

В.В. Мельник, І.Є. Никулишин, Л.І. Шевчук, А.М. Рипка
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра технології органічних продуктів

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕБІГУ БІОХІМІЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ КОМПОНЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА

© Мельник В.В., Никулишин І.Є., Шевчук Л.І., Рипка А.М., 2010

Досліджено закономірності перебігу біохімічних перетворень компонентів у процесі зброджування пивного сусла, а також досліджено вплив різних чинників на перебіг процесу бродіння, а саме: температури, раси дріжджів, ферментного препарату. Вибрані оптимальні параметри для одержання продукту високої якості і за порівняно короткий час.

This work is devoted to research the conformity of motion the biochemical transformations of components in the process of digestion of beer wort. A study of the impact of various factors on the course of fermentation, namely: temperature, race yeast, enzymatic preparation. Selected optimum parameters for obtaining high quality products and a relatively short time.

Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими завданнями. Робота спрямована на оптимізацію технологічного процесу, можливостей і технологій зброджування пивного сусла. Досліджено закономірності перебігу біохімічних перетворень компонентів у процесі зброджування пивного сусла. Вперше запропоновано застосування ферментного препарату (ФП) Матурекс L з метою регулювання кількості нагромаджених віцинальних дикетонів, що впливають на смак пива. Вивчено вплив хімічного складу сусла, температури, раси застосованих дріжджів на процес зброджування. Одержані експериментальні результати запропоновано для використання у виробничих умовах. Застосування ферментного препарату дає змогу зменшити термін бродіння та доброджування пивного сусла, а також регулювати кількість нагромаджених віцинальних дикетонів, що обмежується чинними технологічними нормами.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Під час головного бродіння, коли зброджується основна маса цукрів пивного сусла, одержують молоде пиво, яке є каламутною рідиною зі своєрідним ароматом і смаком. При його доброджуванні (температурний режим 0 – 2⁰ С) відбувається повільне доброджування екстракту, освітлення, дозрівання, насичення пива діоксидом вуглецю [1].

Для перетворення сусла в пиво цукри, що містяться у ньому, повинні бути зброджені ферментами дріжджів до етанолу та СО₂. При цьому виникають побічні продукти бродіння, які безпосередньо впливають на смак, запах та інші показники пива. Утворення і часткове розщеплення побічних речовин тісно пов'язані з метаболічними процесами дріжджів. Вирішальну роль серед нагромаджених побічних продуктів відіграють віцинальні дикетони (ВД) [2]. Вміст загального діацетилу (віцинальних дикетонів і їх попередників) у дозрілому пиві повинен становити не більше 0,15 мг/л.

Мета роботи – опрацювати технології зброджування пивного сусла із застосуванням ферментного препарату; дослідити перебіг біохімічних перетворень компонентів у процесі зброджування пивного сусла; вивчити вплив хімічного складу сусла, температури, раси дріжджів, ферментного препарату на процес зброджування.

Експериментальна частина та обговорення результатів. Під час бродіння дріжджі виділяють в пиво багато продуктів метаболізму. Побічні продукти бродіння мають вирішальне значення для якості готового пива, тому їх утворення і розщеплення потрібно розглядати разом із метаболізмом дріжджів.

Розрізняють: (а) речовини, які формують букет молодого пива (діацетил, альдегіди, сірчисті речовини). Вони надають пиву нечистого, зеленого, незрілого смаку і запаху і за підвищеної концентрації негативно впливають на якість пива. Ці речовини в процесі бродіння і дозрівання можуть бути видалені із пива біохімічним способом, в чому і полягає мета дозрівання пива; (б) речовини, які формують букет готового пива (вищі спирти, ефіри). Вони значною мірою визначають аромат пива. Їх присутність у певній кількості є запорукою для утворення якісного пива. Ці речовини, на відміну від групи (а), не можуть бути видалені із пива технологічним шляхом. На рис. 1 показано характер зміни концентрації вищезазначених побічних продуктів у процесі бродіння і дозрівання.

Діацетил – найважливіший чинник для утворення букету молодого пива. За вищого від порогового значення він надає пиву нечистого смаку – від солодкуватого до неприємного, а в надмірних кількостях має аромат прогірклого масла. Аналогічні відчуття спричиняє пентандіол. Ці речовини називають віцинальними дикетонами. Їх розщеплення відбувається паралельно з іншими процесами дозрівання і вважається головним критерієм дозрівання пива.

Експериментальні дослідження проводили у кількох відмінних режимах.

Режим холодного бродіння – холодного дозрівання. Дріжджі вносять у сусло із температурою 6 – 7 °С, в наступні 10 – 15 год температуру піднімають до 12 °С. Головне бродіння проходить за температури 6 °С, дозрівання – 4 °С.

Тепле бродіння – холодне дозрівання. Дріжджі вносять у сусло за температури 8 °С і дозволяють підняття температури до 12 – 14 °С (фаза головного бродіння), доброджування проходить за температури 8 °С.

(АА). Виробничий зразок пивного сусла «Янтарне»; дріжджі раси «Львівська» із нормою задання 8 г/гл. Раса S („Львівська”) – це середньоброджувальні дріжджі, за період головного бродіння на стандартному суслі утворюють 2,88 % CO₂. Клітини овальної форми, розміром (4–6) x (7–9) мкм, стійкі до автолізу. Приріст дріжджової маси 1 : 4.4. Добра властивість до осадження. Смак пива м’який, чистий.

Фаза головного бродіння залишається без змін, оскільки параметри у цій фазі не змінювалися. Під час дозрівання пива за температури 8 °С (діацетильна пауза), значення вмісту віцинальних дикетонів нижче від регламентованого (0.15 ppm), досягається вже на сьомий день доброджування і становить 0.12 ppm. За смаковими критеріями пиво отримує вищу оцінку.

(АБ). у тестовому зразку використовували сорт сусла «Світле» і дріжджі раси «S – 189» із нормою задання 8 г/гл. Раса S-189 – це дріжджі раси Saflager S – 189. Флокуляційна властивість (швидкість осідання) – висока. Рекомендується додавати у сусло в кількості 8–12 гр/л (що відповідає 8–12 млн живих клітин / 1мл пивного сусла).

При дозріванні пива за температури 8 °С (діацетильна пауза), значення вмісту віцинальних дикетонів нижче від регламентованого, досягається на шостий день доброджування і становить 0.14 ppm.

Тепле бродіння – тепле дозрівання. У такому режимі температурний діапазон лежить в межах: головне бродіння проходить за температури 13 °С, доброджування – 15 °С. Із рапортів бродіння п’яти тестових зразків очевидно, що за цим методом допустиме значення вмісту ВД досягається найшвидше (впродовж п’яти днів), не враховуючи тестових зразків із додаванням у сусло ФП Матурекс L [3].

Встановлено, що на розщеплення діацетилу впливають такі чинники: а) під час бродіння дріжджі мають властивість розщеплювати діацетил; вони можуть відновити вдвіть більше дикетонів, ніж їх утворюється під час бродіння [4]; б) властивість відновлювати діацетил залишається постійною під час бродіння і поступово падає під час дозрівання; в) різні штами пивних дріжджів (раси «Львівська» та «S – 181») цією властивістю фактично не відрізняються; г) відновлення діацетилу тісно пов’язане із температурою і значно збільшується за її зростання (рис. 2); г) швидкість розкладу діацетилу залежить від концентрації дріжджів в пиві, що дозріває.

Встановлено, що із підвищенням температури дозрівання пива загальний вміст віцинальних дикетонів досягає задовільного значення за коротший час. За температури доброджування 15 °С

вміст діацетилу на початок доброджування становить 0.35 ppm. За температури доброджування 8 °С – 0,45 ppm. Час доброджування – 5 і 7 діб відповідно.

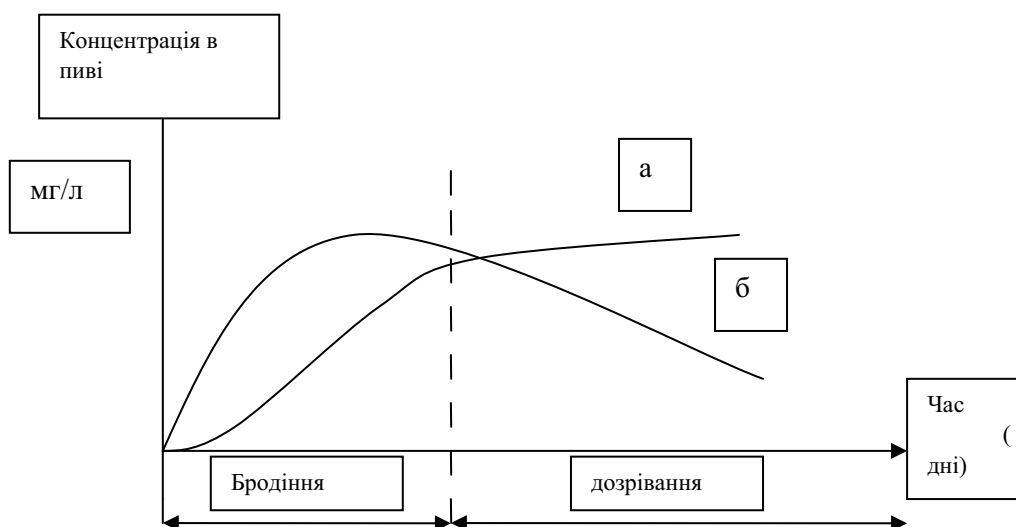


Рис. 1. Зміна концентрації побічних продуктів в процесі бродіння і дозрівання:
а – речовини, що формують букет готового пива; б – речовини, що формують букет молодого пива

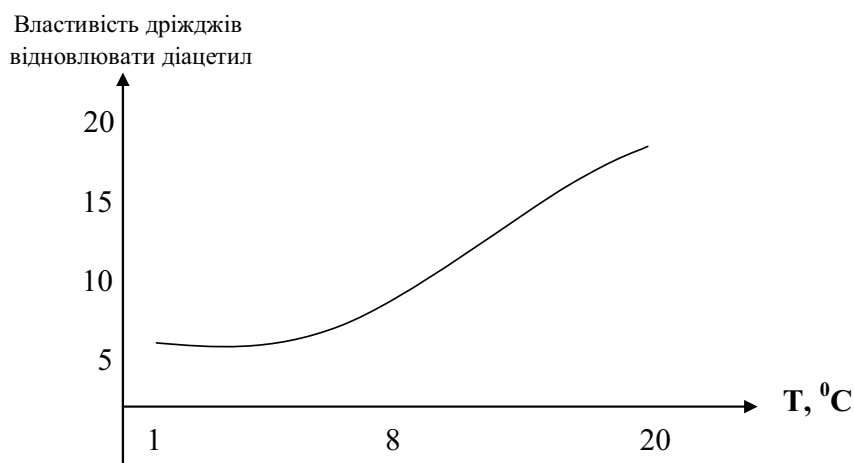


Рис. 2. Вплив температури на відновлення діацетилу дріжджами

Досліджено також характер впливу ферментного препарату Матурекс L на перебіг бродіння та доброджування. ФП Матурекс L не є шкідливим для споживачів. Під час пастеризації повністю інактивується, тому у готовому продукті цілком відсутній, при цьому не має негативного впливу на смакові та інші властивості пива. ФП задається на початку бродіння в охолоджене до температури бродіння виробниче сусло.

Встановлено, що значення кількості ВД є вищими у тестових зразках з використанням дріжджів раси «Львівська» порівняно з тестовими зразками, збродженими із застосуванням дріжджів раси S-189. В обох випадках під час застосування ФП Матурекс L скорочується сумарний цикл приготування пива, що істотно збільшує ефективність використання одного циліндро-конічного бродильного апарата (ЦКБА), враховуючи затрати на ферментний препарат.

На рис. 3 відображено закономірність зміни загального вмісту віцинальних дикетонів в часі під час зброджування досліджуваних зразків „Преміум” (П) та „Янтарне” (Я). Очевидно, що значення кількості віцинальних дикетонів є вищим у тестовому зразку (П), де використовуються дріжджі раси «Львівська», порівняно з тестовим зразком (Я) (раса дріжджів S-189). В обох серіях експериментальних досліджень проводили зброджування пивного сусла із додаванням ФП

Матурекс L, що скорочує час доброджування на два дні. Температура фази головного бродіння – 6 °С, діацетилену паузу витримують за температури 8 °С.

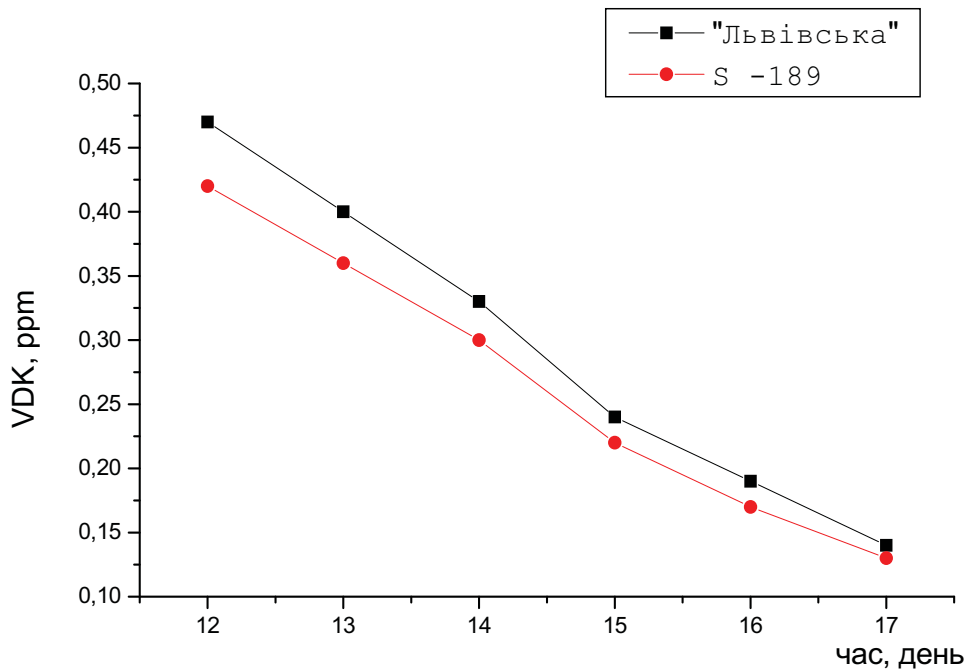


Рис. 3. Динаміка зміни кількості VDK* залежно від терміну доброджування із ФП Матурекс L. Примітка * – віцинальних дикетонів

У тестовому зразку „Світле” (С) (раса дріжджів S-189) в холодне сушло перед бродінням додається ферментний препарат Матурекс L, з розрахунку 1 г ферменту на 1 гл сусла. Фаза головного бродіння і доброджування проходить ідентично до попередніх зразків. Але за рахунок ФП, який має властивість розщеплювати діацетил та пентандіон з початку їх утворення, встановлено, що початкове значення ВД становить 0.31 ppm, а на 13-й день загальний вміст діацетилену в пиві становить 0,14 ppm, що дає змогу проводити подальше охолодження, фільтрацію і розливання готового пива.

Висновки. Встановлено, що використання ФП Матурекс L не впливає на перебіг процесу головного бродіння, а виявляє вплив на процес доброджування пивного сусла, регулюючи та зменшуючи при цьому кількість утворюваних ВД. При цьому сумарна тривалість процесу зменшується на дві–три доби, що уможливорює зменшити зайнятість одного ЦКБА в циклі бродіння.

1. Домарецький В.А. *Технологія солоду та пива*. – К.: Урожай, 1999. 2. Кунце. *Технологія солода и пива*. – СПб., 2001. 3. *Целлюлолитические ферменты: реальные возможности и перспективы их применения* / Н.А. Острикова, С.А. Коновалов. – М.: НТИГЭИмикробиопром, 1983. – Вып. 4. 4. *Методичні вказівки та інструкція до лабораторної роботи з курсу "Методи контролю бродильних виробництв" для студентів спеціальності 7.091704 "Технологія бродильних виробництв і виноробства"* / Упор. С.Р. Мельник, І.Є. Никулишин, Є.М. Мокрий. – Львів: ДУЛП, 1998. – 10 с.