktualizowanego do poziomu cen 2011–2012 roku, stopy amortyzacji i koszty pośrednie jak poprzednio.

Największym kosztem produkcji destylatu jest jednak koszt surowca. W przypadku ziarna żyta średnia jego cena wynosiła według GUS w 2007 roku 660,6 zł·t⁻¹, a w 2011 roku 785,95 zł·t⁻¹ (GUS, 2012). Zużycie takiego surowca wynosi 3,125 kg·l⁻¹ destylatu przeliczonego na spirytus 100%. W przypadku badanej typowej destylarni oznaczało to w 2007–2008 roku koszt 2,06 zł·l⁻¹ i w 2011–2012 roku koszt 2,46 zł·l⁻¹. W ten sposób koszt całkowity osiągał 3,26 zł·l⁻¹ w roku 2007–2008 i 4,07 zł·l⁻¹ w roku 2011–2012. W przeliczeniu na destylat 92% daje to 3,0 zł·l⁻¹ w roku 2007–2008 i 3,74 zł·l⁻¹ w roku 2011–2012. Tymczasem średnia cena skupu wynosiła w pierwszym z tych lat 2,7 zł·l⁻¹, a w drugim 2,8 zł·l⁻¹. Przy takich cenach gorzelnia ponosiła stratę 0,30 zł·l⁻¹ w pierwszym i 0,94 zł·l⁻¹ w drugim z tych lat.

Użycie jako surowca ziarna kukurydzy niewiele zmienia głęboką deficytowość produkcji. Przy nieco większej wydajności 400 l·t⁻¹ ziarna (320 l·t⁻¹ ziarna w przypadku żyta) i wyższej średniej jego cenie 918 zł·t⁻¹ dawało to w poziomie cen roku 2011–2012 koszt surowca 2,29 zł·l⁻¹. Przy pozostałych kosztach w przybliżeniu równych koszt całkowity wynosił 3,90 zł·l⁻¹, a w przeliczeniu na destylat 92% – 3,59 zł·l⁻¹. Strata wynosi wtedy 0,79 zł·l⁻¹ destylatu.

Oplacalność produkcji przy użyciu surowca w postaci odpadów piekarniczych

W 2011 roku w analizowanej gorzelnii dokonano próbnie kilku odpędów przy użyciu innego niż tradycyjne surowce, mianowicie odpadów piekarniczych. Odpady pochodziły z bardzo dużej piekarni oddalonej od gorzelnii o około 120 kilometrów. Ten surowiec osiągał wydajność 250 litrów przeliczonego na czysty alkohol destylatu na tonę surowca. Przy takiej wydajności i przeciętnych rozmiarach produkcji potrzeba w analizowanej gorzelnii 16 ton surowca na dobę, co oznacza jedną dwudziestotonową ciężarówkę dziennie. Piekarnia, która oprócz odpadów produkcyjnych dysponuje także zwrotami niesprzedanego pieczywa z handlu, jest bez kłopotu w stanie zapewnić takie zaopatrzenie.

Użycie nowego surowca odpadowego zupełnie zmienia ekonomikę gorzelnii. Odpady są sprzedawane przez piekarnię po cenie 60 zł za tonę. Gorzelnia pokrywa też połowę kosztu transportu odpadów od piekarni do gorzelnii, wycenionego na 1000 zł za kurs, a więc 500 zł na dzień. Ten koszt został w przybliżeniu przyjęty za równy kosztowi transportu ziarna do gorzelnii w przypadku użycia takiego surowca.

Oprócz kosztu surowca zmieniają się korzystnie także koszty opału. Do podgrzania i homogenizacji zacieru potrzeba użyć tylko 1,3 kg węgla na litr destylatu przeliczonego na 100% alkohol.

Tabela 2

Koszt inwestycji potrzebnych do wdrożenia wykorzystania odpadów piekarniczych (tys. zł)

Table 2

Cost of investments necessary for implementation of the bakery waste use (thousand PLN)

Element nowego wyposażenia	Koszt
Urządzenie do obsuszania odpadów chlebowych, wymienniki ciepłe, pompy do tłoczenia wywaru	30
Urządzenia do rozpakowywania odpadów chlebowych z folii	20
Taśmociągi	10
Urządzenia do rozdrabniania surowca	40
Mieszadła do zbiornika moczającego surowiec	20
Wyłapywacze (maszyna pozwalająca rozdzielać papier oraz tworzywa sztuczne od odpadów piekarniczych)	10
Razem	130

Próbne odpędy odbywały się przy ręcznym przygotowywaniu surowca. Przy ciągłej produkcji czynności te należałoby jednak zmechanizować, do czego potrzeba dodatkowego wyposażenia. Koszt inwestycji w nowe urządzenia został oszacowany na 130 tys. zł (tab. 2). Amortyzacja tych urządzeń w tak niskim stopniu wpływa na koszt amortyzacji całego majątku gorzelnii, że przy przyjętych zaokrągleniach nie zmieni ona kosztu produkcji 1 litra destylatu przeliczonego na etanol 100%. W przybliżeniu przyjęto też, że koszt energii potrzebnej do napędu nowych urządzeń zrówna się z oszczędnością kosztu powstającego przy przygotowaniu innego surowca. Głównym kosztem może się okazać koszt przerw w produkcji spowodowany instalacją nowych urządzeń. Instalacja może potrwać w sumie do 2 miesięcy, choć niekoniecznie aż tyle muszą trwać przerwy w pracy gorzelnii. Koszty jednostkowe w nowej sytuacji, bez uwzględnienia kosztu surowca, zestawione są w tabeli 3.

Tabela 3

Jednostkowe koszty destylatu w przeliczeniu na alkohol 100%, bez kosztu surowca w postaci odpadu piekarniczego; poziom cen 2011–2012 roku

Table 3

Unit costs of distillate converted into 100% alcohol without the costs of raw material in the form of the bakery waste, level of prices in 2011–2012

Element kosztów	Koszt (zł·l ⁻¹)	(%)
Płace	0,09	6,2
Węgiel kamienny	1,00	68,6
Energia elektryczna	0,06	4,1
Enzym	0,03	2,1
Transport	0,10	6,8
Naprawy	0,02	1,3
Amortyzacja	0,06	4,1
Koszty pośrednie	0,10	6,8
Razem	1,46	100

Koszt surowca w przypadku użycia odpadów piekarniczych wynosił w poziomie cen 2011–2012 roku 0,24 zł·l⁻¹, co daje koszt całkowity równy 1,70 zł·l⁻¹ w przeliczeniu na etanol 100%, a na destylat 92% 1,56 zł·l⁻¹. Przy cenie sprzedaży 2,8 zł·l⁻¹ daje to zysk równy 1,24 zł·l⁻¹.

Nowa technologia produkcji wymaga jednak ciągle udoskonaleń. W szczególności potrzebne byłoby:

- opracowanie nowego systemu selekcji surowca, w maksymalnym stopniu eliminującego materiał zawierający inhibitory fermentacji alkoholowej,
- opracowanie systemu rozdrabniającego surowiec z wydajnością 5 ton na godzinę,
- opracowanie nowych mieszadeł do zbiornika moczającego surowiec.

Dla piekarni dostarczającej surowiec przedsięwzięcie jest też bardzo opłacalne. Piekarnia płaci przedsiębiorstwu odbierającemu odpady 274 zł·t⁻¹. To przedsiębiorstwo wywozi je na składowisko komunalne oddalone o 88 kilometrów. W przypadku sprzedaży odpadów gorzelnii ich cena pokrywa z nadwyżką 28,75 zł·t⁻¹ połowę kosztu transportu, która obciąża piekarnię. Po dodaniu oszczędności kosztu odbioru przez przedsiębiorstwo zagospodarowania odpadów korzyść oczyszczalni wynosi 302,75 zł·t⁻¹. W świetle tych kalkulacji wydaje się uzasadnioną ewentualna renegocjacja umowy przez gorzelnię w celu podzielenia się tą korzyścią z piekarnią.

Ekologiczne aspekty zmiany surowca w produkcji etanolu w małej destylarni rolniczej

Podstawową zmianę w oddziaływaniu na środowisko naturalne stanowi zaniechanie składowania odpadów piekarniczych na wysypisku. Zamiast bezużytecznie ulegać na wysypisku stopniowo fermentacji metanowej i denitryfikacji, emitując do atmosfery gazy cieplarniane i zakwaszając opady atmosferyczne, są one przetwarzane w dużej części na produkt konsumpcyjny lub energetyczny. W najbliższej przyszłości zresztą ich składowanie będzie utrudnione, bo zgodnie z wytycznymi Unii ustawa o odpadach (Ustawa...

2012) przewiduje, że do końca 2013 roku nie więcej niż 50% komunalnych odpadów (do których łatwo mogą być zaliczone odpady piekarnicze), a do końca 2020 roku nie więcej niż 35% takich odpadów, będzie można składować na wysypiskach.

Odpadem z produkcji gorzelnianej jest przede wszystkim wywar. Przez krótki czas, dopóki nie zagnije, stanowi on wartościową paszę dla bydła, a także dla świń, jeśli są przyzwyczajone od wczesnego wieku do jego spożywania. Jednakże przy obecnej strukturze agrarnej ten sposób utylizacji wywaru jest (jak wspomniano na wstępie) praktycznie niemożliwy do realizacji. Analizowana destylarnia sprzedaje okolicznym rolnikom nie więcej niż 1% wytwarzanego wywaru (Wiśniewski, 2011). Wożenie wywaru na odległość większą niż 10 km uznaje się już za absolutnie nieopłacalne (Bogucka, 2010). Poza tym wywar jest paszą sezonową, wiosną i latem bydło żywi się nim niechętnie. W dodatku resztki wywaru gniją w korytach i mleko od karmionego nim bydła jest gorszej jakości, nie nadaje się do produkcji wysokogatunkowych serów (doc. Jerzy Kiersnowski, informacja ustna).

Wywar popiekarniczy ma w zawartej w nim suchej masie (zakładając, że jego skład fizyczny i chemiczny jest zbliżony do składu wywaru zbożowego) dużą ilość prostych związków węgla, azotu, a także innych pierwiastków, co sugeruje jego kierunki wykorzystania w postaci produkcji biogazu i nawożenia pól uprawnych. Takie wykorzystanie w naszym kraju było dotychczas praktykowane tylko na skalę eksperymentalną. W innych krajach, np. w Indiach, stosowany jest jako nawóz na skalę produkcyjną (Karanam i Joshi, 2010).

Dobrym rozwiązaniem byłoby kolejne wykorzystanie wywaru w obu zastosowaniach, najpierw uzyskanie z niego w wyniku fermentacji metanowej biogazu (obecnie odzysk energii w badanej oczyszczalni ogranicza się do odzysku energii cieplnej z przejściowego zbiornika chłodzącego wywar, o pojemności 170 000 l), następnie zaś użycie zawartych w nim związków azotu i innych pierwiastków do nawożenia pól. Projekt takiego systemu, przez autorów nazywanego Systemem Skojarzonym, przerobu tego odpadu (Krużewski i in., 2012) ma jednak, jak się wydaje, ewidentną wadę. Pofermentacyjny ściek z biogazowni ma być według projektu przetrzymywany do chwili rozwieżenia go na pole w lagunach przyzakładowych. Wykorzystanie go do nawożenia nastąpić może, np. w przypadku uprawy żyta ozimego, wykorzystywanego dotychczas do produkcji destylatu rolniczego, w trzech terminach w roku: na jesieni – przedsięwnie, we wrześniu – jako tzw. dawka startowa, a następnie wczesną wiosną, kiedy tylko jest możliwy wjazd na pole (np. już w marcu) i ewentualnie jako druga dawka późniejszą wiosną, np. w późnym kwietniu (Łabętowicz i in., 2002). Przy ciągłej produkcji destylatu wymagałoby to zbiorników na przetrzymywanie ścieku z biogazowni przez około pół roku. Zbiorniki takie zajmowałyby dużo przestrzeni, wyłączając ją z produkcji rolnej, więc powodując koszt alternatywny w postaci utraconego zysku z tej produkcji (według np. Opolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w cenach 2010 roku byłoby to przy intensywnej produkcji żyta ozimego $637 \text{ zł} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Opolski..., 2010)). Poza tym ich budowa kosztowałaby dużo (ponad 30 tys. złotych za zbiornik ziemny o pojemności 2500 m^3 uszczelniony folią – ceny w powiecie grójeckim w 2011 r.) (informacja ustna). Cztery zbiorniki o wymiarach $20 \times 50 \times 2,5 \text{ m}$ zajęłyby powierzchnię około jednego hektara.

Najważniejsza jednak jest potencjalna strata wartości nawozowej magazynowanej cieczy na skutek ulatniania się z niej azotu w postaci amoniaku. Po kilkumiesięcznym przetrzymywaniu wartość ta zapewne niewiele różniłaby się od wartości wody. Wody tej trzeba

by było też jakoś się pozbyć, np. przez rozdeszczowanie, co przy uprawie takiej jak zboża nie zapewnia opłacalności nawadniania. Obecnie stosowane jest przez badaną gorzelnię wywożenie na część posiadanych pól surowego wywaru, co powoduje tak znaczne przენawożenie, że pole przez co najmniej rok jest ugorowane, a azot częściowo ulatnia się, częściowo jest wymywany do wód podziemnych. To drugie jest szczególnie potępiane przez Unię (Council..., 1991). Częściowo tylko wywar wykorzystywany jest jako nawóz dopiero po roku. To, co pozostaje na następny rok, wystarcza jednak do uzyskiwania bardzo dobrych plonów, np. owsa $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Pole wciąż jest jednak przენawożone, co powoduje np. nadmierny wzrost ozimych przed zimą i stąd ich możliwe wymarzenie.

Ze względu na swój skład wywar posiada potencjalnie dużą wartość nawozową. Publikacje różnych badań podają trochę różniący się jego skład. Przyjmując za Szulcem i in. (2009) $5,9 \text{ dkg}$ suchej masy na liter wywaru, a w niej $44,4 \text{ gN}\cdot\text{kg}^{-1}$, $11,3 \text{ gP}\cdot\text{kg}^{-1}$ i $15,4 \text{ gK}\cdot\text{kg}^{-1}$, otrzymujemy $2,6 \text{ gN}$, $0,7 \text{ gP}$ i $0,9 \text{ gK}$ na liter wywaru. Ponieważ poprawne nawożenie przy intensywnej uprawie zboża ozimego wymaga 94 kgN , 74 kgP i 111 kgP na hektar (Opolski..., 2010), nawożenie samym wywarem nie wystarcza i potrzeba dodatkowego nawożenia fosforem i potasem. Jednakże gdyby udało się zastąpić wywarem przemysłowy nawóz azotowy, a także część fosforowego i potasowego, oznaczałoby to oszczędność kosztów rolniczych podaną w tabeli 4.

Tabela 4

Jednostkowe hipotetyczne roczne oszczędności kosztu nawożenia żyta ozimego przy całkowitym wykorzystaniu wartości nawozowej wywaru żytniego ($\text{zł}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Table 4

Unit hypothetical annual savings of the winter rye fertilization costs at the total use of the fertilizer value of the rye decoction ($\text{PLN}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Składnik nawozowy	Poziom cen roku	
	2007	2011
Fosfor	167,83	301,14
Potas	87,45	171,20
Azot	238,98	372,24
Razem	494,26	844,58

Źródło: obliczenia własne na podstawie opracowań Opolski..., 2010; Rynek..., 2012

Według zaleceń Opolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego ilość azotu zawartego w wywarze przy produkcji $120\ 000 \text{ l}$ destylatu na rok wystarczyłaby przy intensywnej produkcji żyta ozimego (plon $4,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) na nawożenie $521,7 \text{ ha}$ (Opolski..., 2010). Opisywana przykładowo gorzelnia dysponuje mniej więcej taką powierzchnią pól, lecz przeszkodą jest rozmijanie się w czasie produkcji wywaru i potrzeb nawożenia. Poza tym wywiezienie całości wywaru, wynoszącej $18\ 720 \text{ m}^3\cdot\text{rok}^{-1}$ przy zakładanej produkcji destylatu i przy założeniu 12 dni roboczych, przeznaczonych na nawożenie w każdym z trzech terminów agrotechnicznych odpowiednich dla zboża ozimego, wymagałoby zaangażowania około

9 traktorów i beczkowozów, bo zestaw taki o pojemności 10 m^3 jest w stanie wykonać przeciętnie 6 kursów na pole dziennie. Gorzelnia zaś dysponuje typowo tylko jednym beczkowozem, który jest w stanie wywieźć całość wywaru na pole, ponieważ wywozi go

codziennie, bez względu na porę roku. Donajem traktorów wraz z traktorzystami byłby wśród okolicznych rolników zapewne możliwy, ale 8 beczkowozów trzeba by było dokupić, po około 10 tys. zł za sztukę.

Rozmijanie się czasów wytwarzania i ewentualnego rolniczego stosowania wywaru jest prawdopodobnie przyczyną nieuznawania go przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi za nawóz rolniczy, mimo usilnych starań czynionych przez Związek Gorzelni Polskich (Wiśniewski, 2011).

Z różnych dróg (nieopisanych tutaj) możliwego zagospodarowania wywaru najbardziej obiecującym jest ciąg: fermentacja alkoholowa i użycie biogazu jako paliwa, wykorzystanie odcieku do produkcji nawozu, a wody pościekowej do nawodnień. Nie jest on jednak zbadany pod względem ekonomicznym i nie zrównoważony pod względem energetycznym. Przy bardzo przybliżonych obliczeniach bilansu energii, energia uzyskana ze spalania etanolu i biogazu z wywaru stanowi tylko 73% energii zużytej przy spalaniu węgla w destylarni (uzyskana 19,6 MJ ze spalania etanolu i 5,5 MJ ze spalania biogazu, zużyta 34,5 MJ ze spalania węgla, wszystko odnośnie 1 litra destylatu).

Podsumowanie

Zmiana surowca w małej gorzelni rolniczej z ziarna żyta lub kukurydzy na odpady piekarnicze zmienia produkcję destylatu z wysoce nieopłacalnej na wysoce opłacalną. Dostarczanie surowca przez dużą piekarnię także jej się wysoce opłaca, na skutek oszczędności kosztów odbioru i składowania odpadu. Zmiana surowca ma też pozytywne aspekty ekologiczne przez unikanie składowania odpadów. Zagospodarowanie wywaru gorzelnianego z małej gorzelni, wypróbowane eksperymentalnie, wciąż nie jest w pełni wdrożone praktycznie, a jego ekonomika wciąż niezbadana. Wykorzystanie etanolu jako paliwa ze źródła odnawialnego prawdopodobnie jest nieefektywne pod względem energetycznym.

Literatura

- Aktualności*. Związek Gorzelni Polskich. (2012). Pozyskano z: www.zgp.org.pl.
- Bogucka, B. (2010). *Przyrodnicze sposoby utylizacji wywaru gorzelnianego*. Praca licencjacka na Wydziale Rolnictwa i Biologii SGGW Warszawa, Maszynopis.
- Council Directive of 12 December 1991 Concerning the Protection of Waters Against Pollution Caused by Nitrates from Agricultural Sources. 91/676/EEC. (1991). *Official Journal of the European Communities nr L 375/1*.
- Cygler, M.; Manteuffel, W.; Sasin, R.; Wojtkowska-Lodej, G. (2009). *Changes in the European climate and energy policy: implications for the Polish economy*. Warszawa, Oficyna Wydawnicza SGH.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. (2009). *Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich nr L 140*.
- GUS. *Portal informacyjny. Ceny produktów rolnych w styczniu 2012 r.* Warszawa, GUS, 2012. Pozyskano z: http://www.stat.gov.pl/gus/5840_1335_PLK_HTML.htm.
- Inorowicz, J. (2011). Dalszy regres w gorzelnictwie. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 2, 6-7.

- Karanam, P.V.; Joshi, H.C. (2010). *Application of distillery effluents to agricultural land: Is it a win-win option for soils and environment*. 19th World Congress of Soil Science. Soils Solutions for a Changing World : 1-6. August 2010, Brisbane.
- Kłosowski, G., Czupryński, B., Sieliwanowicz, B., Kotarska, K., Wolska, M. (2002). Próby wykorzystania żytniego wywaru gorzelnianego do produkcji biogazu. *Prace Instytutów i Laboratoriów badawczych Przemysłu Spożywczego*, 57, 50-70.
- Kowalewska, M. (2009). Stan gorzelni rolniczych w Polsce. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 10, 36-37.
- Krużewski, W.; Kaczmarek, I.; Bronk, B.; Kołodziej, J. (2012). *Generacja energii z odpadów i wytwarzanie bioetanolu w układach hybrydowych*. [w:] Najnowsze osiągnięcia z zakresu OZE wraz z przedstawieniem barier we wdrażaniu wyników badań do praktyki gospodarczej oraz sugestiami ich rozwiązań. B. Mickiewicz (red.). Koszalin, Eskpert-SITR spółka z o.o.
- Kupczyk, A., Osiak, J., Wasiak, G. (2011). Biopaliwowe problemy Unii Europejskiej. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 4, 28-29.
- Łabętowicz, J.; Stępień, W.; Gutowska, A. (2002). Ocena możliwości zastosowania wywaru gorzelnianego do celów nawozowych. *Prace Instytutów i Laboratoriów Badawczych Przemysłu Spożywczego*, 57, 41-49.
- Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. *Zintegrowany system rolniczej informacji rynkowej. Rynek zbóż*, 2012. Pozyskano z: <http://www.minrol.gov.pl/pol/Rynki-rolne/Zintegrowany-System-Rolniczej-Informacji-Rynkowej/Biuletyny-Informacyjne/Rynek-zboz>.
- Odum, H.T. (1996). *Environmental Accounting, Energy and Decision Making*. Nowy Jork, John Wiley.
- Opolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Łosiuwie. *Kalkulacja kosztów produkcji. Żyto ozime*. (2012). Pozyskano z: <http://www.oodr.pl/pdf/zoII10>.
- Rynek Rolny*. (2007-2011 passim). Pozyskano z: <http://waw.ierigz.waw.pl/publikacje/rynek-rolny>.
- Spożycie alkoholu*. (2011). Warszawa, Państwowa Agencja Rozwiązywania Problemów Alkoholowych. Pozyskano z: www.parpa.pl.
- Szewczyk, K.W. (2010). *Zarys możliwości wykorzystania etanolu jako odnawialnego źródła energii*. Warszawa, Ministerstwo Infrastruktury. Pozyskano z: www.mi.gov.pl.
- Szulec, W.; Rutkowska, B.; Łabętowicz, J.; Gutowska, A. (2009). Wywar gorzelniczny – odpad czy nawóz organiczny? *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 535, 423-433.
- Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. (2012). *Dziennik Ustaw RP.*, poz. 21.
- Wiśniewski, M. (2011). *Działalność Gorzelni Rolniczej Załuski na rynku spirytusowym*. Warszawa. Praca magisterska na Wydziale Nauk Ekonomicznych SGGW.
- Wykaz rocznych stawek amortyzacyjnych. Załącznik do ustawy z dn. 27 lipca 2002 r. o zmianie ustawy o podatku dochodowym od osób prawnych (2002). *Dziennik Ustaw R. P.*, 141, poz. 1179.
- Zmarzłowski, K. (2011). *Ekonomiczno-społeczne uwarunkowania spożycia wyrobów alkoholowych w gospodarstwach domowych*. Warszawa. Autoreferat pracy doktorskiej na Wydziale Nauk Ekonomicznych SGGW. Maszynopis powielany.

ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF ETHANOL PRODUCTION IN SMALL AGRICULTURAL DISTILLERIES

Abstract. The paper's objective is to check the economic feasibility of using a recycled material for ethanol production in a small agricultural distillery and of the environmental consequences of this operation. Using bakery waste as raw material for distillation seems to be a plausible solution for the still surviving agricultural distilleries. Some test runs on the full production scale have been performed. The methodology for this research included simple cost calculations and comparisons on the example of a typical small agricultural distillery. A sufficient supply can be secured in the vicinity of a big bakery. Sale of the produced ethanol may be facilitated due to the state regulations requiring a growing percentage of ethanol content in the transportation gasoline. The distillery effluents can be utilized as a component of animal feed and also as an agricultural fertilizer or as a raw material for biogas or butanol production, though a complete utilization is still dubious. The deal with new raw material in the agricultural distillate production has proved to be economically feasible for both the supplying bakery and the distillery in a typical case analysed in the paper. The cost of raw material for the distillery was more than 10 times less than in the case of processing rye or maize grain. This turns the ethanol production from unprofitable into profitable. The net cost for the bakery was null and it is getting significant savings in the cost of a traditional way of waste disposal. Various possible extensions to the agricultural utilization of waste from the distillate production are also indicated with a preliminary evaluation of their viability, hardly attainable in small distilleries.

Key words: bakery waste, ethanol, waste management, profitability

Adres do korespondencji:

Henryk Manteuffel Szoega; e-mail: Henryk_Manteuffel@sggw.pl
Katedra Ekonomiki Rolnictwa i Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
Nowoursynowska 166
02-787 Warszawa