

УДК 621.798

**І. Ф. МАКСИМЕНКО,**

**О. О. БОЙКО,**

**В. В. БЕВЗ**

*Національний університет харчових технологій*

## **ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ПИВА ТА ЕТИЛОВОГО СПИРТУ**

В сучасних умовах розвитку виробництва великого значення набуває раціональне використання наявних ресурсів – сировини, палива, води. Для цього необхідно мати чітке уявлення про перетворення, які відбуваються з сировиною при виконанні технологічних операцій, а також про витрати ресурсів для здійснення таких перетворень. На основі аналізу отриманої інформації можливо запроваджувати схеми по рекуперації енергії та додаткового використання виробничих ресурсів [1-3].

Для нашого дослідження було обрано технології, що містять у своєму складі процеси бродіння, а саме виробництво пива за класичною технологією та виробництво спирту з зерна та меляси. При аналізі технологій досліджувалися зміни хімічного складу сировини, енергії хімічних зв'язків, витрати та виділення енергії, потреба в ресурсах (вода, пара тощо).

Під час виробництва продукції з використанням процесу бродіння для отримання кінцевої продукції відбуваються хімічні перетворення в сировині, пов'язані як з перебігом процесів самого бродіння, так і викликані необхідністю технологічної обробки матеріального потоку.

Одним з головних етапів при виробництві спиртовмістних продуктів є перетворення вуглеводнів, що містяться у вигляді складних сполук, у більш прості моно- та дівуглеводні. У виробництві етилового спирту цей процес має

назву розварювання, а у виробництві пива – затирання, і відбувається він за різних технологічних параметрів.

При виробництві пива процес затирання відбувається в чотири етапи, під час кожного з яких має місце нагрівання матеріального потоку до певної температури з подальшою витримкою за фіксованої температури. На першому етапі відбувається нагрівання до температури білкової паузи (45-50 °C). При цьому здійснюється розщеплення високомолекулярних білкових сполук до амінокислот та більш простих білків, що потім будуть спожиті дріжджами, на етапі бродіння, а також вплинуть на смак і якість пива. Протягом другого етапу – мальтозної паузи (за температури 62-65 °C) – відбувається розщеплення крохмалю суслу на декстрини під дією  $\beta$ -амілази. На третьому етапі матеріальний потік нагрівається до температури оцукрювання (72-75 °C). В цей час під дією  $\alpha$ -амілази відбувається розщеплення декстринів на прості цукри. На останньому етапі потік нагрівається до 78 °C – температури, за якої затор передається на фільтрацію. Це забезпечує зниження в'язкості пивного суслу, що відбувається при підвищенні температури суслу. Передавання не здійснюють за більш високих температур, тому що за більш високої температури деактивується  $\alpha$ -амілаза, яка забезпечує при фільтруванні додаткове оцукрювання.

При виробництві спирту процес розварювання протікає в один етап, під час якого матеріальний потік нагрівається до температури оцукрювання (75-85 °C) в апаратах термоферментативної обробки матеріалу, де витримується певний час. Потім матеріальний потік подається до вакуумоцукрювача, де він охолоджується за рахунок адіабатного кипіння та витримується при даній температурі.

Така різниця процесів оцукрювання викликана тим, що при підвищенні температури процес оцукрювання сировини прискорюється, але при цьому утворюються побічні продукти, що погіршують органолептичні властивості кінцевого продукту. Для виробництва спирту наявність побічних продуктів після процесу оцукрення крохмалю не важлива, оскільки відбувається їх відділення від товарного продукту (етилового спирту) на стадії ректифікації, та видалення

їх разом з бардою (водовмісних відходів процесу ректифікації). Але це важливо при виробництві пива, коли всі розчиненні у воді речовини та хімічні сполуки, що утворилися на різних етапах переробки продукту, потрапляють до кінцевого продукту.

Під час виробництва спирту зміни, що відбуваються з сировиною, стосуються її хімічного складу, а при протіканні процесу бродіння, ще й зміни енергії хімічних зв'язків. На відміну від виробництва спирту при виробництві пива зміна енергії хімічних зв'язків відбувається при виконанні майже кожної технологічної операції.

При бродінні значна частка енергії хімічних зв'язків сировини зазнає перетворення. Частково вона витрачається на ріст дріжджової маси (збільшення кількості дріжджових клітин) та енергію хімічних зв'язків, отриманих в результаті бродіння, але значна частина виділяється у вигляді теплоти. Так у виробництві спирту з зернової сировини частина теплової енергії, що виділяється при бродінні, складає 31,5 % загальної енергії хімічних зв'язків сировини, що надійшла на переробку; для меляси – 50 %, а у виробництві пива – 10,4 %. Менші втрати енергії хімічних зв'язків при спиртовому бродінні при виробництві пива викликані декількома факторами. Так при виробництві пива 5 % вуглеводнів, що надійшли з зерном, витрачаються на етапі замочування та пророщування солоду, що складає втрату енергії хімічних зв'язків приблизно 11,3 %. Також відбувається вилучення частини матеріального потоку на етапі відділення ростків солоду та фільтрації пива після затирання. Проте загальні втрати енергії хімічних зв'язків сировини при виробництві пива складають 62,6 %, спирту з зернової сировини та меляси – 31,7 % та 50,8 % відповідно. Отже можна зробити висновок, що для спиртового виробництва втрати хімічної енергії при бродінні є головними втратами, а для пивоваріння вони складають приблизно п'яту частину.

Існує також різниця в технологічних параметрах, при яких протікає процес бродіння при виробництві пива та спирту. Так при виробництві пива бродіння протікає в діапазоні температур від 5 до 10 °С, а при виробництві спирту

досягається температура 34–36 °С. Це викликано тим, що при збільшенні температури бродіння збільшується концентрація вищих спиртів, ефірів та інших хімічних сполук. При виробництві етилового спирту ці побічні продукти процесу бродіння відділяються від основного продукту на стадії ректифікації, а потім можуть бути реалізовані як окремий продукт. При виробництві пива їх видалення неможливе, при цьому вони викликають погіршення смакових якостей пива.

З підвищенням температури матеріального потоку знижується розчинність вуглекислого газу, а отже збільшується кількість вуглекислоти, що виділяється в процесі бродіння. Також при виділенні вуглекислого газу з матеріального потоку видаляється і частини ароматичних речовин, що теж погіршує смакові властивості пива. Це негативне явище при виробництві пива, оскільки насиченість готового продукту  $\text{CO}_2$  є одним з важливих показників якості, тоді як при виробництві етилового спирту вуглекислий газ майже повністю видаляється зі спирту на стадії ректифікації. Крім того висока концентрація вуглекислого газу в спиртовій бражці погіршує процес ректифікації етилового спирту.

Все вищенаведене обумовлює те, що у пивній промисловості на відміну від спиртової погоджуються із зниженням температури бродіння, хоча це значно збільшує час процесу. Крім того зниження температури бродіння збільшує енергетичні витрати на процес, оскільки потрібне додаткове охолодження матеріального потоку.

Крім втрат енергії хімічних зв'язків вхідного матеріального потоку при протіканні технологічних процесів виробництва кінцевого цільового продукту, відбуваються значні втрати енергії хімічних зв'язків з відходами пивного та спиртового виробництва. До таких відходів можна віднести пивну дробину та ростки солоду при виробництві пива, спиртову барду при виробництві спирту.

Так при пивоварінні з дробиною, що отримується після фільтрування затору, і ростками видаляється відповідно близько 37,5 та 2 % хімічної енергії сировини, що надходить на виробництво. Для спиртового виробництва частина

енергії, що видаляється разом з бардою, складає 12,5 і 4,8 % відповідно для зернової сировини та меляси.

Зараз, у більшості випадків, ці продукти вважаються відходами виробництва та скидаються на звалище відходів чи на очисні споруди. Це у свою чергу збільшує виробничі витрати підприємства.

Якщо поглянути на хімічний склад цих продуктів, то можна помітити, що в них присутні білки та жири. Так в пивній дробині білки та жири складають відповідно 28 та 8,2 %, а в барді, отриманій після виробництва спирту з зернової сировини, міститься, у перерахунку на сухі речовини, приблизно 10 % білків, залишків жирів та жирних кислот. Тому доцільніше було б використовувати пивну дробину та спиртову барду для відгодівлі тварин у вигляді збагаченої харчовими речовинами суміші, оскільки вологість даних продуктів складає 75–90 %.

Проблема полягає у тому, що термін придатності до використання згаданих вище продуктів не перевищує кількох діб, а це означає, що для їх реалізації потрібні тісні зв'язки пивоварень та спиртових заводів з тваринними комплексами, або сушіння даних продуктів з подальшою реалізацією їх на ринку кормів.

Проблемою при подальшій переробці спиртової барди є і те, що та її кількість, яка виробляється на окремих вітчизняних спиртових заводах, є недостатньою для забезпечення рентабельного рівня виробництва сухих кормових дріжджів. А варіант з кооперацією кількох спиртозаводів для переробки барди виглядає нереальним, тому барду в умовах сьогодення простіше та вигідніше скидати в каналізацію чи очисні споруди, а не переробляти.

**Висновки.** Виконані теоретичні дослідження дозволяють зробити такі висновки та узагальнення:

1. Визначено та проаналізовано основні втрати енергії хімічних зв'язків сировини;
2. Наведені числові співвідношення дають уявлення щодо енергетичних втрат в технологіях бродіння.

3. Показано доцільність використання відходів спиртового та пивного виробництва у тваринництві.

## Література

1. *Кунце В.* Технология солода и пива / Кунце В. – Санкт-Петербург: Профессия, 2001. – 912 с.
2. Технологічна інструкція по лікero-горілчаному виробництву: ТП У 18 4466-94. – Офіц. вид. – К.: Український науково-дослідний інститут спирту і біотехнології продовольчих продуктів (УкрНДІспиртбіопром), 1994. – 318 с.
3. Технология спирта / [Яровенко В. Л., Маринченко В. А., Смирнов В. А. и др.]; под ред. Яровенко В. Л. – М.: Колос-Пресс, 2002 – 465 с.

*Одержано редколегією*