



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search  
<http://ageconsearch.umn.edu>  
[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

**Alina Dereszewska, Renata Korzeniowska-Ginter**

*Akademia Morska w Gdyni*

## **OCENA PRZYDATNOŚCI ODPADÓW PIEKARSKICH DO ZINTENSYFIKOWNIA PROCESÓW FERMENTACJI I DENITRYFIKACJI W KOMUNALNEJ OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW**

*THE EVALUATION OF THE BAKERY WASTE SUITABILITY FOR  
INTENSIFICATION OF FERMENTATION AND DENITRIFICATION PROCESSES  
IN THE MUNICIPAL SEWAGE TREATMENT PLANT*

**Słowa kluczowe: odpady piekarskie, biogaz, denitryfikacja, źródło węgla**

*Key words: bakery and confectionery waste, biogas, denitrification, carbon source*

*JEL codes: Q53*

**Abstrakt.** Przeanalizowano przydatność odpadów piekarsko-cukierniczych (OPC) jako substratu do produkcji biogazu w procesie kofermentacji z osadem czynnym z biologicznej oczyszczalni ścieków. Badaniami objęto również odpady spleśniałe. Wyniki badań wykazały, że roztwory OPC nawet po znacznym skażeniu pleśnią, mogą być stosowane do procesu fermentacji metanowej. Z 1 kg suchej masy osadu wstępnego uzyskano 88,6 dm<sup>3</sup> biogazu, natomiast z takiej samej ilości OPC maksymalnie otrzymano 228 dm<sup>3</sup>. Wyznaczono także współczynnik ChZT:N dla odcieków uzyskanych z roztworów OPC, w celu określenia ich potencjalnej przydatności jako źródła węgla organicznego wspomagającego proces denitryfikacji napowietrzonych ścieków. Wartości ChZT przekraczające 40 tys mg O<sub>2</sub>/dm<sup>3</sup> i wysoki współczynnik ChZT:N predestynują badane odcieki jako zewnętrzne źródło węgla w procesach denitryfikacji.

### **Wstęp**

Odpady piekarnicze stanowią nieznaczny udział w rynku odpadami. Jednak corocznie w Polsce powstaje około 170 Mg odpadowego pieczywa, a statystyki te nie obejmują odpadów powstających w gospodarstwach domowych i usuwanych łącznie z innymi odpadami kuchennymi [Kawa-Rygielska, Pietrzak 2011]. Ponowne zagospodarowanie odpadów powstających na etapie produkcji, a szacuje się, że dotyczy to aż 5-10% produkcji pieczywa, jest utrudnione ze względu na znaczną podatność odpadów na skażenie mikrobiologiczne [Gambuś i in. 2014]. Pieczywo jest narażone na rozwój bakterii, pleśni i drożdży. Wśród bakterii najczęściej spotykanym gatunkiem jest *Bacillus*. Na przechowywanym chlebie rozwijają się grzyby rodzaju *Mucor*, *Rizophus*, *Aspergillus* oraz *Penicillium* [Stuper, Perkowski 2010]. Wydzielane przez mikroorganizmy enzymy amylolityczne przyczyniają się do hydrolizy skrobi na cukry proste.

Pieczywo charakteryzuje stosunkowo duża wartość energetyczna w zakresie od 210 do 300 kcal/100 g. W zależności od składu, pieczywo zawiera od 49 do 60% węglowodanów w tym maksymalnie 5% cukrów prostych i dwucukrów, a zdecydowaną większość stanowi sacharoza. Zawartość białka w pieczywie może wynosić od 3,8 do ok 10%, a tłuszczów od 1,3 do 4,7% [Kunachowicz i in. 2005]. Z tego względu podejmuje się wiele starań, aby wykorzystać odpady piekarsko-cukiernicze, bogate w wysokoenergetyczne związki organiczne. Jednym z rozwijających się kierunków jest fermentacja alkoholowa, prowadząca do uzyskania z OPC paliwa – bioetanolu [Kawa-Rygielska, Pietrzak 2011]. Metodą alternatywną, umożliwiającą odzysk energii, jest proces beztlenowej fermentacji metanowej. W procesie fermentacji odpady organiczne są przetwarzane w biogaz, którego główny składnik stanowią metan i dwutlenek węgla. Biogaz może być następnie przekształcony w energię cieplną lub elektryczną. Jest to rozwiązanie często stosowane w biogazowniach rolniczych [Curkowski 2013]. Przewiduje się, że do roku 2020 ma powstać w Polsce około 2000 takich biogazowni. Produkcja biogazu i przetwarzanie go na energię,

oprócz zagospodarowania uciążliwych odpadów rolnych, zmniejsza zapotrzebowanie na energię konwencjonalną, a tym samym obniża emisję zanieczyszczeń do atmosfery [Sulewski i in. 2016].

Do produkcji biogazu można wykorzystywać z powodzeniem wiele odpadów poprodukcyjnych z przemysłu rolno-spożywczego. Jednym z surowców wykorzystywanych w bardzo niewielkim stopniu (około 1% ogółu substratów stosowanych w biogazowniach) są odpady piekarnicze i cukiernicze [Curkowski 2013]. Ze względu na stosunkowo dużą zawartość węglowodanów mają one wysoki potencjał metanotwórczy. Z jednego megagrama suchej masy (Mg s.m.) odpadów cukierniczych można uzyskać 536 m<sup>3</sup> biogazu (w tym 330 m<sup>3</sup> metanu) [Witaszek i in. 2014]. Przy wykorzystaniu odpadów piekarskich wartość ta jest mniejsza i wynosi około 450 m<sup>3</sup> biogazu z jednego Mg s.m. [Kot i in. 2015]. Produkcja biogazu zależy od procentowej zawartości różnych związków organicznych w odpadzie. Badania procesu fermentacji metanowej wykazały, że najszybciej przetwarzane są węglowodany, a najwolniej tłuszcze, choć te ostatnie są źródłem większej ilości biogazu [Damasiewicz, Romaniuk 2014].

Wyselekcjonowane, biodegradowalne odpady organiczne mogą być przetwarzane również w komunalnych oczyszczalniach ścieków. W technologiach stosujących komory fermentacyjne do utylizacji osadów ściekowych (wstępnego i czynnego) obserwuje się trend do wdrażania kofermentacji czyli współfermentowania osadów z oczyszczalni z odpadami organicznymi [Nowak i in. 2015]. Dzięki temu zwiększona zostaje produkcja biogazu, co umożliwia pokrycie znacznej części zużywanej w oczyszczalni energii, a nawet może prowadzić do samowystarczalności energetycznej i sprzedaży nadmiaru produkowanej „zielonej energii” [Bodik, Kubaska 2013]. Podstawowym warunkiem procesu kofermentacji jest pozyskanie wyselekcjonowanych odpadów, które nie mają negatywnego wpływu na procesy zachodzące podczas fermentacji osadu czynnego. Z tego względu wskazane jest przeprowadzenie badań pilotażowych przed wprowadzeniem do kofermentacji nowego substratu.

Innym, bardzo ważnym procesem technologicznym w biologicznej oczyszczalni ścieków, który można wspomagać stosując substancje odpadowe, jest usuwanie związków azotu ze ścieków. Biologiczne oczyszczanie ścieków wymaga dostarczenia bakteriom osadu czynnego znacznych ilości związków węgla organicznego. Podstawowym źródłem węgla są dopływające ścieki, jednakże niektóre procesy, zwłaszcza denitryfikacja azotanów (powstałych z utleniania związków amonowych) wymaga dodatkowego zasilania osadu pożywką. Do najczęściej wykorzystywanych zewnętrznych źródeł węgla należą takie substraty, jak: metanol, etanol, skrobia techniczna [Bever i in. 1997]. Przy doborze substratu ważnym czynnikiem jest jego koszt, z tego względu wykorzystywane są także liczne produkty odpadowe, przykładowo: ścieki z browaru, ścieki z przemysłu rybnego, oleje fuzlowe. W przypadku preparatów pochodzących z surowców odpadowych ważne jest również, aby nie pochodziły z upraw sezonowych i mogły być stosowane przez cały rok kalendarzowy [Swinarski 2008]. Wyroby piekarsko-cukiernicze, bogate w węglowodany i tłuszcze są potencjalnym źródłem łatwo przyswajalnego węgla organicznego, ale do tej pory nie prowadzono badań nad wykorzystaniem ich do wspomagania denitryfikacji ścieków.

Parametrem, pośrednio określającym zawartość węgla w substracie, determinującym przydatność surowca do wspomagania procesu denitryfikacji jest wartość chemicznego zapotrzebowania na tlen (ChZT). Jest to ilość tlenu wyrażona w miligramach potrzebna do utlenienia 1 grama substratu. Przykładowo: dla metanolu ChZT wynosi 1,5 mln, natomiast dla ścieków z przemysłu rybnego jedynie 40–60 tys. Drugim warunkiem jest niska zawartość azotu w substracie. Z tego względu dla zewnętrznych źródeł węgla wyznacza się parametr ChZT : N. Ważna jest również, aby węgiel organiczny był w postaci dobrze przyswajalnych związków, które nie wymagałyby długiego czasu adaptacji osadu. Ten parametr jest bardzo niekorzystny dla powszechnie stosowanego metanolu. Natomiast surowce odpadowe, mimo niższej wartości ChZT, zazwyczaj są dobrze przyswajane przez osad czynny i skutecznie zwiększają szybkość denitryfikacji [Swinarski 2008].

Głównym celem artykułu jest zbadanie przydatności wyselekcjonowanych odpadów piekarsko-cukierniczych, w tym odpadów spleśniałych, jako surowca do kofermentacji z osadem czynnym biologicznej oczyszczalni ścieków. Celem było także wyznaczenie dla odcieków z OPC parametru ChZT:N i określenie ich przydatności do wspomagania procesów denitryfikacji ścieków.

## Material i metodyka badań

Odpady piekarskie stanowiły wysuszone odpady różnorodnego asortymentu chleba: pszenny, żytni, mieszany). Jako odpady cukiernicze wykorzystano mieszaninę ciast suchych (herbatniki, ciasta drożdżowe i francuskie, babki). Sucha masa wykorzystanych odpadów wynosiła odpowiednio dla chleba 79,6%, dla ciastek 85,3%.

W oczyszczalni ścieków, ze względu na sposób dozowania odpadów do komory fermentacyjnej, najpraktyczniejszą formą jest przygotowanie z odpadów piekarsko-cukierniczych roztworu (moczka OPC) o dobrych parametrach reologicznych (łatwy przepływ masy) i stosunkowo małym rozcieńczeniu (aby nie rozcieńczać osadu czynnego w komorze). Przygotowanie moczki umożliwia również pozyskiwanie z niej odcieków, które mogą być wykorzystane do zasilania węglem organicznym procesu denitryfikacji. Przeprowadzone badania wstępne wykazały, że optymalne proporcje przy sporządzaniu przydatnego w technologii roztworu wynoszą 1 kg OPC: 8 kg wody. Odpady rozdrobione nożem rozcieńczane były wodą o temperaturze 70°C, co miało za zadanie ułatwić hydrolizę węglowodanów. Z punktu widzenia technologii przetwarzania odpadów, temperaturę 70°C uzyskuje się w urządzeniach przeznaczonych do pasteryzacji, przygotowanie w nich moczki o podanym wyżej składzie nie wymagałoby dodatkowych urządzeń ani nakładów energetycznych. Po 48 godzinach roztwory mieszano i pobierano próby przeznaczone do fermentacji.

W materiale badawczym uwzględniono również chleb spleśniały (próby IV-VI) oraz chleb poddany wstępnej fermentacji (próby I II), która przyspiesza procesy hydrolizy skrobi do łatwiej przyswajalnych cukrów prostych. Drożdże w próbach I oraz II dodawane były po 24 godzinach od zalania OPC gorącą wodą.

Przygotowano 6 różnych rodzajów moczki SPC (z odpadów czysto piekarskich oraz piekarsko-cukierniczych), których skład podano w tabeli 1. W tabeli podano również objętość odcieków uzyskaną po przesączeniu moczki przez sito.

Dla przygotowanych roztworów moczki OPC wyznaczono suchą masę. Uzyskane z roztworów odcieki scharakteryzowano wyznaczając następujące parametry: pH (pehametr CPO-401 firmy ELMETRON), gęstość (aerometr o skali 1,000-1,100), ChZT i azot ogólny oznaczono kolorymetrycznie (Spektrofotometr Vega i testy Spectroquant® 1.14541, Spectroquant® 1.14763 firmy Merck).

Proces fermentacji metanowej prowadzono w modelowym reaktorze o pojemności 50 dm<sup>3</sup>, wypełnionym osadem czynnym z komory fermentacyjnej biologicznej oczyszczalni ścieków w Swarzewie. Sucha masa osadu wynosiła 2,28%. W okresie, gdy prowadzono badania temperatura w komorze wynosiła 31°C ± 1°C, natomiast pH wynosiło 7,3 ± 0,2. W komorze przeprowadzono serię prób fermentacji przy mieszaniu w trybie ciągłym oraz serię prób z mieszaniem cyklicznym: 15 min mieszania i 15 minut przerwy. W oczyszczalni ścieków proces fermentacji jest intensyfikowany przez dodawanie bogatego w związki organiczne osadu wstępnego. W celu pomiaru zdolności metanotwórczej odpadów piekarsko-cukierniczych 500 g osadu wstępnego z oczyszczalni mieszano z 400-500 g moczki. Objętość wytwarzanego biogazu mierzono po 1 godzinie i po 3 godzinach fermentacji. Zmierzono również ilość biogazu wytwarzaną przez 500 g samego osadu wstępnego i wartość tę odejmowano, jako próbę ślepa, od wyników uzyskanych

Tabela 1. Skład moczki z OPC i uzyskana z nich objętość odcieków  
Table 1. Composition waterlogged OPC and obtained from them the volume of leachate

Nr próby/ Sample number	Chleb/ Bread [kg]	Chleb spleśniały/ Moldy bread [kg]	Ciasta/ Cakes [kg]	Woda/ Water [kg]	Drożdże/ Yeast [g]	Odcieki/ Leachate [dm <sup>3</sup> ]
I	0,5	-	-	4	12,5	1,87
II	0,25	-	0,25	4	12,5	1,65
III	0,5	-	-	4	-	1,60
IV	0,25	0,25	-	4	-	1,48
V	-	0,25	0,25	4	-	1,44
VI	-	0,5	-	4	-	1,60

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

dla fermentowanej mieszaniny. Uzyskane objętości biogazu przeliczono na ilość biogazu jaką wytwarza 1 kg suchej masy moczki. Dla każdego składu próbek fermentację przeprowadzono dwukrotnie i uzyskane wyniki uśredniono.

## Wyniki

Sucha masa przygotowanych prób moczki wahała się w zakresie od 7,2 do 7,9% natomiast masy odsączonej od odcieków od 9 do 14,4%. Różnice wynikały ze struktury odsączonej masy OPC. Po przesączeniu moczki masa zawierająca drożdże była gąbczasta, dobrze oddzielająca się od sita. Próby III-V wykazywały znaczną mazistość masy. Z tego powodu uzyskiwano w nich mniejszą objętość odcieków (tab. 1). Badane podczas eksperymentu parametry odcieków zestawiono w tabeli 2.

Przenikanie zawiesiny do odcieków podczas sączenia prób III-V skutkowało większymi wartościami gęstości i ChZT tych odcieków (tab. 2). Podwyższenie wartości ChZT w próbach jest korzystne z punktu widzenia ewentualnego stosowania odcieków jako źródła węgla organicznego, zwłaszcza wówczas, gdy nie powoduje ono wzrostu zawartości azotu ogólnego. Wyniki wskazują, że zastosowanie wstępnej fermentacji z użyciem drożdży ułatwiłoby pozyskiwanie odcieków przez sączenie w procesie technologicznym. Odcieki takie charakteryzuje jednak niższy parametr ChZT: N. Parametrów odcieków nie pogarsza natomiast obecność pleśni, wręcz przeciwnie, w przeprowadzonej serii badań uzyskały one najlepsze wskaźniki. Pleśnie przez działanie lityczne enzymów spowodowały przenikanie dużej ilości substancji prostych do odcieków, co skutkowało podwyższeniem ChZT, natomiast zużywając azot do budowy swoich komórek obniżyły jego zawartość w odciekach. Widać to zwłaszcza przy porównaniu prób II i V, zawierających ciastka.

Odpady piekarniczo-cukiernicze są również bardzo dobrym surowcem ze względu na pozyskiwanie biogazu. W przeprowadzonych badaniach kontrolowano objętość biogazu uzyskaną podczas jedno-godzinnej i trzygodzinnej fermentacji przygotowanych prób moczki OPC. W tabeli 3 zestawiono wyniki uzyskane dla fermentacji prób I-VI z ilością biogazu uzyskanego z osadu wstępnego.

Wszystkie poddane fermentacji próby odpadów piekarniczo-cukierniczych spowodowały

Tabela 2. Parametry fizyczno-chemiczne odcieków uzyskanych z moczki OPC

Table 2. Physico-chemical parameters of leachates obtained from waterlogged OPC

Nr próby/ Sample number	Gęstość/ Density [g/dm <sup>3</sup> ]	pH	ChZT [mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> ]	N <sub>ogólny</sub> /N <sub>total</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ]	ChZT:N
I	1,009	4,84	43000	97	443:1
II	1,005	4,47	51000	145	351:1
III	1,011	4,27	56000	95	590:1
IV	1,017	4,10	61500	89	691:1
V	1,018	4,30	69000	97	711:1
VI	1,009	4,07	45850	91	504:1

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

Tabela 3. Objętość biogazu uzyskana podczas fermentacji

Table 3. Volume of biogas obtained during fermentation

Czas trwania fermentacji/ The time of the fermentation duration	Uzyskana objętość biogazu [dm <sup>3</sup> /kg s.m.]/ Resulting of biogas volume [dm <sup>3</sup> /kg d.m.]									
	osad wstępny/ precipitate preliminary	próby moczki OPC/samples of waterloggeds OPC								
		I	I*	II	III	III*	IV	V	V*	VI
Po 1 godz./After 1 hour	25,3	40,5	81,5	43,9	52,2	102	40,6	57,6	94,6	72,5
Po 3 godz./After 3 hours	88,6	189	204	100	188	205	172	191	228	211

\* próby poddane fermentacji z mieszaniami ciągłym/sample fermented continuous stirred

Źródło: opracowanie własne

Source: own study

znaczny wzrost produkcji biogazu w porównaniu z fermentacją osadu wstępnego, który stanowi w oczyszczalni najbardziej metanogenny substrat. Szczególnie dużo biogazu uzyskano z próby VI zawierającej wyłącznie pieczywo spleśniałe. Może to być spowodowane enzymatycznym oddziaływaniem pleśni na skrobię, prowadzącym do wzrostu zawartości w próbce cukrów prostych, bardzo korzystnych w procesie fermentacji metanowej. Spleśniała moczka była podawana do komory fermentacyjnej przez trzy kolejne dni, ale nie spowodowało to żadnych negatywnych efektów w procesie pozyskiwania biogazu. Jest to bardzo korzystny parametr, przemawiający na korzyść pozyskiwania OPC do celów wytwarzania biogazu. Nawet krótkotrwałe przetrzymywanie tego typu odpadów, zarówno w postaci wysuszonej jak i moczki, będzie skutkowało ich pleśnieniem. Z tego względu można założyć, że w oczyszczalni ścieków kofermentowana byłaby znaczna ilość OPC skażonych pleśnią. Przeprowadzone badania miały charakter pilotażowy i ograniczony czasowo. Niezależnie od uzyskanych wyników, należy ze szczególną uwagą prześledzić, jaki wpływ może mieć długotrwałe dawkowanie pleśni na osad czynny w komorze oraz na produkcję i skład biogazu.

Wyniki badań wykazały również, że mieszanie sprzyja intensyfikacji produkcji biogazu w pierwszej fazie fermentacji. We wszystkich próbach poddanych fermentacji z różnorodnym cyklem mieszania (próby I, III i V) obserwuje się dwukrotny wzrost produkcji biogazu w przypadku mieszania w trybie ciągłym. Po trzech godzinach, różnice się zacieraają i ciągłe mieszanie powoduje zaledwie przyrost biogazu o 7-19% większy niż przy energooszczędnym mieszanii cyklicznym.

## Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że odpady piekarsko-cukiernicze mogą być stosowane jako źródło biogazu w procesie kofermentacji z osadem czynnym, nawet jeżeli w znacznym stopniu są zakażone pleśnią. Dla najkorzystniejszego składu mieszaniny kofermentacyjnej uzyskano dwukrotny wzrost produkcji biogazu w stosunku do fermentacji osadu wstępnego z oczyszczalni. Uzyskane dla prób wartości parametru ChZT:N wynoszące od 350:1 do 711:1, wskazują na to, że odcieki z moczki chleba zawierają wystarczająco dużo związków węgla organicznego i mało związków azotu, aby mogły wspomagać procesy denitryfikacji w oczyszczalni ścieków. Przeprowadzone badania miały charakter rozpoznawczy. W celu uzyskania pełnej wiarygodności wyników należy wykonać większą liczbę powtórzeń, w tym proces cyklicznego zasilania komory fermentacyjnej odpadami piekarniczo-cukierniczymi o dużym stopniu zakażenia pleśnią.

## Literatura

- Bever Jurgen, Andreas Stein, Hanns Tejchman. 1997. *Zaawansowane metody oczyszczania ścieków*. Bydgoszcz: Wydawnictwo Projprzem-EKO.
- Bodik Igor, Miroslava Kubaska. 2013. „Energy and sustainability of operations of a wastewater treatment-plant”. *Environmental Protection Engineering* 39 (2): 15-24. doi:10.5277/EPE130202.
- Curkowski Andrzej, Anna Oniszk-Popławska, Anna Haładaj. 2013. *Biogazownia przemysłany wybór, co powinien wiedzieć każdy obywatel?* Warszawa: Instytut na rzecz Ekorozwoju. [www.chronmyklimat.pl/download.php?id=64](http://www.chronmyklimat.pl/download.php?id=64), dostęp czerwiec 2016.
- Damasiewicz Tadeusz, Waław Romaniuk. 2014. *Substraty dla biogazowi rolniczych*. Warszawa: Hortpress, dostęp czerwiec 2016, <http://www.biogazowniakrokpokroku.pl/wp-content/uploads/2014/06/Biogaz-substratOK.pdf>.
- Gambuś Halina, Florian Gambuś, Małgorzata Makarewicz, Gabriela Zięć, Dorota Litwinek, Katarzyna Szary-Sworst, Renata Sabat. 2014. Próby zagospodarowania pieczywa ze zwrotów do ponownego wypieku. [W] *Właściwości produktów i surowców żywnościowych. Wybrane zagadnienia*. Kraków: Wydawnictwo PTTŻ.
- Kawa-Rygielska Joanna, Witold Pietrzak. 2011. „Zagospodarowanie odpadowego pieczywa do produkcji bioetanolu”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 79 (6): 105-118.
- Kot Wioleta, Mariusz Adamski, Karol Durczak. 2015. „Usefulness of the bakery industry west for biogas production”. *Journal of Research and Application in Agricultural Engineering* 60 (2): 43-45.
- Kunachowicz Hanna, Beata Przygoda, Irena Nadolna, Krystyna Iwanow. 2005. *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. Warszawa: PZWL.

- Nowak Otto, Peter Enderle, Petar Varbanov. 2015: „Ways to optimize the energy balance of municipal wastewater systems: lessons learned from Austrian applications”. *Journal of Cleaner Production* 88: 125-131.
- Stuper Kinga, Juliusz Perkowski. 2010. „Dynamika wzrostu pleśni oraz tworzenie mikotoksyn podczas przechowywania chleba”. *Aparatura Badawcza i Dydaktyczna* 15 (3): 25-30.
- Sulewski Piotr, Edward Majewski, Adam Wąs, Magdalena Szymańska, Agata Malak-Rawlikowska, Aleksandra Fraj, Adrian Trząski, Andrzej Wiszniewski, Marek Amrozy. 2016. „Uwarunkowania ekonomiczno-prawne i opłacalność inwestycji w biogazownie rolnicze w Polsce”, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej* 346 (1): 119.
- Swinarski Marek. 2008. „Wpływ zewnętrznych źródeł węgla na efektywność usuwania azotu w komorach osadu czynnego”, [http://www.incas.pl/doc/DolinaCharlotty\\_Swinarski.pdf](http://www.incas.pl/doc/DolinaCharlotty_Swinarski.pdf), dostęp 6.06.2016.
- Witaszek Kamil, Jacek Dach, Damian Janczak, Wojciech Czekala, Andrzej Lewicki. 2014. Zagospodarowanie wybranych odpadów z przemysłu spożywczego poprzez fermentację metanową. [W] *Ekonoenergetyka - Biogaz: badania, technologie, prawo i ekonomika w rejonie Morza Bałtyckiego*, red. A. Cenian, J. Gołaszewski, T. Noch, 22-25. Gdańsk: Wydawnictwo Gdańskiej Szkoły Wyższej.

### Summary

*In the paper the suitability of the bakery and confectionery waste (OPC) as a substrate for biogas production has been analyzed. The co-fermentation process of OPC with the primary sludge was carried out in the model of the digester chamber. The parameters of leachate obtained from OPC to determine their potential utility as an external organic carbon source supporting denitrification process were also examined. The study takes into account the impact of mold on the measured parameters. The results show that solutions of the OPC, even after a significant contamination of the mold, may be used for the anaerobic digestion process. The fermentation mixture obtained a twofold increase of biogas production in relation to the fermentation of the primary sludge from waste water treatment. The COD value and a high rate of COD: N predestines tested leachate as external carbon source in the processes of denitrification.*

Adres do korespondencji  
dr inż. Alina Dereszewska  
Akademia Morska w Gdyni  
Katedra Chemii i Towaroznawstwa Przemysłowego  
81-225 Gdynia, ul. Morska 81-87  
tel. (58) 558 66 63  
e-mail: a.dereszewska@wpit.am.gdynia.pl