ЦУКОР УКРАЇНИ 4 (88) / 2013

УДК 663/394 : 663.5

Оптимізація складу сусла для вирощування дріжджів при використанні напівпродуктів цукрового виробництва

Л.В. Ткаченко, *кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, ДНУ Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів, м. Київ*
Н.В. Процан, *завідувач лабораторії продуктів бродіння та мікробного синтезу, ДНУ Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів, м. Київ*
М.С. Кирилюк, *молодший науковий співробітник, ДНУ Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів, м. Київ*

З огляду на стан сучасного цукрового виробництва в Україні показано актуальність перепрофілювання цукрових заводів на виробництво біоетанолу з напівпродуктів цукрового виробництва. Показано результати досліджень щодо оптимізації складу середовища для вирощування виробничих дріжджів з використанням напівпродуктів цукрового виробництва: зеленої патоки та цукрового сиропу після упарювання дифузійного соку.

Соответственно состоянию современного сахарного производства на Украине показана актуальность перепрофилирования сахарных заводов на производство биоэтанола из полупродуктов сахарного производства. Показаны результаты исследований по оптимизации состава среды для выращивания производственных дрожжей с использованием полупродуктов сахарного производства: зеленой патоки и сахарного сиропа после упаривания диффузионного сока.

Respectively of modern sugar production in Ukraine shows topicality conversion sugar plants for the production ethanol from intermeatives of sugar production. Shows the results of the research optimization of protection for growing industrial yeast with use intermediates sugar production such as: green syrop and sugar syrop after evaporation raw juice.

До основних видів сировини для виробництва біоетанолу в Україні, та в інших країнах світу, можна віднести зернові культури та мелясу. Але на ці види сировини постійно підвищуються ціни, що призводить до підвищення собівартості кінцевого продукту. Для організації конкурентоспроможного виробництва біоетанолу потрібно проводити пошуки та дослідження різних альтернативних видів сировини. У зв'язку з цим розроблення технологій з використанням більш дешевої та економічно вигідної сировини для виробництва біоетанолу є актуальним завданням.

В Україні останнім часом знизилось виробництво цукру і багато цукрових заводів не працюють. Отже доцільним є перепрофілювання цукрових заводів, які мають достатньо потужну технічну базу з переробляння цукрового буряка, на виробництво цукру і біоетанолу. З економічної точки зору найбільш привабливими напівпродуктами цукрового виробництва для організації виробництва біоетанолу є ті, що дають змогу одержати максимальний вихід біоетанолу та мають довший термін зберігання [1-3].

Метою досліджень було проведення робіт щодо підбору оптимального складу сусла з напівпродуктів цукрового виробництва для культивування дріжджів.

Предметом дослідження були напівпродукти цукрового виробництва: зелена патока та цукровий сироп, які було одержано на Згурівському цукровому заводі, сусло із напівпродуктів цукрового виробництва, процеси культивування дріжджів та спиртового зброджування, дозріла бражка.

В напівпродуктах цукрового виробництва визначали: масову частку сухих речовин (СР) - рефрактометричним методом за допомогою рефрактометра РДУ [4]; величину pH середовища потенціометричним методом і величину кислотності – електрометричним титруванням з використанням pH-метру pH-150 (Білорусія) [5]; масову частку сахарози та інверсійної поляризації поляриметричним методом на цукрометрі СУ-4 з кварцовим компенсаційним клином або з компенсатором, що обертається, з міжнародною цукровою шкалою, яка оснащена монохроматичним джерелом світла; загальну суму цукрів, що зброджуються, розраховували за прямою, інверсійною поляризацією та вмістом інвертного цукру [6]; масову

Таблиця 1

Варіанти приготування дріжджового сусла із зеленої патоки та цукрового сиропу після упарювання дифузійного соку

Варіанти	Внесено у сусло допоміжних речовин			
	Підкислення сусла H_2SO_4 до pH 5,0 од.	ДАФ, % до кількості напівпродукту	Карбамід, % від кількості напівпродукту	КЕ, % до об'єму середовища
Контрольний варіант	-	-	-	-
1	+	-	0,1	-
2	+	0,06	0,06	-
3	+	0,06	-	-
4	+	0,1	-	-
5	+	0,15	-	-
6	+	-	0,15	-
7	-	-	-	1
8	-	0,06	0,06	1
9	-	0,1	-	1
10	-	0,15	-	0,5

Таблиця 2

Результати вирощування дріжджів на середовищах, приготовлених з використанням зеленої патоки та поживних речовин за різними варіантами

Показники	Варіанти										
	Контрольний	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Біомаса 75% вологості, г/дм^3	12,4	21,3	22,8	23,1	23,8	24,5	23,3	23,7	25,8	24,5	24,8
Видимі СР, %	4,5	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2	3,4	3,1	3,2	3,2	3,2
pH, од.	6,42	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4,8	4,8	4,8	5,1
Кислотність, град.	0,05	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	0,28

Таблиця 3

Результати вирощування дріжджів в середовищах, приготовлених з використанням цукрового сиропу після упарювання дифузійного соку та поживних речовин за різними варіантами

Показники	Варіанти										
	Контроль	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Біомаса 75% вологості, г/дм^3	8,2	14,5	16,8	18,4	18,2	18,5	22,3	22,7	24,1	22,5	22,8
Видимі СР, %	4,5	3,5	3,4	3,3	3,3	3,2	3,4	3,1	3,2	3,2	3,2
pH, од.	6,42	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	4,8	4,8	4,8	5,1
Кислотність, град.	0,05	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,35	0,35	0,35	0,28

частку кальцію - титрометричним методом [5].

Під час досліджень використовували дріжджі Saccharomyces cerevisiae раси У-5007 (К-7) із музею чистих культур УкрНДІ спиртбіопрод. Культивування дріжджів проводили за класичною схемою. Біомасу дріжджів відділяли за допомогою вакуумнасосу та вносили в колби із розрахунку 1,5 г/дм^3 сусла.

Для відпрацювання процесу вирощування дріжджів сусло готували із напівпродуктів цукрового виробництва (НЦВ) (зелена патока, цукровий сироп після упарювання дифузійного соку) наступним чином: розраховували наважку НЦВ таким чином, щоб концентрація сусла стано-

вила 6, 8, 10 і 12% СР, підкислювали сусло до pH 4,8-5,0 од. за допомогою сірчаної кислоти молярною концентрацією 1 моль/дм^3, збагачували азотним та фосфорним живленням у вигляді діамонійфосфату, карбаміду та кукурудзяного екстракту з розрахунку до маси напівпродукту.

Тривалість культивування дріжджів становила 16, 18, 20, 22 і 24 години за температури 30°С та за аеробних умов, для чого процес вирощування проводили в качалкових колбах на лабораторній качалці за частоти коливань 220 хв$^{-1}$. Кількість біомаси дріжджів визначали ваговим методом у перерахунку на 75% вологість [5].

Під час зброджування напівпродуктів цукрового виробництва крім накопичення біоетанолу відбувається біосинтез вторинних та побічних метаболітів, кількість утворення яких залежить від якісних показників сировини та пов'язаний з фізіологічною активністю дріжджових клітин. Тому необхідною умовою одержання максимального виходу біоетанолу з НВЦ є встановлення оптимальних параметрів процесу дріжджогенерування з одержанням достатньої кількості біомаси дріжджів, що включає підбір початкової концентрації сусла, необхідної кількості азотного і фосфорного живлення.

За результатами дріжджогенерування на суслі приготовленому з НВЦ за початкової концентрації 6; 8; 10 і 12% СР було встановлено, що оптимальною є концентрація 8% СР. Тому в дослідах з визначення необхідної кількості поживних речовин готували сусло із напівпродуктів цукрового виробництва концентрацією 8% СР.

Враховуючи те, що зелена патока та цукровий сироп після упарювання дифузійного соку не мають в своєму складі достатньої кількості поживних речовин, під час спиртового бродіння дріжджі відчувають дефіцит ростових речовин, а після декількох генерацій знижується їх генеративна та бродильна активність. Тому необхідно було підібрати композиції поживних речовин, які потрібні для розмноження та життєдіяльності дріжджових клітин. Під час досліджень в сусло для вирощування дріжджів додатково вносили джерела азоту і фосфору, які широко застосовуються в спиртовій та дріжджовій галузях, у вигляді діамонійфосфату (ДАФ) та карбаміду в кількості 0,06; 0,1; 0,15% від кількості НЦВ. Також додатково, як джерело ростових речовин, використовували кукурудзяний екстракт (КЕ) в кількості 0,5 та 1% до об'єму середовища. Використання КЕ дає змогу підкислити середовище до необхідного значення pH для розвитку та розмноження дріжджів та не застосовувати сірчану кислоту. Варіанти дослідів наведено в наведено в таблиці 1.

Одержані результати дріжджогенерування на середовищах, приготовлених з використанням НЦВ, наведено **в таблицях 2 і 3.**

З результатів **таблиць 2 і 3** видно, що додаткове внесення КЕ під час приготування середовищ з напівпродуктів цукрового виробництва стимулює синтез біомаси дріжджів. Найкращі результати за показником накопичення біомаси дріжджів 25,8 г/дм^3 (**табл. 2**) та 24,1 г/дм^3 (**табл. 3**) одержано на середовищах, приготовлених за варіантом № 8 з додатковим внесенням КЕ у кількості 1% до об'єму середовища, карбаміду і ДАФ у кількості 0,06% від кількості НЦВ.

Отже, за результатами проведених досліджень оптимізовано склад сусла з напівпродуктів цукрового виробництва для культивування дріжджів:

- концентрація сухих речовин в суслі - 8% ;
- азотне та фосфорне живлення у вигляді карбаміду та діамонійфосфату із розрахунку 0,06% до маси напівпродукту;
- ростові речовини у вигляді КЕ в кількості 1% до об'єму середовища.

Отже, зелена патока і цукровий сироп після упарювання дифузійного соку, придатні як сировина для одержання біоетанолу, оскільки в них є достатня кількість цукру. За умов визначеного складу середовищ, приготовлених з напівпродуктів цукрового виробництва можна накопичити необхідну кількість біомаси дріжджів для подальшого ефективного зброджування цукрів з одержанням біоетанолу.

Список використаних джерел

1. Сапронов А.Р. Технология сахарного производства. – М. : Колос, 1998. – 495 с.
2. Безвідхідна переробка цукрових буряків / О.С. Заєць, В.О. Штангеєв, Ю.О. Заєць та ін. – К. : Урожай, 1992. – 184 с.
3. Капелюшный Д.И. Пути улучшения условий хранения сахарной свеклы и снижение потерь свекломассы и сахара. – М. : ЦНИИТЭИПищепром, 1978. – 39 с.
4. Рухлядьева А.И. Технохимический контроль спиртового производства. - М.: Пищевая промышленность, 1974. - 208 с.
5. Великая Е.М., Суходол В.Ф. Лабораторный практикум по общей технологии бродильных производств. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1983.- 312 с.
6. Инструкция по химико-технологическому и микробиологическому контролю комплексной переработки мелассы на спирт и другие продукты. М. : Агропромиздат, 1986. - 220 с.

Рецензент: І.М. Журавський, к.т.н.