

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **239862**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **431783**

(22) Data zgłoszenia: **13.11.2019**

(51) Int.Cl.

C12P 1/00 (2006.01)

C05F 17/20 (2020.01)

C12G 3/02 (2019.01)

C12P 5/02 (2006.01)

(54)

**Sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych
z procesu przetwarzania buraków i wyłódków buraczanych**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

17.05.2021 BUP 10/21

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

17.01.2022 WUP 03/22

(73) Uprawniony z patentu:

KAPELA TOMASZ BIOTECHNIKA, Łódź, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

TOMASZ KAPELA, Łódź, PL

KRZYSZTOF MAKOWSKI, Zgierz, PL

(74) Pełnomocnik:

rzec. pat. Tadeusz Wilczarski

PL 239862 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłdków buraczanych.

Buraki cukrowe są roślinami uprawianymi od ponad 200 lat. Ich główni producenci to Rosja, Stany Zjednoczone, Ukraina, a w Unii Europejskiej: Francja, Niemcy i Polska. Zgodnie z danymi OECD w roku 2018 powierzchnia upraw buraków wynosiła około 4,9 Mha, a produkcja cukru osiągnęła poziom ponad 300 mln ton metrycznych. Buraki cukrowe oprócz sacharozy (17–18% suchej masy) zawierają duże ilości celulozy, hemicelulozy i pektyn, które po ekstrakcji cukru stanowią cenny materiał paszowy – wysłdki. Wysłdki w suchej masie zawierają około 20% celulozy, 20% hemicelulozy, 20% pektyn, 10% białka i zaledwie 2% lignin, i wykorzystywane są w celach paszowych w formie mokrej (świeżej), prasowanej lub kiszanej.

Znana jest ze zgłoszenia wynalazku CN108569941 metoda cyklicznego przygotowywania nawozu z pulpy buraczanej i resztek grzybów jadalnych oraz jego aplikacja. Wynalazek zapewnia sposób cyklicznego przygotowywania nawozu z pulpy buraczanej i jadalnych resztek grzybów i jego zastosowanie, w szczególności dotyczy sposobu przygotowania jadalnego materiału podstawowego kultury grzybowej z pulpy buraczanej i mułu filtrowanego z buraków, a także zapewnia sposób przygotowania nawozu organicznego z jadalnych grzybów. Zielony obieg powstaje przez sadzenie buraków i hodowlę jadalnych grzybów, poprzez cykliczne przygotowywanie nawozów; produkt uboczny, tj. pulpa buraczana, która jest wytwarzana w przemyśle buraczanym, jest stosowany jako inny główny materiał jadalnego materiału bazowego kultury grzybowej, a inny produkt uboczny, tj. błoto filtrowane z buraków, które jest wytwarzane przez przemysł buraczany, jest stosowany również jako surowiec jadalnego materiału podstawowego kultury grzybowej; resztki grzybów, które otrzymuje się po sporoforach jadalnych grzybów, stosuje się do poprawy gleby do sadzenia buraków.

Znany jest z opisu zgłoszenia wynalazku EP1065268 sposób wytwarzania biogazu z kawałków buraków cukrowych, zwłaszcza gdy pozostałości z produkcji cukru buraczanego opierają się na tym, że szczątki buraków cukrowych miesza się z wodą tworząc substrat o rzeczywistej suchej masie 1 do 10% objętości, z okresem odroczenia od 1 do 6 dni, który jest hydrolizowany w temperaturze 15 do 50°C z jednoczesnym zakwaszeniem w pH 4,0 do 6,0, z późniejszym efektem bakterii metanizujących uwalniających biogaz w ciągłym lub nieciągłym procesie wieloetapowym. Urządzenie do przeprowadzenia metody obejmuje hydrolizę – zbiornik zakwaszający poprzedzony zbiornikiem wstępnym.

Znany jest z opisu zgłoszenia wynalazku PL417160 sposób zwiększenia wydajności biogazowni wysłdków buraczanych i poprawy jakości biogazu oraz zastosowanie preparatu bakteryjno-enzymatycznego Lactacel – W. Przedmiotem zgłoszenia jest sposób zwiększenia wydajności biogazowni wysłdków buraczanych i poprawy jakości biogazu oraz zastosowanie preparatu bakteryjno-enzymatycznego Lactacel – W. Sposób zwiększenia wydajności biogazowni wysłdków buraczanych i poprawy jakości biogazu charakteryzuje się tym, że przed zbiogazowaniem substratu stosuje się preparat enzymatyczno-bakteryjny Lactacel – W w dawce 1–1,2 kg/Mg wysłdków i prowadzi się proces ciągłej mezofilowej fermentacji metanowej.

Istotą wynalazku jest sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłdków buraczanych polegający na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych i/lub wysłdków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zateżnieniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu, charakteryzujący się tym, że surowiec w postaci buraków i wysłdków buraczanych rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 2 mm do 5 cm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120 do 140°C i ciśnieniu 1 do 3 barów w czasie 20 do 40 min, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 40 do 90°C. Frakcję ciekłą poddaje się procesowi separacji i biogazowania, a frakcję stałą poddaje korzystnie hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości od 0,1% do 10% v/v, w zakresie pH od 4 do 8, w temperaturze od 30 do 90°C w czasie od 4 do 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem drożdży korzystnie rodzaju *Saccharomyces* lub *Pichia*, lub bakterii korzystnie rodzaju *Zymomonas* lub *Bacillus*, w czasie 12 do 72 h w temperaturze 20 do 50°C o pH w zakresie 4 do 8. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej separuje się alkohol etylowy za pomocą procesu destylacji w temperaturze 76 do 84°C, przy czym pozostałość pofermentacyjną

poddaje się procesowi biogazowania metodą CSTR, a powstały po biogazowaniu mokry osad wykorzystuje jako nawóz lub poddaje formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

Korzystnie wstępną obróbkę surowca prowadzi się z dodatkiem kwasów nieorganicznych, korzystnie kwasu solnego, kwasu siarkowego (VI), kwasu azotowego (V) lub fosforowego (V) o stężeniu 1% v/v do 10% v/v.

Korzystnie wstępną obróbkę surowca prowadzi się z dodatkiem kwasów organicznych, korzystnie kwasu octowego lub kwasu mrówkowego o stężeniu 1% v/v do 10% v/v.

Korzystnie fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z użyciem bakterii z rodzaju *Streptococcus*, *Clostridium*, *Halobacillus*, *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Pseudoalteromonas*.

Korzystnie fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z użyciem drożdży *Torula*, *Rhodotorula*, *Candida*.

Korzystnie procesowi hydrolizy enzymatycznej poddaje się całość materiału po obróbce termicznej, bez uprzedniej separacji frakcji ciekłej.

Wynalazek pozwala na wytwarzanie etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wyśłodków buraczanych. Sposób według wynalazku pozwala w następujących operacjach procesowych prowadzonych w określonych warunkach fizykochemicznych i z użyciem określonych substancji chemicznych lub ich mieszanin, frakcjonowaną separację i zagospodarowanie poszczególnych składowych wyśłodków buraczanych, ze szczególnym uwzględnieniem frakcji pektynowej, celulozowej, lignocelulozowej i białkowej.

P r z y k ł a d wykonania I

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wyśłodków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zateżaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 5 mm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 140°C i ciśnieniu 3 barów w czasie 20 min, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 90°C. Powstałą frakcję ciekłą odseparowuje się i poddaje procesowi biogazowania. Frakcję stałą w postaci pulpy poddaje się hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 0,1% v/v, przy pH 5,5, w temperaturze 90°C w czasie 6 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem drożdży rodzaju *Saccharomyces* w czasie 72 h w temperaturze 30°C o pH 4,5. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem drożdży separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 78°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje się procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

P r z y k ł a d wykonania II

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wyśłodków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zateżaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 6 mm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120°C i ciśnieniu 1 bara w czasie 40 min, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 60°C. Powstałą frakcję ciekłą odseparowuje się i poddaje procesowi biogazowania. Frakcję stałą w postaci pulpy poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 10% v/v, przy pH 8, w temperaturze 90°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem drożdży rodzaju *Pichia* w czasie 72 h w temperaturze 50°C o pH 6. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem drożdży separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 78°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci

odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

Przykład wykonania III

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wyśłoków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zatężaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 1 cm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 130°C i ciśnieniu 2 barów w czasie 30 min, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 80°C. Powstałą frakcję ciekłą odseparowuje się i poddaje procesowi biogazowania. Frakcję stałą w postaci pulpy poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 0,5% v/v, przy pH 6, w temperaturze 80°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem bakterii rodzaju *Zymomonas* w czasie 24 h w temperaturze 40°C o pH 6. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem bakterii separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

Przykład wykonania IV

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wyśłoków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zatężaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 2 cm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 130°C i ciśnieniu 2 barów w czasie 30 min, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 80°C. Powstałą frakcję ciekłą odseparowuje się i poddaje procesowi biogazowania. Frakcję stałą w postaci pulpy poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 0,5% v/v, przy pH 6, w temperaturze 80°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem bakterii rodzaju *Bacillus* w czasie 24 h w temperaturze 40°C o pH 6. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem bakterii separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

Przykład wykonania V

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wyśłoków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zatężaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 5 mm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120°C i ciśnieniu 1 bara w czasie 20 min z dodatkiem kwasu solnego o stężeniu 5% v/v, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 90°C. Powstałą frakcję ciekłą odseparowuje się i poddaje procesowi biogazowania. Frakcję stałą w postaci pulpy poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 10% v/v, przy pH 8, w temperaturze 90°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem drożdży rodzaju *Torula* w czasie 72 h w temperaturze 30°C o pH 7. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem drożdży separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred

Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny

P r z y k ł a d wykonania VI

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłodków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zateżaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 5 mm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120°C i ciśnieniu 1 bara w czasie 20 min z dodatkiem kwasu siarkowego (VI) o stężeniu 10% v/v, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 90°C. Powstałą frakcję ciekłą odseparowuje się i poddaje procesowi biogazowania. Frakcję stałą w postaci pulpy poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 10% v/v, przy pH 8, w temperaturze 90°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem bakterii rodzaju *Streptococcus* w czasie 36 h w temperaturze 40°C o pH 8. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem bakterii separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

P r z y k ł a d wykonania VII

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłodków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zateżaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 5 mm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120°C i ciśnieniu 1 bara w czasie 20 min z dodatkiem kwasu azotowego (V) o stężeniu 5% v/v, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 90°C. Powstałą pulpę zawierającą frakcję stałą i frakcję mokrą poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 10% v/v, przy pH 8, w temperaturze 90°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem bakterii rodzaju *Alteromonas* w czasie 36 h w temperaturze 30°C o pH 8. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem bakterii separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

P r z y k ł a d wykonania VIII

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłodków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zateżaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 5 mm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120°C i ciśnieniu 1 bara w czasie 20 min z dodatkiem kwasu fosforowego (V) o stężeniu 5% v/v, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 90°C. Powstałą pulpę zawierającą frakcję stałą i frakcję mokrą poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 10% v/v, przy pH 8, w temperaturze 90°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem drożdży rodzaju *Rhodotorula* w czasie 36 h w temperaturze 40°C o pH 6. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem drożdży separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje

się procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

P r z y k ł a d wykonania IX

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłodków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zatężaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 4 cm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120°C i ciśnieniu 1 bara w czasie 20 min z dodatkiem kwasu octowego o stężeniu 5% v/v, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 90°C. Powstałą pulpę zawierającą frakcję stałą i frakcję moką poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 10% v/v, przy pH 8, w temperaturze 90°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem drożdży rodzaju *Candida* w czasie 36 h w temperaturze 40°C o pH 8. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem drożdży separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

P r z y k ł a d wykonania X

W przykładzie wykonania sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłodków buraczanych polega na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zatężaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu. Surowiec rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 4 cm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120°C i ciśnieniu 1 bara w czasie 20 min z dodatkiem kwasu mrówkowego o stężeniu 10% v/v, gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza do temperatury 90°C. Powstałą pulpę zawierającą frakcję stałą i frakcję moką poddaje hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości 10% v/v, przy pH 8, w temperaturze 90°C w czasie 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej. Fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z wykorzystaniem bakterii rodzaju *Pseudomonas* w czasie 36 h w temperaturze 40°C o pH 8. Z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem bakterii separuje się produkt w postaci alkoholu etylowego za pomocą procesu destylacji w temperaturze 80°C. Pozostałość pofermentacyjną poddaje procesowi biogazowania metodą CSTR (Continuous Stirred Tank Reactor). Metoda CSTR polega na ciągłym procesie biogazowania pozostałości w bioreaktorze, gdzie wprowadzana jest pożywka w postaci odpadu i konsorcjum bakterii beztlenowych, które przetwarzają dostępny węgiel na metan (biogaz). Powstały po biogazowaniu mokry osad poddaje się formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania etanolu, biogazu i materiałów nawozowych z procesu przetwarzania buraków i wysłodków buraczanych, polegający na rozdrobnieniu surowca w postaci buraków, ogonków buraczanych i/lub wysłodków buraczanych, obróbce wstępnej, hydrolizie, separacji frakcji stałej, gdzie frakcje stałe poddaje się hydrolizie enzymatycznej, fermentacji mikrobiologicznej i zatężaniu produktów, a frakcje mokre poddaje biogazowaniu, **znamienny tym**, że surowiec w postaci buraków i wysłodków buraczanych rozdrabnia się mechanicznie do frakcji 2 mm do 5 cm, poddaje wstępnej obróbce w temperaturze 120 do 140°C i ciśnieniu 1 do 3 barów w czasie 20 do 40 min i gwałtownie rozpręża do ciśnienia atmosferycznego i schładza

do temperatury 40 do 90°C, po czym frakcję ciekłą poddaje procesowi separacji i biogazowania, a frakcję stałą poddaje korzystnie hydrolizie enzymatycznej enzymami o aktywności celulaz, hemicelulaz, w ilości od 0,1% do 10 v/v, w zakresie pH od 4 do 8, w temperaturze od 30 do 90°C w czasie od 4 do 24 h, po czym poddaje fermentacji mikrobiologicznej, z wykorzystaniem drożdży korzystnie rodzaju *Saccharomyces* lub *Pichia*, lub bakterii korzystnie rodzaju *Zymomonas* lub *Bacillus*, w czasie 12 do 72 h w temperaturze 20 do 50°C o pH w zakresie 4 do 8, po czym z mieszaniny powstałej po fermentacji mikrobiologicznej separuje alkohol etylowy za pomocą procesu destylacji w temperaturze 76 do 84°C, przy czym pozostałość pofermentacyjną poddaje się procesowi biogazowania metodą CSTR, a powstały po biogazowaniu mokry osad wykorzystuje jako nawóz lub poddaje formowaniu do postaci suchego pelletu i wykorzystuje jako nawóz organiczny.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wstępną obróbkę surowca prowadzi się z dodatkiem kwasów nieorganicznych, korzystnie kwasu solnego, kwasu siarkowego (VI), kwasu azotowego (V) lub fosforowego (V) o stężeniu 1% v/v do 10% v/v.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wstępną obróbkę surowca prowadzi się z dodatkiem kwasów organicznych, korzystnie kwasu octowego lub kwasu mrówkowego, o stężeniu 1% v/v do 10% v/v.
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z użyciem bakterii z rodzaju *Streptococcus*, *Clostridium*, *Halobacillus*, *Pseudomonas*, *Alteromonas*, *Pseudoalteromonas*.
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że fermentację mikrobiologiczną prowadzi się z użyciem drożdży *Torula*, *Rhodotorula*, *Candida*.
6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że procesowi hydrolizy enzymatycznej poddaje się całość materiału po obróbce termicznej, bez uprzedniej separacji frakcji ciekłej.