



УКРАЇНА

(19) UA (11) 59585 (13) U
(51) МПК (2011.01)
C12P 7/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА ІЗ ВУГЛЕВОДОВІСНОЇ СИРОВИНИ

1

2

(21) u201012313

(22) 18.10.2010

(24) 25.05.2011

(46) 25.05.2011, Бюл.№ 10, 2011 р.

(72) ЩУЦЬКИЙ ІГОР ВАЛЕНТИНОВИЧ, МЕЛЬНИЧУК ВОЛОДИМИР ПАВЛОВИЧ, ГАЛУЗИНСЬКИЙ МИХАЙЛО ГЕОРГІЙОВИЧ

(73) ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ВИРОБНИЧА ГРУПА "ТЕХІНСЕРВІС"

(57) 1. Спосіб збродження сусла із вуглеводовісної сировини, що передбачає приготування сусла, культивування дріжджів та його збродження у бродильному апараті до одержання дозрілої бражки з одночасним відбором парів спирту та їх конденсацією, який відрізняється тим, що для інтенсифікації біосинтезу спирту в процесі

збродження зменшують його рівень в бражці шляхом циркуляції останньої через вакуумний випарник, для чого бражку подають у вакуумний випарник, де вона кипить та охолоджується за рахунок вакууму, утворену таким чином водно-спиртову парову суміш конденсують та спрямовують на подальшу переробку, а бражку зі зменшеним вмістом спирту повертають з вакуумного випарника у бродильний апарат.

2. Спосіб збродження сусла за п. 1, який відрізняється тим, що бражку випаровують у вакуумному випарнику шляхом розпилювання.

3. Спосіб збродження сусла за пп. 1, 2, який відрізняється тим, що бражку перед її надходженням до вакуумного випарника додатково підігрівують.

Корисна модель відноситься до спиртової промисловості, точніше до способів збродження сусла із сировини, що містить вуглеводи і може бути використана на підприємствах спиртової промисловості для виробництва етанолу або бутанолу.

Відомий спосіб збродження сусла із вуглеводовісної (мелясної) сировини, який включає змішування меляси, гідроортофосфату амонію, сірчанокислого амонію у звичайній водопровідній воді, перемішування, додавання культури дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Y-503, причому для інтенсифікації процесу синтезу етанолу у середовищі збродження до меляси додають геотермальну воду нефенольного класу, із загальною мінералізацією 5,2-5,4 г/л, розведену водопровідною водою до мінералізації 4,0-4,2 г/л, вмісту вуглеводів 18,6 г/100 см³, 2,58 г/л гідроортофосфату амонію, концентровану сірчану кислоту для досягнення рН 5 із розрахунку 0,4-0,6 мл на 100 г меляси (1). Пропоноване технічне рішення забезпечує інтенсифікацію біосинтезу етанолу на 25% при значному зниженні небажаних домішкових сполук через вплив геотермальної води у складі живильного середовища на морфологічні властивості дріжджових кліток в анаеробних умовах.

Недоліком даного способу є необхідність постійного постачання виробництва геотермальною водою з певними компонентами, необхідними для життєдіяльності живих організмів, які є стимуляторами фізіолого-біохімічних процесів і активаторами мембранних перебудов в живій клітині, що створює сприятливі умови для інтенсифікації спиртного бродіння.

Відомий спосіб збродження вуглеводовісної сировини (2), що включає приготування оцукреного сусла, культивування дріжджів та збродження, в перші сім годин збродження проводять при швидкості подачі сусла, яка дорівнює швидкості розбавлення середовища в бродильному апараті 0,2-0,3 год⁻¹, з наступним її зменшенням до 0,04-0,10 год⁻¹ на 12-ту годину збродження. Питомою швидкістю росту дріжджів під час збродження сусла з крохмалевмісної сировини також має значення 0,2-0,3 год⁻¹. Тому при швидкості розбавлення збродженої маси суслом, яка дорівнює питомій швидкості росту дріжджів

($D = m = 0,2 - 0,3 \text{ год}^{-1}$), концентрація цукрів не перевищує значення, коли настає гальмування біохімічних процесів в дріжджових клітинах. Технічним результатом даного винаходу є зниження концентрації цукрів збродженої маси в процесі

(19) UA (11) 59585 (13) U

зброджування та усунення таким чином фактору гальмування (інгибування) синтезу біомаси дріжджів.

До недоліків даного способу слід віднести технологічну складність постійного контролю питомої швидкості росту дріжджів під час зброджування сусла для запобігання гальмування біохімічних процесів в дріжджових клітинах.

Відомий також спосіб зброджування сусла із вуглеводовмісної сировини, який передбачає приготування сусла, культивування дріжджів та його зброджування у бродильному апараті до одержання дозрілої бражки з наступним відбором парів спирту та їх конденсування, причому відведення відпрацьованої бражки здійснюють при досягненні вмісту в ній етанолу менше 0,5%, а в процесі відведення бражку піддають декантуванню з виділенням фугату, після чого утворений фугат відправляють на стадію підготовки вихідної бражки (3).

Недоліком даного способу, вибраного за найближчий аналог, є використання обладнання, зокрема резервуарів значних об'ємів (робочої секції) під розрідженням, що вимагає збільшення товщини стінок апаратів та монтажних витрат, а відповідно збільшення інвестиційних затрат. Крім того через вакуумну машину, яка створює розрідження в робочій секції, проходить вся кількість утвореного при бродінні вуглекислого газу, що вимагає значних енергозатрат.

Задачею, покладеною в основу пропонованого технічного рішення, є інтенсифікація біосинтезу етанолу (бутанолу) шляхом зменшення його кількості в зброджуваному субстраті.

Ця задача вирішується тим, що у способі зброджування сусла із вуглеводовмісної сировини, який передбачає приготування сусла, культивування дріжджів та його зброджування у бродильному апараті до одержання дозрілої бражки з одночасним відбором парів спирту та їх конденсуванням, відповідно до пропонованого технічного рішення для інтенсифікації біосинтезу спирту в процесі зброджування зменшують його рівень в бражці шляхом циркуляції останньої через вакуумний випарник, для чого бражку подають у вакуумний випарник, де вона кипить та охолоджується за рахунок вакууму, утворену таким чином водно-спиртову парову суміш конденсують та спрямовують на подальшу переробку, а бражку зі зменшеним вмістом спирту повертають з вакуумного випарника у бродильний апарат. Задача вирішується зокрема тим, що бражку випаровують у вакуумному випарнику із застосуванням розпилювання, а також і тим, що бражку перед її надходженням до вакуумного випарника додатково підігривають.

Зменшення у процесі бродіння сусла концентрації спирту за рахунок його часткового відбору запобігає гальмуванню біохімічних процесів та створює умови для більш інтенсивного процесу біосинтезу, а випаровування шляхом розпилювання бражки сприяє більш ефективному відбору водно-спиртової парової суміші та її охолодженню. Додатковий підігрів бражки сприяє процесу випаровування.

Спосіб пояснюється кресленням Фіг.1, на якому схематично зображена установка для реалізації способу, що заявляється. Установка містить бродильний апарат 1, у якому здійснюють підготовку бражки шляхом змішування сусла, що підводиться через патрубок 2 з дріжджами, ферментними препаратами та іншими допоміжними речовинами, які поступають через патрубок 3. Бродильний апарат містить також теплообмінник 4 для відведення тепла, утвореного у процесі бродіння та підтримання заданої температури, а також патрубок для відведення утвореного під час бродіння вуглекислого газу 5. Вихід 6 бродильного апарата 1 підключений до вакуумного випарника 7 через циркуляційний насос 8. Для додаткового нагріву бражки на 2-3°C, що дозволить збільшити кількість бражного конденсату та відповідно знизити вміст спирту (етанолу або бутанолу) в охолодженій бражці, циркулярний насос 8 може бути підключений до вакуумного випарника 7 через теплообмінник 9. Вакуумний випарник 7 містить також вихідні патрубки виведення бражки зі зменшеним рівнем спирту 10 та виведення пароспиртової суміші 11, який з'єднаний з конденсатором 12 з трубопроводом 13 виведення бражного дистиляту. Вихідний патрубок 10 з'єднаний трубопроводом 14 з бродильним апаратом 1.

Спосіб реалізується таким чином.

Задалегідь приготуванним вуглеводовмісним суслом (вміст сухих речовин 25-40% мас.) через патрубок 2 наповнюють бродильний апарат 1. Також в бродильний апарат 1 через патрубок 3 задають виробничі дріжджі, інші речовини (ферментні препарати, додаткове живлення та ін.) та здійснюють процес бродіння із накопиченням спирту (етанолу або бутанолу), причому для одержання бутанолу використовують дріжджі з бактеріями *Clostridium acetobutylicum*.

Тепло утворене у процесі бродіння відводять за допомогою вмонтованого або виносного теплообмінника 4 (підтримання заданої температури бродіння). При накопиченні етанолу в бражці понад 7% об. (бутанолу понад 1% об.) зменшують його рівень в бражці з одночасним охолодженням за допомогою виносного вакуумного випарника 7. Для цього вмикають циркуляційний насос 8, яким подають бражку у випарник 7, додатково підігриваючи її на 2-3°C у теплообміннику 9. У випарнику 7 створюється розрідження не менше -96 кПа. Бражка із температурою 34-36°C потрапляючи у випарник 7 кипить і охолоджується до 28-34°C залежно від створеного розрідження. Для більшої ефективності процесу випаровування бражку можуть подавати у вакуумний випарник 7 із застосуванням технології розпилювання. Охолоджена бражка через вихідний патрубок 10 виведення бражки із зниженим вмістом спирту повертається у бродильний апарат 1 по трубопроводу 14. Водно-спиртові пари із вмістом етанолу 30-60% об (бутанолу 2-5% об), які виходять із вакуумного випарника 7 через вихідний патрубок 11 виведення водно-спиртової парової суміші потрапляють у конденсатор 12, де повністю конденсуються та виводяться через трубопровід 13 виведення бражного дисти-

ляту. Далі утворений конденсат поступає у передаточну ємність або на подальшу переробку.

У випадку здійснення безперервного циклу зброджування для інтенсифікації процесу одержання етанолу (бутанолу) установка може містити батарею бродильних апаратів 1 із відповідним включенням у систему циркуляційного насоса 8, вакуумного випарника 7 та конденсатора 12 до бродильних апаратів, вміст етанолу в яких не менше 7% об (бутанолу 1% об).

Завдяки своєчасному видаленню частки продукту життєдіяльності дріжджів - спирту і вуглекис-

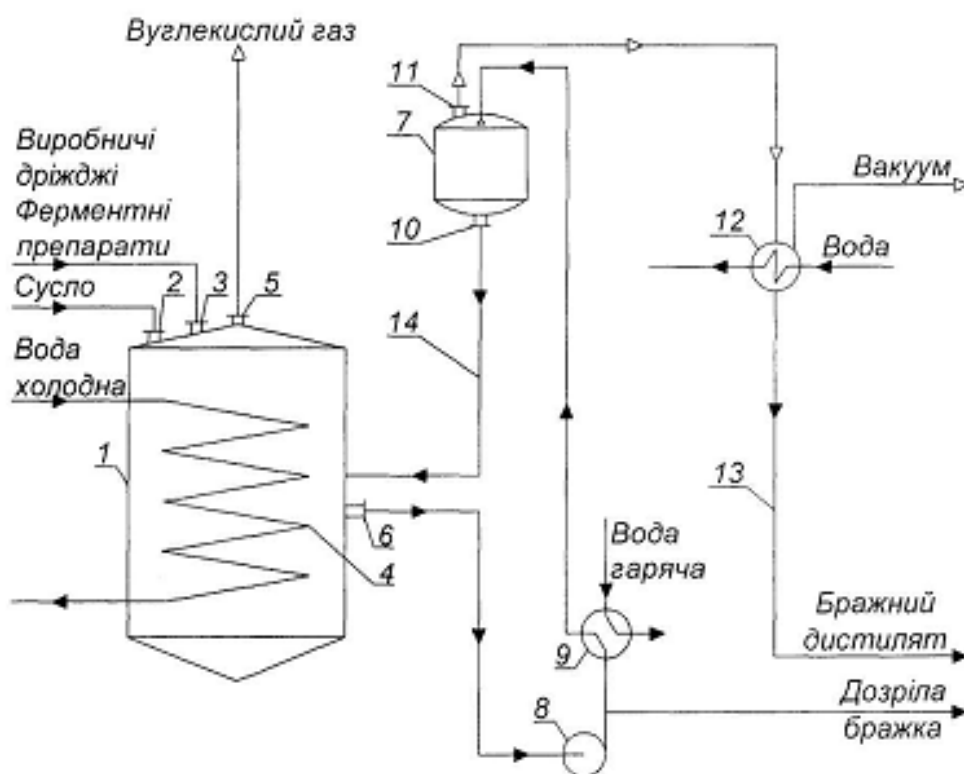
лого газу, що є інгібіторами процесу спиртного бродіння, зменшується їх накопичення в бродильному апараті, внаслідок чого інтенсифікується процес накопичення етанолу (бутанолу).

Джерела інформації:

1. Патент Російської Федерації №2329302, кл. C12P 7/06, публ. 10.07.2008 р.

2. Патент України №29299, кл. C12P 7/00, публ. 16.09.2002 р.

3. Патент Російської Федерації №2314347, кл. C12P 7/06, публ. 10.01.2998 р. (прототип).



Фіг.