

З.М. РОМАНОВА, канд. техн. наук,
В.Л. ПРИБИЛЬСЬКИЙ, д-р техн. наук,
М.В. БОНДАР, канд. техн. наук,
М.С. РОМАНОВ, магістр,
Д.Д. КАРПУТІНА, магістрант
Національний університет харчових технологій

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗБРОДЖУВАННЯ ПИВНОГО СУСЛА РЕНТГЕНІВСЬКИМ ОПРОМІНЕННЯМ

Досліджено вплив рентгенівського опромінювання на біологічну активність дріжджових клітин *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70, які використовуються у пивоварінні. Були виявлені позитивні зміни фізико-хімічних показників сусла та біохімічного складу пива. Дослідження доводять, що електромагнітні випромінювання стимулюють біологічні процеси в дріжджовій клітині і в результаті процес зброджування скорочується до 2-ої доби.

Ключові слова: електромагнітне опромінювання, рентгенівські промені, дріжджі, біологічне середовище, пиво.

Розробка технологій з застосуванням безконтактних способів впливу завжди є актуальною, завдяки своїй екологічності при практичному застосуванні і при оптимальних вибраних режимах може принести значний економічний і соціальний ефект.

Зовнішнє електромагнітне опромінення (ЕМО), яке діє на мікробіологічні об'єкти може призвести як до їх активації, так і до інактивації. При цьому доведено, що характер впливу визначається режимом опромінення. Але можливості застосування електромагнітної обробки в технології пива і її вплив на фізико-хімічні та інші показники якості готової продукції маловивчені.

Таким чином, вивчення впливу електромагнітних випромінювань на фізіолого-біохімічні характеристики мікроорганізмів є актуальним і має як теоретичне значення для виявлення механізму впливу ЕМО на біологічні організми, так та практичне — для використання з метою інтенсифікації біотехнологічних процесів.

Метою роботи було експериментальне та теоретичне дослідження впливу рентгенівського опромінювання на біологічну активність дріжджових клітин *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70, що використовуються у пивоварінні).

Для досягнення поставленої мети були сформульовані та визначені наступні завдання:

1. Експериментально та теоретично дослідити дію рентгенівського опромінення (РО) на мікроорганізми.
2. Встановити та вивчити вплив електромагнітного випромінювання на біологічну активність дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70. Визначити залежність біологічної дії рентгенівського опромінення на культуру від тривалості обробки.
3. Дослідити морфолого-структурні зміни клітин дріжджів під дією рентгенівського опромінення.
4. Визначити динаміку залежності ступеня збродження від тривалості опромінення.
5. Інтенсифікувати процес зброджування пивного сусла з використанням опромінених дріжджів.

Об'єкт дослідження — процес опромінювання, технологія пивоваріння та удосконалення

її шляхом використання фізико-хімічних способів.

© З.М. Романова, В.Л. Прибильський, М.В. Бондар, М.С. Романов, Д.Д. Карпутіна, 2012

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Предметом дослідження є культура дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70, а також її особливості в процесі оцінки впливу електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону.

При виконанні роботи використовували класичні мікробіологічні та традиційні галузеві методи досліджень.

Бродильна активність дріжджів — важлива технологічна ознака дріжджів і визначає тривалість головного бродіння, фізико-хімічні властивості пива та його біологічну стійкість.

Так, головним показником, який характеризує бродильну активність дріжджів є ступінь зброджування сусла, що визначається активністю ферментів, які беруть участь у дисиміляції цукрів сусла.

Для дослідження обрано німецьку расу пивних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70 — високозброджуючі дріжджі низового бродіння, оптимальною температурою 6 – 12 °С. В кінці головного бродіння флокулюють, утворюючи густий осад. Бродильна активність становить 80 – 85 %.

Ця раса була відібрана серед трьох з найбільш популярних в пивоварінні рас дріжджів (*Saflager* W 34/70, чеська раса дріжджів та 8а раса) за такими показниками (рис. 1, 2): а) кінцевий ступінь зброджування (КСЗ) б) вміст діацетилу в готовому пиві (рис. 1).

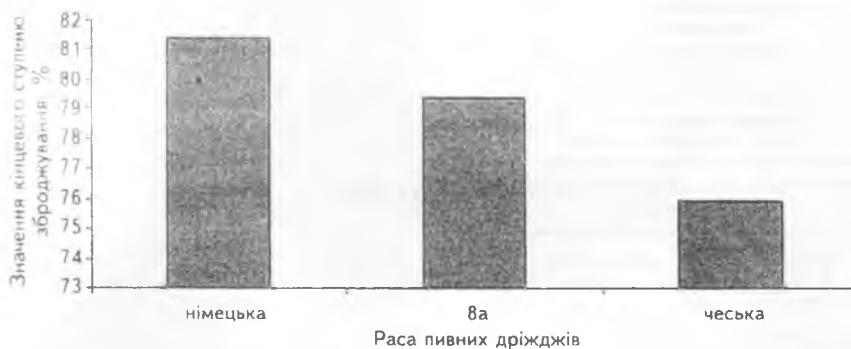


Рис. 1. Вплив раси пивних дріжджів на кінцевий ступінь зброджування

Встановлено, що при зброджуванні сусла дріжджами німецької раси *Saflager* W 34/70 КСЗ на відповідно 2 % та на 5,4 % вища, ніж при використанні раси 8а та чеської раси (рис. 1). Отже, слід очікувати більш високу стійкість готового пива, збродженого дріжджами даної раси.

В результаті досліджень встановлено також, що пиво отримане при зброджуванні расою *Saccharomyces cerevisiae* *Saflager* W 34/70 містило найменшу концентрацію діацетилу 0,08 мг/дм³ (рис. 2). [1, 4]



Рис. 2. Вміст діацетилу в готовому пиві в залежності від використаної раси дріжджів

Отже, за дослідженими показниками для подальшої роботи було обрано дріжджі німецької раси *Saccharomyces cerevisiae* *Saflager* W 34/70.

Блок дослідження Фактор, що вивчається та досліджується

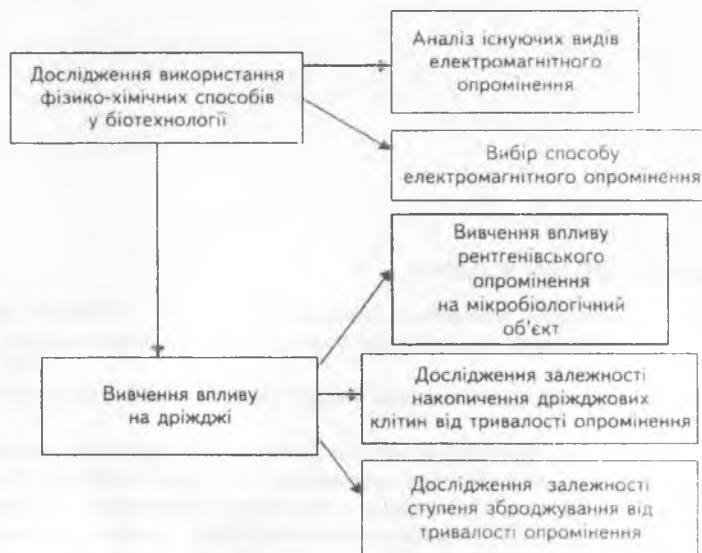


Рис. 3. Програма дослідження

Дослідження впливу рентгенівського випромінювання на біологічну активність дріжджів

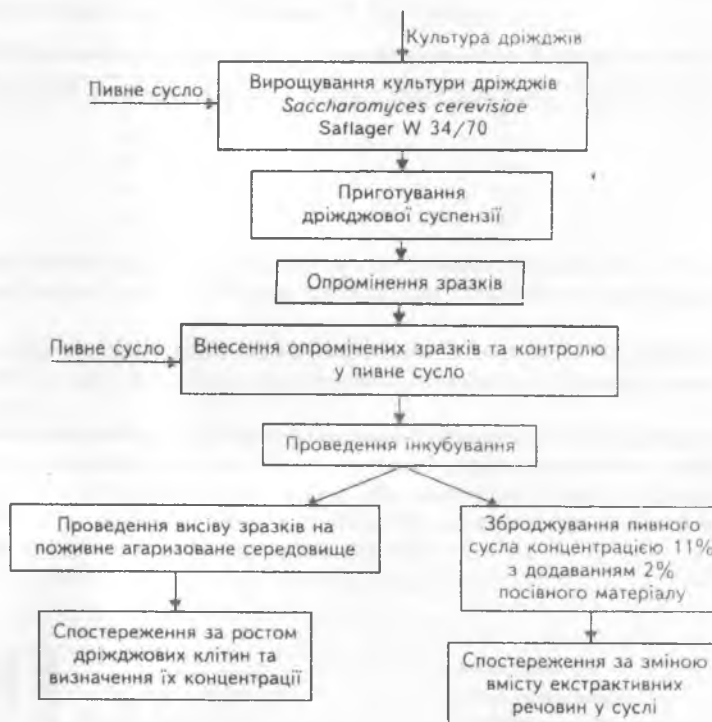


Рис. 4. Схема проведення досліджень

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Saccharomyces cerevisiae Saflager W 34/70 та визначення залежності біологічної дії рентгенівського опромінення на дану культуру від тривалості опромінення проводили за розробленими схемами (рис. 3, 4):

За джерело опромінювання вибрано азотний газовий лазер ультрафіолетового діапазону хвиль ($\lambda = 4,00 \times 10^{-7}$ м).

В результаті проведених досліджень встановлено, що при опроміненні впродовж 1 – 5 хв колонії дослідних зразків дріжджів на солодовому суслі-агарі за морфологічними ознаками мали круглу форму з радіальними смужками в порівнянні з контрольним зразком, тобто неопроміненими клітинами дріжджів. Деякі клітини збільшилися в розмірах у 1,5 – 2 рази.

Спираючись на літературні дані та на отримані результати щодо впливу ЕМ-опромінювання на морфологію дріжджової культури, можна припустити, що в результаті опромінення змінюється і активність дріжджів. [1, 4] Тому було досліджено та визначено залежність впливу терміну обробки рентгенівського опромінювання на ступінь активації клітинних структур дріжджової культури *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70 (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив ЕМ-опромінення на культуру *Sacch. cerevisiae* Saflager W 34/70

Найменування	Тривалість опромінювання, хв	Середня кількість колоній, КУО $\times 10^5 / \text{см}^3$
Контрольний зразок	0	92
	5	185
Рентгенівське опромінювання	10	92
	15	87
	20	64

Встановлено, що ефективність дії ЕМО збільшується при тривалості обробки 5 – 10 хв, після чого зменшується, що можна пояснити певним пригніченням і частковою інактивацією дріжджових клітин.

Оскільки дана культура дріжджів має важливе виробниче значення, то представляє інтерес вивчення впливу ЕМО на один із основних технологічних показників — здатність дріжджів до зброджування сусла.

Ефективність опромінення оцінювали по бродильній активності дріжджів на основі засвоєння цукрів. Динаміку процесу бродіння визначили за зміною концентрації екстрактивних речовин сусла.

Встановлено, що вміст екстрактивних речовин у зброджуваному суслі в процесі основного бродіння поступово знижувався для всіх зразків. При цьому суттєвий вплив на інтенсивність процесу мала тривалість обробки дріжджів (рис. 5).

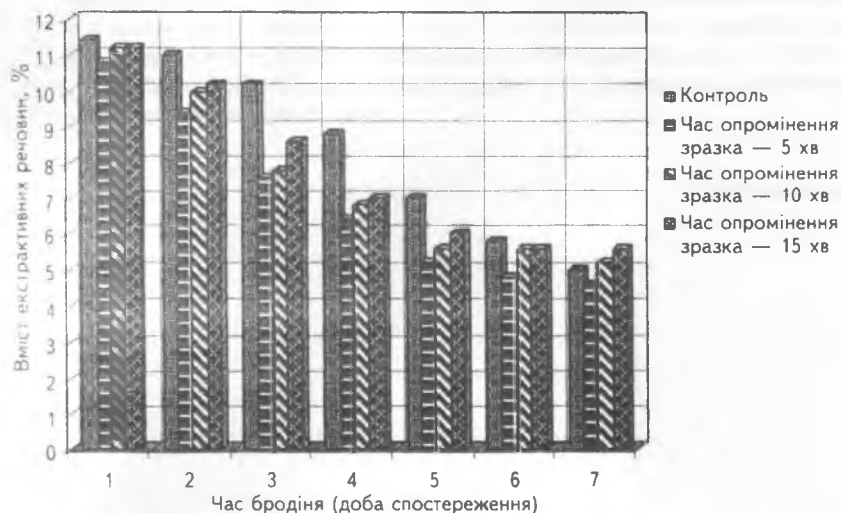


Рис. 5. Залежність зміни вмісту екстрактивних речовин в суслі від тривалості бродіння

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

Зокрема, якщо для контрольного зразку зміна вмісту екстрактивних речовин на 7 добу склала 5%, то для дослідних зразків ця зміна була досягнута вже на 5 добу.

Результати розрахунку ступеню зброджування наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Ступінь зброджування дріжджової культури *Saccharomyces cerevisia* ep.11

Найменування	Тривалість опромінення, хв	Ступінь зброджування, %
Контрольний зразок	0	58,3
Дослідний зв'язок	5	61,4
	10	58,7
	15	54,7

Найбільшу ступінь зброджування (61,4 %) в порівнянні з контролем спостерігали для клітин, що були опромінені ЕМО впродовж 5 хв.

Результати проведених досліджень свідчать, що електромагнітна дія на дріжджові клітини істотно впливає на процес бродіння. Слід зазначити, що інтенсивність бродіння пивного суслу була досягнута при певній тривалості обробки дріжджової культури. Так, залежно від експозиції бродильна активність дріжджів була різною, що відбито в показниках ступеня зброджування. Кращі результати отримані при тривалості опромінення — 5 хв.

Висновки. На підставі отриманих результатів встановлено вплив ЕМО на клітини дріжджів *Sacch. Cerevisiae* Saflager W 34/70, інтенсивність якого визначається тривалістю опромінювання і виявляється на фізіологічному рівні.

Усі результати досліджень свідчать про те, що ЕМО до певної міри здатне стимулювати внутрішньоклітинні процеси, які ведуть до зростання швидкості поділу організмів та відповідно до зростання показників питомої швидкості росту та розмірів клітин.

Впровадження запропонованого оброблення дріжджових клітин *Sacch. cerevisiae* Saflager W 34/70 дозволяє :

- скоротити тривалість процесу бродіння з 7 до 5 діб (на 30%) і відповідно збільшити продуктивність підприємства;
- зменшити енерговитрати у виробництві.

ЛІТЕРАТУРА

1. Домарецький В.А. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв рослинної сировини: підручник / В.Л. Прибильський, Н.П. Михайлов. : за редакцією В.А.Домарецького / Підручник. — Вінниця: Нова книга, 2005. — 408с.
2. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива / Домарецький В.А. — К. : Фірма «ІНКОС», 2003. — 424 с.
3. Кунце В.Технология солода и пива: /Кунце В., Мит Г. / За редакцією Кунце В. Підручник. Пер. з нім. — СМБ.: «Изд-во», 2003. — 912 с.
4. Применение новых хроматографических методов в исследовании пива / С.А. Савчук, К.В.Кобелев // Пиво и напитки. — 2003. — №1. — С. 15 — 20

Исследовано влияние рентгеновского облучения на биологическую активность дрожжевых клеток — *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70, используемых в пивоварении. Были выявлены позитивные изменения физико-химических показателей суслу и биохимического состава пива. Исследования доказывают, что электромагнитные излучения стимулируют биологические процессы в дрожжевой клетке и в результате процесс збраживания сокращается до 2-х суток.

Ключевые слова: електромагнітне излучение, рентгеновские лучи, дрожжи, биологическая среда, пиво.

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

**Z. Romanova, V. Prybylskyi, M. Bondar,
M. Romanov, D. Karputina**

Optimization of the process of fermentation of beer wort x-rays

The effect of X-ray irradiation on the biological activity of the yeast cells — *Saccharomyces cerevisiae* Saflager W 34/70, used in brewing. Were found positive changes in physical characteristics and chemical composition of the wort of beer. Studies have argued that electromagnetic radiation stimulates biological processes in yeast cells and as a result of the fermentation process is shortened to 2 days. All experimental results indicate that ECMO to a certain extent capable of stimulating intracellular processes, leading to an increase in the rate of division of organisms and thus to an increase in rates of specific growth rate and cell size.

Key words: electromagnetic radiation, X-rays, yeast, biological environment, beer.

Одержана редколлегією 05.11.2011 р.