



Są to niewątpliwie bardzo ważne i interesujące zagadnienia z punktu widzenia każdego inwestora, który, uruchamiając produkcję biogazu, chciałby w możliwie bliskiej perspektywie osiągać zyski ze sprzedaży energii. Niestety, stosunkowo rzadko mówi się o tym, że profity, jakie generuje biogazownia, zależą w znacznej mierze od umiejętności kontrolowania i prawidłowego kierowania procesem biochemicznym, któremu zawdzięczamy produkcję biogazu. Ponieważ w każdym fermentorze działają miliardy żywych mikroorganizmów, zapano-

składy, które dowodzą, że brak takiej wiedzy może spowodować poważne kłopoty. Dlatego kontrolę nad tym, co, w jaki sposób i w jakich ilościach chcemy podać bakteriom do przetworzenia w metan, warto czasem powierzyć fachowcom, którzy dysponują odpowiednim sprzętem oraz wiedzą, dzięki czemu mogą oznaczyć od kilku do kilkudziesięciu parametrów fizykochemicznych substratów, zanim trafią one do danej biogazowni.

Na ogół potencjalne substraty dla biogazowni zawierają sporo wilgoci. Z wody bio-

stosunkowo niewielkie wahania suchej masy różnych partii tego samego substratu mogą istotnie wpłynąć na wydajność produkcji biogazu i na stabilność biologiczną procesu. Ponadto znajomość s.m. i s.m.o. jest szczególnie ważna przy konieczności zmiany typu dozowanego substratu. W tabeli 1 przedstawiono przykładowe zakresy wartości s.m. dla wybranych substratów. Nawet przy tak – wydawałoby się – standaryzowanym substracie, jakim powinna być kiszonka kukurydziana, wyniki oznaczeń s.m. w laboratorium Biogaz Zeneris po analizach blisko 60 różnych prób mieściły się zakresie od 22 do 42%. Należy zaznaczyć, że wiele innych substratów w postaci odpadów z przemysłu rolno-spożywczego i rolnictwa może charakteryzować znacznie większy rozrzut wartości, a to nie pozostaje obojętne dla stabilności produkcji biogazu.

Szybkość powstawania biogazu zależy od czynnika limitującego wzrost i rozwój bakterii. Takim czynnikiem może być np. składnik substratu występujący w niedomiarze lub nadmiarze. Najczęściej podawanym przykładem jest stosunek C/N. Gdy węgla w substracie jest za dużo w stosunku do azotu, nie zostanie w całości przekształcony w składniki biogazu (CH_4 i CO_2) i opuści biogazownię wraz z masą pofermentacyjną.

Z kolei zbyt duża podaż azotu w stosunku do węgla może spowodować, że po przekształceniu w formę amonową zadziała jak inhibitor fermentacji, obniżając jej wydajność. W podobny sposób mogą działać inne składniki substratu. Na przykład obecność makro- (Ca, Mg, K, P, Na) i mikroelementów (Zn, Ni, Mo, Mn, Cu), a nawet niektórych metali ciężkich (Co) – w odpowiednich stężeniach działa stymulująco na proces. Na ogół jednak zbyt wysokie ich stężenia działają niekorzystnie na przebieg fermentacji i produkcję biogazu. Z tych powodów zasadne wydaje się dbanie o właściwy dobór proporcji, w jakich dozowane są różne substraty (w takim układzie tzw. kosubstraty) do fermentora, co ułatwia ustanowienie najlepszego w danych warunkach stosunku C/N oraz stężeń składników mineralnych. Konieczna jest do tego wiedza o zawartości poszczególnych pierwiastków w kosubstratach, a w tym zapewne pomogą analizy laboratoryjne.

Znaczenie badań laboratoryjnych

Liczenie odbywające się ostatnio konferencje i seminaria oraz artykuły publikowane w prasie branżowej łączy temat biogazowni. Skutkiem tego jest coraz więcej informacji dotyczących technologii, organizacji, finansowania oraz prawnych aspektów inwestycji.

wanie nad ich biologią bywa trudne i wymaga doświadczenia oraz specjalistycznej wiedzy.

Dobór substratów pod kontrolą

Znając potencjalną lokalizację biogazowni, inwestor na ogół wie, jakiego rodzaju substraty i w jakiej ilości w skali roku są dostępne w tym miejscu. Nie zawsze jednak ma świadomość, że biogaz w sposób opłacalny, wydajny i stabilny nie może być produkowany ze wszystkiego, co można nazwać biomasa i co uda się wrzucić do fermentora. Niestety, mimo że działające biogazownie rolnicze lub rolniczo-utylizacyjne w Polsce można policzyć na palcach, to istnieją już rodzime przy-

gas oczywiście nie powstaje, lecz z pozostałości po jej odparowaniu. Dlatego podczas oceny przydatności biomasy do fermentowania jednym z podstawowych parametrów podlegających analizie jest sucha masa (s.m.). Składają się na nią co najmniej dwie frakcje, tzn. związki mineralne i organiczne. Obie są ważne dla przebiegu procesu, jednak biogaz powstaje tylko z organicznej części suchej masy.

Sucha masa organiczna (s.m.o., podawana na ogół jako % suchej masy) może w różnym stopniu ulegać fermentacji. Przyjmuje się, że przy dobrze wysterowanym procesie, zależnie od pochodzenia substratu, konwersji w biogaz ulega od 60 do 90% wchodzących w jego skład związków organicznych. Bardzo często, wykorzystując ten parametr, steruje się tak zwanym obciążeniem fermentora, przy czym należy pamiętać, że nawet

Tab. 1. Zarejestrowane po badaniach w laboratorium Biogaz Zeneris zakresy wartości s.m. i s.m.o. dla wybranych substratów wykorzystanych w biogazowni

Substrat	Sucha masa [%]	Sucha masa organiczna [% s.m.]
Kiszonka z kukurydzy	22-42	82-97
Wywar gorzelniany	5-38	68-98
Wycierka ziemniaczana	8-12	96-98
Kiszonka z wysłodków buraka cukrowego	15-28	90-96
Gnojowica	1-12	50-80
Odpady poubojowe (K3)	13-38	87-97

Biogazodochodowość

Parametr substratu, którym najbardziej interesują się inwestorzy i operatorzy biogazowni, to jego biogazodochodowość. Przykładową krzywą biogazodochodowości, uzyskaną w wyniku fermentacji okresowej, przedstawiono na rysunku. Oznacza się ją, stosując metodę opisaną np. w normie DIN 38 414. W wyniku kilkutygodniowego eksperymentu, który polega na przeprowadze-



niu tzw. fermentacji metanowej okresowej, niewielkiej, ale reprezentatywnej próbki substratu – można oszacować ilość biogazu jaką można otrzymać z jednostki jego masy lub objętości. Ważnym uzupełnieniem takiej analizy jest oznaczenie uśrednionego składu powstałego biogazu. Efektem tak wykonanego badania jest m.in. tzw. krzywa biogazodochodowości, na podstawie której można szacować dodatkowo wymagany czas rozkładu substratu. Słowo „szacować” jest tu jak najbardziej uzasadnione, bowiem otrzymane wyniki są ujęte w pewnym przybliżeniu, wynikającym chociażby z faktu, że warunki, w jakich przebiega fermentacja w procesach okresowych są inne niż w biogazowni działającej w sposób ciągły.

Ponadto na ogół badania biogazodochodowości wykonuje się na pojedynczych substratach – po to, by później na podstawie przeliczeń uwzględniających proporcje składników w mieszaninie kosubstratów prognozować jej biogazodochodowość i potencjalną moc układu kogeneracyjnego planowanej biogazowni. Trzeba jednak pamiętać o efekcie synergii składników kosubstratów, tzn. o tym, że wymieszanie ich ze sobą daje nową jakość wsadu, która – jak wspomniano – będzie się charakteryzowała np. innym stosunkiem C/N, inną zawartością siarki, fosforu, potasu i innych makro- i mikroelementów. A to w rezultacie może skutkować mniejszą albo większą wydajnością produkcji biogazu niż by to wynikało z prostych przeliczeń. W związku z tym niekiedy warto rozważyć wykonanie badań biogazodochodowości zdefiniowanej mieszanki substratów, w której proporcje poszczególnych składników będą wynikały z ich lokalnej do-

Tab. 2. Najważniejsze parametry kontrolowane w ramach monitoringu biotechnologicznego biogazowni

Substraty	Masa fermentująca, poferment i biogaz
<ul style="list-style-type: none"> • sucha masa • sucha masa organiczna • popiół • azot ogólny Kjeldahla • azot amonowy • ogólny węgiel organiczny • stężenie makro- i mikroelementów 	<ul style="list-style-type: none"> • sucha masa • sucha masa organiczna • azot amonowy • stężenie lotnych kwasów tłuszczowych (LKT) • analiza chromatograficzna LKT • potencjał buforowy (OWN) <ul style="list-style-type: none"> • stosunek LKT/OWN • skład biogazu, z kontrolą wskazań analizatorów stacjonarnych • pH z kontrolą wskazań pH-metrów stacjonarnych • potencjał redoks

stepności lub lepiej – z optymalizacji składu chemicznego.

Aby lepiej odwzorować to, co dzieje się w fermentorach biogazowni i uzyskać więcej wyników ułatwiających prawidłowe zaprojektowanie i sterowanie biogazownią – można przeprowadzić badania symulacyjne. Metoda opiera się o normę VDI 4630 i polega na odtworzeniu w skali np. pięciolitrowego fermentora laboratoryjnego procesu jednolub wieloetapowego, w którym podobnie jak w biogazowni – codziennie (lub nawet wielokrotnie w ciągu doby) jest dodawany substrat w ustalonych dawkach, a równoległe odbiera się masę pofermentacyjną i oczywiście biogaz. Analizom podlegają wszystkie parametry, które informują o przebiegu i stabilności procesu, czyli: szybkość produkcji i skład biogazu, pH, potencjał redoks, stężenie i profil lotnych kwasów tłuszczowych, stężenie azotu amonowego i potencjał buforowy układu.

Oblicza się również tzw. współczynnik LKT/OWN (in. FOS/TAC), którego wartość wskazuje na stopień obciążenia fermentora i stabilność procesu. Badanie trwa dłużej niż

oznaczanie biogazodochodowości. Wymaga przynajmniej 4-6 miesięcy, ale może odbywać się równoległe z procedurami administracyjnymi, powiązanych z inwestycją biogazową. Poza oznaczeniem wydajności produkcji biogazu z substratu, w wyniku takich badań otrzymujemy cały szereg cennych informacji, m.in.: optymalny poziom dobowej dawki substratu, co jest równoznaczne z optymalizacją średniego czasu przebywania w fermentorze i stanowi jeden z gwarantów zachowania stabilnej pracy biogazowni. W oparciu o wyniki można zoptymalizować wielkości zbiorników fermentacyjnych biogazowni i pojemność lagun lub innych zbiorników na masę pofermentacyjną. Analizy pozwalają określić wartość nawozową (oznaczyć NPK, Ca, Mg + mikroelementy itp.), co może ułatwić zainteresowanie rolników jej odzyskiwaniem metodą R10 na ich polach – jeszcze zanim biogazownia powstanie.

W świetle obserwowanych ostatnio licznych protestów mieszkańców z okolic sąsiadujących z potencjalną lokalizacją biogazowni, dostęp do taniego i łatwego do pozyskania źródła polepszacza gleby (lub nawozu orga-

Zapraszamy do współpracy w zakresie:

- monitoring środowiskowy w zakresie ornitologicznym i chiropterologicznym, jednorazowy screening
- wykonywanie raportów środowiskowych wraz z analizą hałasu, wizualizacją itp.
- przygotowanie dokumentacji o uwarunkowania środowiskowe
- serwis techniczny, naprawy i przeglądy okresowe
- montaż i uruchomienie turbin wiatrowych
- sprzedaż elektrowni wiatrowych
- budowa fundamentów pod turbiny
- monitorowanie pracy turbin

AMWIND

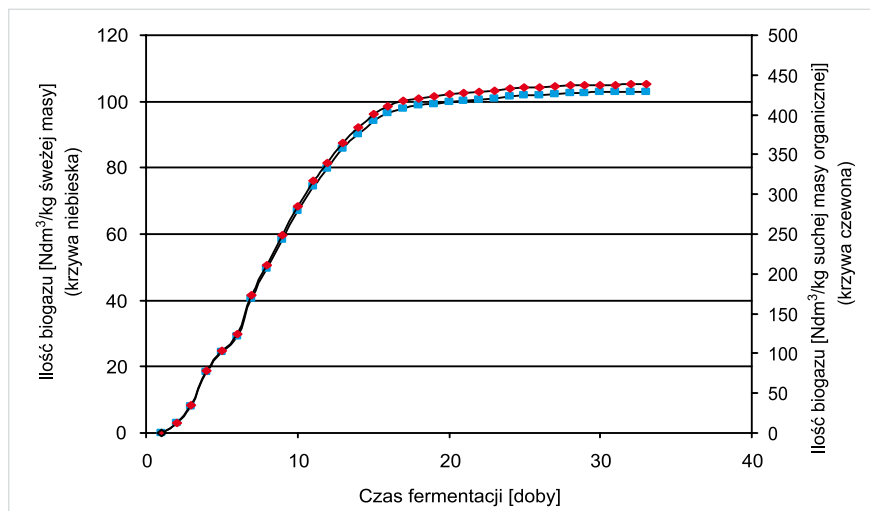
Działamy od 2006 roku. Dzięki doświadczeniu i dostępie do sprawdzonych technologii możemy i staramy się sprostać najtrudniejszym zadaniom.

P.H.U. "AM-WIND" | 78-600 Wałcz, Chwiram 51
tel.: +48 665 666 321 | tel.: +48 722 333 666
e-mail: biuro@am-wind.pl | www.am-wind.pl

Kompleksowe rozwiązania dla energetyki wiatrowej



Zestaw fermentorów do badań symulacyjnych – laboratorium biotechnologiczne firmy Biogaz Zeneris (Archiwum Laboratorium Biogaz Zeneris)



Przykładowa krzywa biogazodochodowości uzyskana w wyniku fermentacji okresowej

nicznego) to jeden z argumentów, który może przekonać sceptyków.

Monitoring biotechnologiczny

Opisane dotychczas pokrótce usługi laboratoryjne dla biogazowni dotyczą badań przedprojektowych. Tymczasem rola laboratorium nie ogranicza się tylko do tego. Tak naprawdę z chwilą zbudowania biogazowni znaczenie laboratorium rośnie. Każda dobrze zarządzana biogazownia powinna podlegać monitoringowi biotechnologicznemu. Najważniejsze parametry kontrolowane w tych działaniach przedstawiono w tabeli 2. Z reguły chodzi o regularne pobieranie próbek substratów i zawartości fermentorów i wykonywanie większości analiz i oznaczeń, o których wspomniano wcześniej. Dodatko-

wym elementem może być monitoring zdalny, który polega na kontroli przez specjalistów z laboratorium parametrów procesowych poprzez Internet i analizę danych za pomocą dedykowanego oprogramowania. Jest to szczególnie istotne na etapie rozruchu procesu biologicznego, który w tym okresie odznacza się wyjątkową wrażliwością na wszelkie zakłócenia. Rozruch i bieżąca eksploatacja biogazowni – zgodnie z wytycznymi laboratorium – przebiegają sprawnie, co może uchronić właściciela biogazowni przed kosztowną destabilizacją procesu, która istotnie obniża produkcję biogazu, a w skrajnych przypadkach prowadzi do całkowitego zahamowania fermentacji. W takich sytuacjach konieczne jest czasochłonne i przez to kosztowne uruchamianie procesu od nowa oraz problematyczna utylizacja tysięcy ton nieprzefermentowanej masy substratów.

Współpraca z laboratorium, dzięki regularnym analizom wielu parametrów i śledzeniu tendencji zmian ich wartości, umożliwia stworzenie systemu wczesnego ostrzegania przed potencjalnymi problemami natury biologicznej oraz wdrożenie stosownych zmian w sterowaniu biogazownią – jeszcze zanim pojawią się trudności. Kontrola parametrów biochemicznych może być konieczna po awariach technicznych w biogazowni, np. po niedograniu lub przegrzaniu zawartości fermentora, awarii mieszadeł, systemu dozowania substratów, awarii czujników poziomu cieczy, pH-metrów i innych urządzeń monitorujących.

Monitoring powinien obejmować m.in. kontrolę pH i składu biogazu niezależnymi urządzeniami laboratoryjnymi, bowiem te zainstalowane w biogazowni i narażone na ciągły kontakt z analizowanym medium mogą z czasem ulegać rozkalibrowaniu i pokazywać wyniki niezgodne ze stanem faktycznym. Jest to szczególnie ważne z uwagi na możliwość nieświadomego przecięcia procesu (przy zawyżonych wskazaniach pH) lub podania do silnika gazowego biogazu, w którym np. stężenie siarkowodoru lub siloksanów przekracza dopuszczalny poziom. Ponadto prawidłowe wskazania poziomu metanu w biogazie są niezbędne do uzupełnienia wniosków o świadectwa pochodzenia energii z kogeneracji. Monitoring powinien obejmować również regularne analizy zużycia oleju silnikowego. Koszty wymiany oleju są nieporównywalnie większe niż jego analizy, a dzięki nim możliwe jest wydłużenie okresów pracy silnika na tej samej porcji.

Jeżeli mowa o kosztach, to warto wspomnieć, że badania przedprojektowe to przeciętnie od 0,05% do 0,4% kosztów budowy biogazowni o mocy 1 MW. Uzyskane wyniki pozwalają na weryfikację założeń ekonomicznych inwestycji wartych od kilku do kilkudziesięciu milionów złotych – jeszcze zanim powstanie dokładny projekt. Z kolei koszty monitoringu biotechnologicznego zależą od wielu czynników, np. od wielkości biogazowni, ilości fermentorów składających się na obiekt, zakresu i częstotliwości wykonywanych analiz i są indywidualnie dobierane oraz negocjowane z właścicielem biogazowni. Z reguły inwestor, który powierzy, np. firmie Biogaz Zeneris, funkcję generalnego wykonawcy biogazowni, większość opisanych usług ma zapewnione w pakiecie.

dr inż. Artur Olesienkiewicz
Laboratorium Biotechnologiczne,
Biogaz Zeneris

WYJAŚNIENIE

Zamieszczony w wydaniu 10/2011 na stronach 32-34 zdjęcie dot. domu pasywnego w Smolcu są autorstwa biura projektowego Lipińscy. Za pomyłkę przepraszamy.