

Sposób zwiększenia wydajności biogazowni wysłodków buraczanych i poprawy jakości biogazu oraz zastosowanie preparatu bakteryjno-enzymatycznego Lactacel - W.

Przedmiotem wynalazku jest sposób zwiększenia wydajności biogazowni wysłodków buraczanych i poprawy jakości biogazu oraz zastosowanie preparatu bakteryjno-enzymatycznego Lactacel - W.

Wysłodki buraczane są produktem ubocznym otrzymywanym po procesie ekstrakcji cukru z buraków cukrowych. Stanowią cenny rodzaj biomasy ze względu na znaczną zawartość składników węglowodanowych, w tym celulozy i hemicelulozy, oraz niewęglowodanowych, głównie ligniny i białka.

LACTACEL-W jest biopreparatem bakteryjno-enzymatycznym zawierającym bakterie fermentacji mlekowej oraz enzymy celulolityczne o głównych aktywnościach endo-1,4-beta-glukanazy, ksylanazy i glukoamylazy, które w czasie kiszenia powodują częściowy rozkład włókna surowego wysłodków i uwalniają cukry proste do poziomu stanowiącego wystarczającą ilość pożywki dla rozwoju bakterii fermentacji mlekowej. Wyniki analiz kiszzonek z wysłodków buraczanych sporządzonych z biopreparatem LACTACEL-W potwierdzają obniżenie poziomu

włókna surowego dzięki działaniu enzymów, zawartych w preparacie oraz wytwarzanych przez bakterie w trakcie procesu zakiszania. Kiszonki wyprodukowane z wysłodków buraczanych z dodatkiem preparatu LACTACEL-W uzyskują bardzo dobre oceny. Odznaczają się one zapachem świeżych wysłodków, dobrze zachowaną strukturą kiszonki i są bardzo chętnie zjadane przez trzodę chlewną i bydło (Zielińska K. i in.: Lactacel - biopreparat przeznaczony do kiszenia i podniesienia strawności wysłodków buraczanych. Gazeta Cukrownicza, 1996, 11, 209 - 210).

Aktualnie w cukrowniach tylko część wyprodukowanych wysłodków buraczanych jest wykorzystywana jako cenna wysokoenergetyczna pasza dla bydła. Pozostające nadmierne ilości wysłodków stanowią odpad, który powinien być w inny sposób zutylizowany.

Z przeglądu piśmiennictwa wynika, że trwają badania nad wykorzystaniem wysłodków buraczanych jako cennego źródła do otrzymywania wielu surowców mogących mieć zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu chemicznego, spożywczego, farmaceutycznego i kosmetycznego.

Jednym ze sposobów utylizacji wysłodków buraczanych, już stosowanych w cukrowniach, jest ich zbiogazowanie (Gancarz Z.: Alternatywne metody zagospodarowania wysłodków, Burak Cukrowy - Gazeta dla plantatorów, 2007, 4, s. 37-38; Brooks

L. et al.: Biogas from sugar beet press pulp as substitute of fossil fuel in sugar beet factories. Water Science & Technology, 2008, 58,.7 1498 – 1504 oraz Połec B. i in.: Możliwość wytwarzania biogazu w procesie fermentacji metanowej wysłodków buraczanych. Gazeta Cukrownicza, 2011, 4, 107-112). Jest to racjonalny, uzasadniony ekonomicznie sposób zagospodarowania nadmiernych ilości wysłodków. Zapewnia bowiem unieszkodliwienie odpadu i uzyskanie wysokoenergetycznego biogazu, mogącego po odpowiednim przekształceniu stanowić dla cukrowni dodatkowe źródło energii elektrycznej lub ciepłej.

Kampania cukrownicza i produkcja wysłodków trwa tylko około 3 miesięcy, a biogazownia powinna pracować cały rok, aby inwestycja była opłacalna. Jeśli zakłada się całoroczną eksploatację biogazowni istnieje konieczność odpowiedniego przygotowania wysłodków buraczanych przed ich zmagazynowaniem jako substratu do produkcji biogazu. Świeże wysłodki mogą stanowić substrat dla biogazowni jedynie w okresie kampanii cukrowniczej. Przerób wysłodków w okresie międzykampanijnym wymaga ich zakonserwowania.

Powszechnie w tym zakresie stosuje się zakiszanie wysłodków polegające na odizolowaniu ich od powietrza w celu stworzenia warunków beztlenowych do przebiegu fermentacji mlekowej. Zakiszanie wysłodków prowadzone może być w

silosach, rękawach foliowych lub balotach.

Z badań własnych i przeglądu piśmiennictwa (Nowak J.: Technika kiszenia pasz w dużych workach foliowych, Rolniczy Przegląd Techniczny, 2002, 10, 64-65; Kowalska M. et al.: Zakiszanie wysłodków o zawartości suchej substancji powyżej 18 %, 1999, Warszawa, wyd. IPC oraz Kowalska M.: Zagadnienia mikrobiologiczne procesu produkcji cukru z buraka cukrowego. 2006. Warszawa: Ośrodek Wydawniczo-Poligraficzny „SIM”) wynika, że najkorzystniejszą, sprawdzoną i skuteczną metodą jest zakiszanie prasowanych wysłodków buraczanych w rękawach foliowych. Można w nich zakonserwować w zależności od wymiarów rękawa od 150 do 1000 t paszy. Do zakiszania w rękawach foliowych wykorzystuje się odpowiednie prasy, na których można montować urządzenia dozujące, wprowadzające, do paszy preparaty mikrobiologiczne, które sterują procesem fermentacji podczas ich kiszenia.

Dotychczasowe badania wykazują, że kiszonka przechowywana w długich rękawach jest wyższej jakości niż przechowywana w silosach.

Alternatywną technologią w stosunku do zakiszania wysłodków buraczanych w rękawach foliowych, uzasadnioną względami ekonomicznymi, organizacyjnymi i technicznymi może być technologia zakiszania wysłodków w balotach tzw. belach cylindrycznych owiniętych folią (Dulcet E. et al.:

Zakiszanie wysłodków buraczanych w belach cylindrycznych. Inżynieria Rolnicza, 2008, 4, 241-248). Należy jednak podkreślić, że można w nich zakisić mniej wysłodków buraczanych niż w rękawach foliowych (tylko ok 1,2 MG), co ogranicza zastosowanie tego rozwiązania w dużych biogazowniach.

Kolejnym rozwiązaniem znanym ze stanu techniki jest patent PL 180314 B1 pt.: „Biopreparat do zakiszania wysłodków buraczanych”, przedstawiający biopreparat do zakiszania wysłodków buraczanych przeznaczonych na pasze dla zwierząt gospodarskich. Preparat taki stosuje się tylko do zakiszania wysłodków w celu konserwowania paszy dla bydła.

Ze stanu techniki najbliższy merytorycznie przedmiotowi zgłoszenia jest patent PL 197595 B1 pt.: „Sposób i układ wytwarzania metanu i energii elektrycznej i cieplnej”, ujawniający sposób wytwarzania metanu i energii elektrycznej i cieplnej zwłaszcza z surowców roślinnych pozyskiwanych z upraw przeznaczonych do tego celu np. buraków pastewnych i kiszonki z traw. Przedstawiony sposób jest bardzo skomplikowany. Wykorzystywane są aż 4 procesy: hydrolizy, fermentacji psychrofilowej, mezofilowej i termofilowej.

Celem rozwiązania stanowiącego przedmiot zgłoszenia jest zwiększenie wydajności biogazowni wysłodków buraczanych

i poprawy jakości biogazu przez odpowiednie przygotowanie substratu przed skierowaniem do biogazowni.

Istota sposobu według wynalazku polega na sporządzeniu kiszonki wysłodków buraczanych z dodatkiem preparatu enzymatyczno bakteryjnego Lactacel-W w ilości 1,0-1,2 kg/MG wysłodków prasowanych. W tym celu wysłodki buraczane po wyjściu z ekstraktora podaje się na prasy wysokiego wyżęcia, które umożliwią odwodnienie wysłodków 18- 30% suchej substancji, następnie dozuje się do nich za pomocą pompki perystaltycznej preparat enzymatyczno- bakteryjny Lactacel - W i kieruje się wysłodki do rękawa foliowego przy pomocy specjalistycznej prasy, bez strat energii i suchej masy dzięki bardzo szybkiemu odcięciu dostępu powietrza do zakiszanej masy i równomiernemu jej ugnieceniu. Następnie wysłodki buraczane zakiszone w rękawie foliowym są po 6-8 tygodniach rozdrabniane do średnicy cząstek $2\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ i rozcieńczane odciekiem pofermentacyjnym do 16-20% suchej masy i dozowane w sposób ciągły do reaktora fermentacji metanowej w biogazowni. Kiszonka będzie poddana w biogazowni procesowi mezofilowej fermentacji metanowej. Stosowany będzie proces fermentacji z ciągłym zasilaniem substratem oraz ciągłym odprowadzaniem biomasy przefermentowanych wysłodków i biogazu. Proces fermentacji metanowej będzie prowadzony przy zachowaniu odpowiednich parametrów: obciążenia biogazowni

wysłódkami $2,0-2,2 \text{ kg sm /m}^3 \times \text{d}$, czasu retencji 20-22 dób, zaszczerpieniu reaktora materiałem biologicznym bogatym w bakterie metanowe, (pobranym z pracującego fermentora ścieków cukrowniczych) w ilości 30 kg sm/m^3 , utrzymaniu temperatury optymalnej dla procesu mezofilowego tj. $37 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ i regulacji odczynu do poziomu 6,8 - 7,4 pH. W przedmiocie zgłoszenia zgazowanie prowadzone jest wyłącznie w jednym procesie fermentacji mezofilowej, a zadowalające efekty fermentacji substratu polegające na zwiększeniu wydajności biogazowni wysłódków buraczanych i poprawę jakości biogazu uzyskiwane są dzięki odpowiedniemu przygotowaniu wysłódków do fermentacji: zakiszeniu z dodatkiem preparatu enzymatyczno-bakteryjnego oraz odpowiedniemu rozdrobnieniu fermentowanego substratu.

Kolejną istotą przedmiotowego wynalazku jest zastosowanie preparatu enzymatyczno-bakteriobójczy Lactacel - W - do zwiększenia wydajności biogazowni wysłódków buraczanych i poprawy jakości biogazu uzyskanego.

Zastosowanie tego typu preparatów do konserwowania wysłódków buraczanych jako substratu dla biogazowni stanowi nowy i nieoczywisty sposób w stosunku do innych rozwiązań.

Wysłódki buraczane będą zakiszane w rękawach foliowych z zastosowaniem prasy wysokiego wyżęcia, na której będzie zamontowane urządzenie dozujące do wysłódków roztwór wodny preparatu Lactacel-W w dawce 1,0-1,2 kg suchej masy preparatu

na 1 MG suchej masy wysłodków prasowanych. Załadowane rękawy foliowe będą składowane na terenie lub w pobliżu biogazowni i przechowywane przez okres minimum 6 tygodni, optimum 2 miesiące, przed ich podaniem do biogazowni.

Tak przygotowana kiszonka wysłodków buraczanych, po rozdrobnieniu do średnicy cząstek $2\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ i rozcieńczeniu odciekiem pofermentacyjnym do 16-20% suchej masy, będzie dozowana w sposób ciągły do reaktora fermentacji metanowej. Należy zachować następujące parametry fermentacji metanowej: obciążenie biogazowni wysłodkami $2,0\text{-}2,2\text{ kg sm /m}^3 \times \text{d}$, czas retencji 20-22 dób, zaszczepienie reaktora materiałem biologicznym bogatym w bakterie metanowe w ilości 30 kg sm/m^3 , utrzymanie temperatury optymalnej dla procesu mezofilowego tj. $37 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ i regulacja odczynu do poziomu 6,8 - 7,4 pH.

Porównanie efektywności pracy biogazowni z wykorzystaniem jako substratu wysłodków zakiszonych w sposób tradycyjny (bez dodatku preparatu) i zakiszonych z dodatkiem preparatu enzymatyczno-bakteryjnego Lactacel-W zestawiono w tabeli 1, a porównanie jakości biogazu uzyskiwanego z wykorzystaniem jako substratu wysłodków zakiszonych w sposób tradycyjny i zakiszonych z dodatkiem preparatu zestawiono w tabeli 2.

Tabela 1. Porównanie efektów procesu fermentacji metanowej
wysłodków buraczanych wg aktualnego sposobu przygotowywania
substratu i stanowiącego przedmiot wynalazku.

Wskaźniki efektywności fermentacji	Jednostki	Sposób przygotowania substratu do fermentacji	
		Wysłodki buraczane zakiszone w sposób tradycyjny	Wysłodki buraczane zakiszone z preparatem LACTACEL-W
Redukcja substancji organicznych w wysłodkach buraczanych	%	67,6	73,8
Zawartość substancji organicznych w wysłodkach buraczanych po fermentacji	%	40,4	37,9
Usuwany ładunek substancji organicznych w wysłodkach buraczanych podczas procesu fermentacji	kg smo/m ³ ×d	1,07	1,09
Wydajność biogazu	N m ³ /m ³ ×d	0,82	0,92
Wydajność biogazu	N m ³ /kg smo	0,76	0,78

Tabela 2. Porównanie jakości biogazu uzyskiwanego w procesie fermentacji metanowej wysłodków buraczanych wg aktualnego sposobu przygotowywania substratu i stanowiącego przedmiot wynalazku

Wskaźniki jakości biogazu	Jednostki	Sposób przygotowania substratu do fermentacji	
		Wysłodki buraczane zakiszone w sposób tradycyjny	Wysłodki buraczane zakiszone z preparatem LACTACEL-W
Zawartość CH_4	% obj.	57,6	56,7
Zawartość węglowodorów $\text{C}_2 - \text{C}_6$	% obj.	< 0,001	< 0,001
Zawartość CO_2	% obj.	40,4	42,5
Zawartość N_2	% obj.	2,0	0,8
Zawartość H_2	% obj.	0,01	0
Zawartość H_2S	mg/m ³	205	136
Gęstość	kg/ m ³	1,2348	1,2556
Ciepło spalania	MJ/ m ³	23,0	22,7
Wartość opałowa	MJ/ m ³	20,7	20,4

Liczba Wobbego górna	MJ/ m ³	23,58	23,00
----------------------	--------------------	-------	-------

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 1, w sposobie według wynalazku możliwe jest, w stosunku do sposobu aktualnie stosowanego, uzyskanie wyższego o 6,2% efektu redukcji substancji organicznych w wysłódkach buraczanych. W rezultacie zawartość substancji organicznych w wysłódkach buraczanych jest niższa o 2,5%, a usuwany ładunek substancji organicznych podczas procesu fermentacji jest wyższy o 0,02 kg smo z każdego m³ fermentora w ciągu doby.

Intensywniejsza fermentacja metanowa w sposobie według wynalazku w stosunku do sposobu aktualnie stosowanego gwarantuje zwiększenie wydajności biogazu z 0,82 do 0,92 m³/m³×d i z 0,76 do 0,78 m³/kg smo.

W sposobie według wynalazku możliwe jest również uzyskanie biogazu o korzystniejszej jakości w zakresie zawartości azotu, wodoru i siarkowodoru w stosunku do sposobu aktualnie stosowanego (tabela 2).

Zastosowanie wsadu do biogazowni w postaci kiszonki z wysłódków buraczanych sporządzonych z biopreparatem LACTACEL- W potwierdzają obniżenie poziomu włókna surowego dzięki działaniu enzymów, zawartych w preparacie oraz wytwarzanych przez bakterie w trakcie procesu zakiszania.

Wykorzystanie do zbiogazowania wysłodków zakiszonych z preparatem Lactacel - W zapewnia unieszkodliwienie odpadu i uzyskanie wysokoenergetycznego biogazu, mogącego po odpowiednim przekształceniu stanowić dla cukrowni dodatkowe źródło energii elektrycznej lub ciepłej.

Zastosowanie preparatu enzymatyczno- bakteryjnego Lactacel -W gwarantuje zwiększenie wydajności biogazowni wysłodków buraczanych i poprawę jakości biogazu.

DYREKTOR


dr hab. Renata Jędrzejczak, prof. IBPRS

INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
02-532 Warszawa, ul. Rakowiecka 36
tel. 22 606 36 00, fax 22 849 04 26
NIP 525-000-82-64, REGON 000053835