

Меляса як сировина для виробництва етанолу і дріжджів. Здатність до бродіння

Тереса Сумінська, магістр-інженер, Інститут біотехнологій сільськогосподарської та харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського, Інститут цукроваріння

Барбара Гаєвник, магістр-інженер, Інститут біотехнологій сільськогосподарської та харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського, Інститут цукроваріння

Ванда Волинська, Інститут біотехнологій сільськогосподарської та харчової промисловості ім. проф. Вацлава Домбровського, Інститут цукроваріння

У статті представлено результати оцінки якості меляси, виробленої під час кампанії 2014-2016, та її здатності до бродіння. Не кожна меляса є відповідною сировиною для подальшої переробки. Тому виробники меляси повинні звертати увагу на вимоги, що висуває бродильна промисловість, мета яких – отримання заданого виходу етанолу у промислових умовах.

Ключові слова: меляса, спиртове бродіння, спиртові дріжджі, мінеральні речовини.

Бурякова меляса – це побічний продукт, який є сировиною, зокрема, для бродильної промисловості (виготовлення дріжджів, виробництво етилового спирту на горілчаних заводах). Її чистота настільки низька, що подальша кристалізація цукру є нерентабельною. Тому мелясу усувають з виробничої лінії, а разом з нею – усі нецукри бурякового походження, які не було усунуто у процесі очищення. (4) Якщо не має можливостей для збуту, меляса може розглядатися як відходи. Однак такі відходи важко утилізувати як з економічної, так і з екологічної точки зору. Вони можуть використовуватися як додаток до кормів для тварин та добриво (в обмеженому обсязі). Також можуть використовуватися у будівництві як додаток до бетону – покращувати його міцність, виконуючи функцію пластифікаторів. Найбільш обґрунтованим і рекомендованим є використання меляси для виробництва етилового спирту як

відновлювального джерела енергії (додатку до палива).

Її хімічний склад досить змінний, оскільки залежить як від сорту, умов вирощування цукрового буряка, погоди, так і від способу його переробки на цукровому заводі. При виробництві цукру отримують 3,5-4,5% меляси відносно переробленої кількості буряків. Від якості меляси залежить вихід спирту на горілчаному заводі та дріжджів на дріжджовому заводі. Склад меляси змінюється, це зв'язано з інтенсифікацією вирощування і переробки цукрового буряка. Середній склад меляси (проаналізованої в Інституті цукроваріння Інституту біотехнологій сільськогосподарської та харчової промисловості) (7, 8, 9), у порівнянні з вимогами Польської Норми (5), наведено у **таблиці 1**. У **таблиці 2** представлено методику, яка застосовувалася під час проведення аналізів.

Таблиця 1

Порівняння середнього хімічного складу меляси з вимогами PN-76/R-64772

Параметр	Середній вміст			Вимоги PN	
	2014	2015	2016	Клас I	Клас II
1. Суха речовина, %	80,4	80,2	80,7	≥75	≥73
2. Сахароза, %	49,4	49,4	49,1	≥46	≥44
3. рН	8,0	8,6	8,4	7,0-8,5	7,0-9,0
4. Загальний азот, %	1,85	1,90	1,90	≥1,6	Не нормалізується
5. Редукуючі речовини, %	0,19	0,21	0,10	≤1,0	
6. Летючі кислоти, %	1,16	0,98	0,94	≤1,4	
7. Діоксид сірки, %	0,012	0,008	0,008	≤0,1	
8. Солі Ca і Mg як CaO, %	0,74	0,14	0,13	≤1,2	
9. Шлам, %	0,2	0,2	0,2	≤0,8	
10. Коефіцієнт чистоти, %	61,4	61,5	60,9	≤65	

Методика досліджень

Параметр	Методи досліджень
1. Уявний вміст сухої речовини	ICUMSA GS4/3-13 (2009) рефрактометричний метод
2. Уявний вміст сахарози	PB-PAC-11; вид. 2 (2015) поляриметричний метод
3. рН розчину м'яса	ICUMSA GS 1/2/3/4/7/8-23 (2009) потенціометричний метод
4. Солі Ca і Mg, як CaO	PB-PAC-17; вид. 2 (2015) метод титрування
5. Редуруючі речовини	PB-PAC-12; вид. 2 (2015) метод титрування
6. Загальний азот	PB-PAC-13; вид.3; (2015) метод титрування
7. Летючі кислоти	PB-PAC-18; вид.2 (2015) метод титрування
8. Діоксид сірки	PB-PAC-14; вид. 2 (2015) метод титрування
9. Шлам	PB-PAC-19; вид. 2 (2015) візуальний метод
10. Коефіцієнт чистоти	PB-PAC-20; вид. 2 (2015) розрахунковий метод
11. Здатність м'яса до бродіння	PB-ZC-01; вид.2 (2015) ваговий метод

Не кожна м'яса є відповідною сировиною для подальшої переробки. Тому окремі галузі бродильної промисловості висувають вимоги до отримання визначеної кількості продукту у промислових умовах.

Велика буферна здатність м'яса обумовлена присутністю солей слабо дисоційованих кислот і основ, вона відіграє велику роль у виробництві, зокрема, дріжджів і спирту. Її буферні властивості залежать від коефіцієнта чистоти – чим менше коефіцієнт чистоти, тим більше буферна здатність (6). У бродильній промисловості м'яса для мікроорганізмів – це джерело органічного вуглецю, азотних сполук, мінеральних складників і регуляторів росту. Усі мікроорганізми використовують, крім сахарози, також суміш глюкози і фруктози, тобто інвертний цукор. Великий вміст цієї сполуки у м'ясі (понад 2%) свідчить про переробку деградованих буряків або про високий рівень його інфікованості. У такому випадку присутні також нітроти і летючі кислоти, які впливають на процеси бродіння. Присутня у м'ясі рафіноза (0,5-2,0% і більше) (6) витрачається дріжджами низового бродіння. Дріжджі верхового бродіння не містять ферменту мелібіазу і використовують його тільки на 1/3. Солі кислот і органічних основ, у тому числі оцтова, мурашина і масляна кислоти, також сповільнюють процеси бродіння. М'ясу з високим вмістом летючих кислот необхідно піддавати спеціальній обробці (заквашування, нагрів). Встановлено, що вміст SO₂ понад 0,03% є шкідливим для

розвитку дріжджів. Загальний вміст азоту у м'ясі коливається у широких межах і залежить від сорту буряка, ґрунту, внесення добрив, кількості опадів і стану буряків під час переробки. До шкідливих сполук належать нітроти, присутність яких у м'ясі (0,004-0,01%) свідчить про поганий стан сировини, забруднення станції екстракції та сирого соку. Велику продуктивність дріжджів можна отримати, якщо м'яса містить понад 1,65% загального азоту і 0,7% засвоюваного азоту. Встановлено чітку кореляцію між вмістом цих форм азоту. М'яса містить мало фосфорних сполук (менше 0,1% P₂O₅), які потрібні для розвитку мікроорганізмів, отже м'ясове сусле слід збагачувати ортофосфорною кислотою (1)

У живильному середовищі з м'яса розмножуються у першу чергу мікроорганізми, які використовують сахарозу як джерело вуглецю. Великий вміст деяких неорганічних сполук (таб. 3) гальмує розвиток мікроорганізмів, у зв'язку з цим м'ясу піддають спиртовому бродінню після розрідження, щоби забезпечити дріжджам відповідні умови для розвитку. (1). У процесі гідролізу сахароза, що міститься у м'ясі, розкладається до моноцукрів, які піддаються спиртовому бродінню.

Цей процес відбувається без участі ферментних препаратів, необхідних у випадку крохмалистих речовин, в яких крохмаль розкладається до цукрів. Вуглеводи, що знаходяться у живильному середовищі, це не тільки вихідна речовина для виробництва спирту, але й джерело вуглецю для

Таблиця 3

Вміст мінеральних речовин у мелясі

Складник	Вміст у мелясі, %
K ₂ O	4,69
Na ₂ O	0,75
CaO	0,22
MgO	0,03
Fe ₂ O ₃	0,03
CO ₂	2,33
P ₂ O ₅	0,05
Cl ⁻	0,68

Таблиця 4

Результати дослідження інтенсивності спиртового бродіння 2014 року

Проба меляси	Інтенсивність бродіння мг CO ₂ /г меляси/год., розрахована через:	
	24 год.	48 год.
1	0,21	0,55
2	0,32	0,43
3	1,60	1,00
4	0,37	0,46
5	0,17	0,44
6	0,24	0,22
7	0,23	0,27
8	0,20	0,28

Таблиця 5

Результати дослідження спиртового бродіння 2015 року

Проба меляси	Інтенсивність бродіння мг CO ₂ /г меляси/год., розрахована через:	
	24 год.	48 год.
1	0,72	2,22
2	0,86	3,28
3	0,75	2,17
4	0,81	2,51
5	0,58	3,08
6	0,59	2,26
7	0,78	3,57
8	0,84	2,08
9	1,63	3,39

Таблиця 6

Результати дослідження спиртового бродіння 2016 року

Проба меляси	Інтенсивність бродіння мг CO ₂ /г меляси/год., розрахована через:	
	24 год.	48 год.
1	10,14	6,53
2	10,23	5,75
3	11,35	6,38
4	9,90	5,85
5	10,18	5,79
6	10,08	5,74
7	11,05	6,54
8	7,29	4,13
9	9,60	5,37

будівництва нових клітин дріжджів. Додавання до живильного середовища стимуляторів у формі мінеральних сполук прискорює процес спиртового бродіння і позитивно впливає на розвиток та розмноження дріжджів, оскільки забезпечує їм необхідну кількість елементів (3). Під час бродіння м'ясяного суслу, крім етанолу, який є основним і бажаним кінцевим продуктом, утворюється також ряд побічних продуктів спирту, тобто альдегіди, вищі спирти, ефіри, органічні кислоти та інше. Додавання стимуляторів може впливати на обмеження їх кількості (2).

Матеріал для досліджень становили проби м'ясяси, які характеризувалися середніми якісними параметрами, наведеними у таблиці 1. У процесі спиртового бродіння застосовували спиртові дріжджі D-2 у рідкій формі.

Методика досліджень здатності м'ясяси до бродіння полягає на визначенні швидкості бродіння, вираженої втратою маси м'ясясового суслу. Процес контролюється за допомогою вимірювання маси виділеного діоксиду вуглецю. Бродіння відбувається в термостаті при стабільній температурі.

Як критерій оцінки достатньої здатності м'ясяси до бродіння приймають інтенсивність бродіння, що становить:

- понад 4 мг CO₂/г м'ясяси/год., порахованої через 24 години процесу.
- понад 2 мг CO₂/г м'ясяси/год., порахованої через 48 години процесу.

З даних, представлених у трьох вищенаведених таблицях, слідує, що інтенсивність спиртового бродіння була найкращою у 2016 році. М'ясяса відповідала відповідним критеріям як через 24, так і через 48 годин. Найгірша якість спостерігалася на два роки раніше, тобто у 2014 році. М'ясяса, виготовлена у цей період, спричиняла великі складнощі виробникам спирту. Для технології дріжджів важливими є летючі кислоти. Вони гальмують розвиток дріжджів та їхню здатність до бродіння. Згідно з даними, наведеними у таблиці 1, у 2014 році вміст летючих кислот у порівнянні з наступними роками був приблизно на 16% вищим, ніж у 2015 році, і на 19%, ніж в 2016 році. Однак не можна стверджувати, що це було основною причиною поганого бродіння м'ясяси.

М'ясяса – це побічний продукт виробництва цукру, який використовується, зокрема, у спиртній і дріжджовій промисловості. Сахароза, яку містить м'ясяса, використовується як вихідна речовина у мікробіологічних процесах. Встановлено, що проби м'ясяси відрізняються за хімічним складом, що слід інтерпретувати як вплив агротехнічних і технологічних чинників переробки та вирощування цукрових буряків. У зв'язку з дуже складним хімічним складом м'ясяси вирішальне значення для визначення придатності м'ясяси як вихідної сировини для окремих галузей бродильної промисловості повинна мати лабораторна бродильна проба. ■

Список використаних джерел:

1. *Bednarski W.; Reys A. i inni. Biotechnologia żywności. WNT; Warszawa; 2003 str. 420-423*
2. *Kotarska K., Dziemianowicz W., Czupryński B. Wpływ dodatku stymulatorów na fermentację melasy oraz jakość uzyskiwanego spirytusu. Inżynieria i Aparatura Chemiczna Nr 2/2013; str. 54-55;*
3. *Kotarska K., Dziemianowicz W.: Wpływ różnych warunków fermentacji alkoholowej melasy na jej intensyfikację i jakość otrzymanego spirytusu. ŻNTJ 2015; str. 150-159*
4. *Mc Ginnis R.A. (red.): «Cukrownictwo», WNT, Warszawa 1976; str. 516-5183.*
5. *Norma PN-76/R-64772: Melas buraczany*
6. *Poradnik inżyniera. Cukrownictwa. WNT, Warszawa 1988; str. 246-250*
7. *Praca badawcza Zakładu Cukrownictwa IBPRS o symbolu 506-01-ZC-094 (2014); Specjalistyczne analizy laboratoryjne cukru, melasu, wysłodków oraz środowiska produkcji w Oddziałach Krajowej Spółki Cukrowej S.A*
8. *Praca badawcza Zakładu Cukrownictwa IBPRS o symbolu 506-01-ZC-124 (2015); Specjalistyczne badania cukru, melasu, wysłodków oraz środowiska produkcji w Oddziałach Krajowej Spółki Cukrowej S.A*
Praca badawcza Zakładu Cukrownictwa IBPRS o symbolu 506-01-ZC-147 (2016); Badania i ocena jakości cukru, melasu i kamienia wapiennego w Oddziałach Krajowej Spółki Cukrowej S.A. w kampanii cukrowniczej w 2016 r

ЦІКАВІ ФАКТИ

Цікаві факти про пиво

Достовірно відомо, що одним з найдавніших напоїв є пиво, адже в Єгипті була знайдена гробниця пивовара, датована 1200 роком до нашої ери. З малюнків на ній стало відомо, що пивовара звали Хонсю Ім-Хебу. Він варив пиво для ритуалів, присвячених цариці неба богині Мут.

Середньовіччя відоме своїми цікавими правилами і законами. У середньовічній Чехії дрібні села і селища, які хотіли отримати статус міста, для мали виконати необхідні умови: заснувати судову систему, митницю і, найголовніше, побудувати пивоварний завод.

Джерело: Billionnews