

CONTROL OF BIOLOGICAL ENVIRONMENTS

Z. Romanova, V. Zubchenko, M. Karputina, M. Romanov
National University of Food Technologies

Key words: <i>Electromagnetic Radiation</i> <i>X-rays</i> <i>Yeasts</i> <i>Biological environment</i> <i>Beer</i>	ABSTRACT Was examined influence of electromagnetic waves on the activation of enzymes of barley and wheat malt, brew yeast, the processes of grain mashing, lighting wort on the stability of the finished beer. Was made a detailed analysis of selected during examination process physical factors of electromagnetic radiation. These factors are recommended for optimal brewing: a constant magnetic field of X-ray radiation at a wavelength of $\lambda = 1,542 \cdot 10^{-10}$ m, ultraviolet radiation using a nitrogen gas laser at a wavelength of $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ m. There were chosen optimal modes of electromagnetic waves for each of the reviewed objects: malt, yeast, enzymes. Research will promote extractivity increase and completeness of congestion ensugaring, which will provide full flavor and stability of beer.
Article history: Received 13.08.2013 Received in revised form 14.09.2013 Accepted 15.10.2013	
Corresponding author: Z. Romanova E-mail: npnuht@ukr.net	

УПРАВЛІННЯ БІОЛОГІЧНИМИ СЕРЕДОВИЩАМИ

З.М. Романова, В.С. Зубченко, М.В. Карпутіна, М.С. Романов
Національний університет харчових технологій

У статті описано дослідження впливу електромагнітних хвиль на активацію ферментів ячмінного та пшеничного солоду, пивних дріжджів, на процеси затирання зернопродуктів, освітлення сусла, а також на стійкість готового пива. Проведено детальний аналіз вибраних у процесі досліджень фізичних факторів електромагнітного опромінювання та рекомендоване оптимальне для пивоваріння використання постійного магнітного поля, рентгенівського опромінювання при довжині хвилі $\lambda = 1,542 \cdot 10^{-10}$ м, ультрафіолетового випромінювання за допомогою азотного газового лазера при довжині хвилі $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м. Підібрано оптимальні режими електромагнітних коливань для кожного з розглянутих об'єктів (солоду, дріжджів, ферментних препаратів). Дослідження сприятимуть підвищенню екстрактивності та повноті оцукрення заторів, а це, у свою чергу, забезпечить повноту смаку і стійкість пива.

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

За об'єкти досліджень брали водні розчини подрібнених зернопродуктів (затори), приготовлені п'ятьма способами, дріжджі, готове сусло, ферментні

препарати амілолітичної дії (Термаміл і Сан-Супер), електромагнітні коливання різноманітного характеру.

Фізичні, хімічні та фізико-хімічні методи оброблення використовують на багатьох технологічних стадіях: на етапах одержання сировини, її перетворення, одержання готової продукції й оброблення з метою продовження термінів зберігання.

Електромагнітні хвилі є поєднанням електричних і магнітних полів. В окремих випадках переважає та або інша складова. Так, електричні (зокрема електростатичні) і магнітні поля виникають як різновиди електромагнітних.

На сьогоднішній день існує велика різноманітність методів обробки пива з метою підвищення його термінів зберігання: термічна пастеризація і стерилізація; використання хімічних речовин і консервантів; ультрафільтрація; електрофізичні методи обробки (електромагнітна обробка полями високої і надвисокої частоти, радіаційна пастеризація, ультрафіолетове опромінювання, обробка пружними хвилями, використання електричних полів низької і високої напруги, використання постійного і змінного магнітних полів). Проте прикладів практичного застосування електрофізичного впливу на удосконалення процесів пивоваріння мало.

Так, наприклад, здатність ІЧ-випромінювання утворювати тепловий потік великої густини на поверхні і проникати в товщу матеріалу, простота апаратурного оформлення створюють передумови до широкого його використання в харчовій промисловості.

УЗ-коливання забезпечують швидкий перебіг таких процесів, як екстракція, емульгування, диспергування, перемішування, дифузія, дозрівання напоїв тощо. Разом з тим, за допомогою іонізуючої радіації можна пригнітити життєдіяльність мікроорганізмів, що викликають псування продуктів, без підвищення температури останніх. Ультразвуковий та іонізуючий впливи сприяють поліпшенню процесу фільтрації.

Таким чином, фізичні, хімічні й комплексні фізико-хімічні методи оброблення використовують на багатьох технологічних стадіях: на етапах одержання сировини, її перетворення, одержання готової продукції й оброблення з метою продовження термінів зберігання.

Спектр електромагнітних коливань широкий. Значення частоти коливань змінюються від декількох в секунду до 10^{20} Герц (Гц) і більше. Кількісні зміни в частоті коливань виявляються в істотних якісних перетвореннях. У результаті електромагнітні хвилі однакової природи, але різної частоти розрізняються за своїми властивостями й ефектом впливу на речовину.

Перевагами дії фізичних чинників є їх екологічна чистота та простота використання, а основне — можливість безконтактно впливати на біологічне середовище й контактно діяти на перебіг хімічних, біохімічних і ферментативних процесів. Причому під впливом фізичних методів у харчових об'єктах нерідко проходять різноманітні реакції, що позитивно відбивається на технологічних процесах. Проте дія може бути як стимулююча, так і інгібуюча. Отже, залежно від дози дії або самого впливового фізичного фактора процеси в біологічних середовищах можна пригнічувати або стимулювати.

З метою визначення найефективніших режимів дії всього спектра електромагнітних полів і випромінювань у напрямі стимуляції активності ферментів солоду, активності ферментних препаратів Термамил і Сан-Супер та активації ферментативної активності дріжджів було проведено ряд досліджень.

При дослідженнях використовували такі електрофізичні чинники:

1. Лазерне опромінювання за допомогою гелій неоновому лазера з $\lambda = 633$ нм при потужності 1 мВт, оброблення здійснювали від 10 до 120 секунд, оптимальні показники отримали при опромінюванні зразків впродовж 30 секунд.

2. Ультрафіолетове опромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м від 30 с до 15 хв (5—8 хв).

3. Рентгенівське опромінювання при $\lambda = 1,542 \cdot 10^{-10}$ м від 30 секунд до 5 хвилин (2 хв).

4. Постійне однорідне магнітне поле напруженістю 20,0—80,0 кА/м від 1 до 25 хвилин.

5. НВЧ — опромінювання потужністю 0—3 кВт з частотою 1800—2450 мГц від 5с до 30 хвилин (3—5 хв).

6. Ультразвуком частотою 44 Гц від 5хв до 15 хвилин.

За результатами досліджень впливу постійного магнітного поля на амілолітичну активність ферментних препаратів Термамил і Сан-Супер для інтенсифікації процесів розчинення, декстринізації й оцукрювання крохмалю зернової сировини встановлено, що спостерігається ефект активації амілолітичної активності концентрованих ферментних препаратів (ФП) магнітним полем. Досліджували спочатку величину напруженості постійного магнітного поля в межах 60—80кА/м для досягнення зростання амілолітичної активності Термамилу. При напруженості 75—80кА/м було виявлено зростання активності ФП. А при тривалості впливу протягом 20 хв були досягнуті відчутні зростання активності: для концентрованого ФП Термамил на 10,4 % і для концентрованого ФП Сан-Супер на 14,6 % порівняно з контролем [3, 4].

Також досліджували вплив постійного магнітного поля на активність ферментів солоду. Експериментально встановлено, що оптимальна напруженість постійного магнітного поля для активації α — амілази становить 75кА/м (рис. 1).

Оброблення фізичними чинниками надає можливість при менших затратах солоду і без використання концентрованих ферментних препаратів досягти максимального переведення в розчин компонентів як солоду, так і інших зернопродуктів (при сумісному їх затиранні разом із солодом), тому що активність ферментів зростає [4].

Також були проведені дослідження впливу електромагнітних хвиль на активацію ферментів ячмінного та пшеничного солоду. Для досліджень брали водні розчини подрібнених зернопродуктів (затори), приготовлені п'ятьма способами: I) на чистому солоді (солод); II) з використанням несолодженої сировини — ячменю (солод + ячмінне борошно); III) солод + пшеничне борошно; IV) солод + кукурудзяна крупка; V) солод + рисова крупка.

За джерело випромінювання брали також рентгенівські випромінювання при $\lambda = 1,542 \cdot 10^{-10}$ м від 30 секунд до 10 хвилин (рис. 2).



Рис. 1. Динаміка мальтози при використанні постійного магнітного поля

Як видно з наведених графіків (рис. 2), для активації ферментів солоду достатньо двох хвилин опромінення.

Важливим чинником інтенсифікації багатьох технологічних, у тому числі біотехнологічних, процесів є електромагнітні хвилі — хвилі, які впливають на ріст, розмноження та бродильну енергію дріжджоподібних грибів. Нами було вивчено й визначено часову залежність впливу (терміну обробки) рентгєнівського випромінювання (ЕМ) на показники залежності ступеня активації клітинних структур дріжджової культури *Saccharomyces cerevisiae* (табл. 1.).

Таблиця 1. Вплив ЕМ-опромінення на культуру *Sacch. cerevisiae*

Зразок	Час опромінювання, хв	Середня кількість колоній, КУО x 10 ⁵ / см ³
Контрольний зразок	0	92
Електромагнітне опромінєння	5	185
	10	92
	15	87
	20	64

Як об'єкт дослідження використовували також дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси Saflager W 34/70, які вирощували на твердому скошеному поживному середовищі сусло-агарі при температурі 28°C протягом 24 годин. Для опромінєння використовували ультрафіолетове випромінювання за допомогою азотного газового лазера при $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м від 30 с до 10 хв.

Після опромінєння дріжджову суспензію з контрольними й опромінєними зразками переносили у стерильне рідке поживне середовище (солодове солодке пивне сусло) та інкубували при 28°C протягом 24 годин.

Морфологію та розміри клітин, особливості поверхневої будови клітин, життєздатність клітин у популяції досліджували методом світлової мікроскопії.

Вивчення біохімічної активності пивних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси Saflager W 34/70 проводили на стерильному виробничому пивному суслі, куди вносили біомасу пивних дріжджів, розведених до цехової стадії [2].

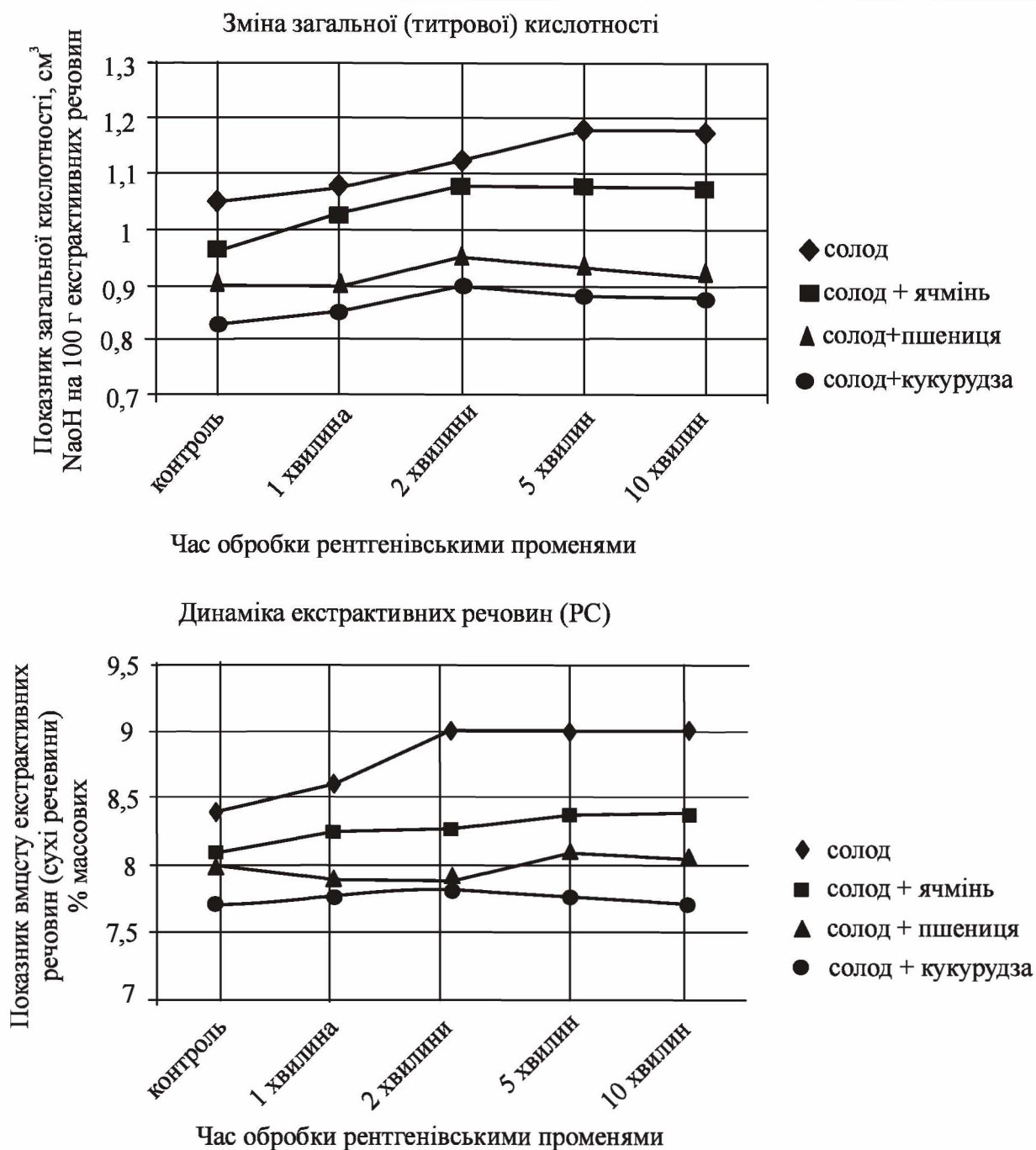


Рис 2. Динаміка загальної кислотності і екстрактивних речовин при використанні рентгенівських променів

Результати дослідження опромінених дріжджів показали, що електромагнітна дія спричиняє істотні зміни дріжджових клітин.

Так, при оптимальному опроміненні впродовж 10—30хв дослідні зразки дріжджів на солодовому суслі-агарі давали колонії круглої форми з дрібними радіальним смужками, плоскими, злегка хвилястими краями, концентричним колом. Слід зазначити, що порівняно з контрольним зразком (рис. 3а), тобто неопроміненими клітинами дріжджів, деякі клітини збільшилися в розмірах у 1,5—2 рази (рис. 3б—г), що може свідчити про пригнічення життєдіяльності клітин.

Опромінення дріжджів азотним лазером призводить до зміни морфологічно-фізіологічного стану клітин, прискорює процес розмноження та значно активує їх ферментативну діяльність: підвищується зимазна активність і зростає у 2 рази піднімальна сила. З багаторазово опромінених лазером клітин сахароміцетів одержано новий штам хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* V-503 [5, 6].

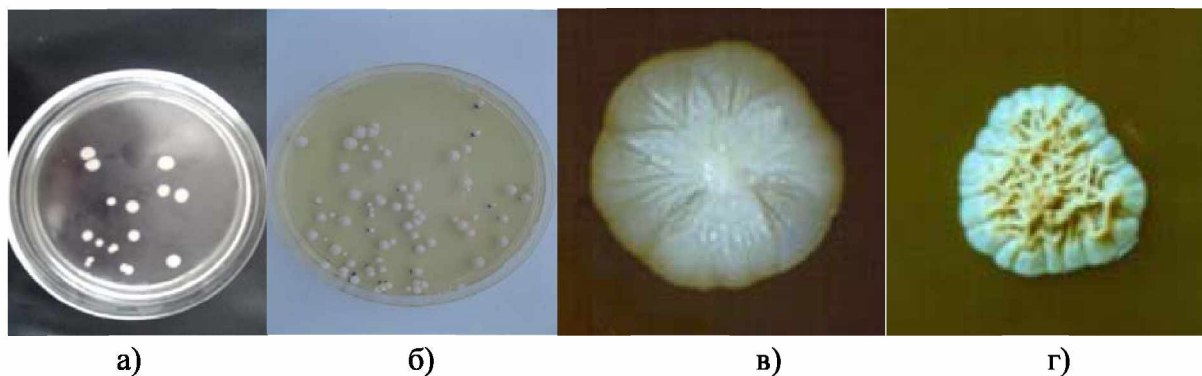


Рис. 3. Колонії дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*:
а — контрольний зразок; б, в — зразки, опромінені протягом 5хв;
г — зразок, опромінений азотним лазером протягом 15хв

Висновки

Найкращі результати для стимулювання ферментативних процесів отримані при використанні ультрафіолетового опромінювання за допомогою азотного газового лазера при довжині хвилі $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м (опромінювали зразки впродовж 10 хвилин), при використанні рентгенівського опромінювання при $\lambda = 1,542 \cdot 10^{-10}$ м (опромінювання тривало до 5 хвилин), а також при використанні постійного однорідного магнітного поля напруженістю 75,0 кА/м (експеримент тривав 15 хвилин). Експериментально встановлено, що оптимальна напруженість постійного магнітного поля для досягнення оптимальної активності амілаз солоду становить 75 кА/м (тривалість оброблення 6—8 хвилин), а при використанні азотного газового лазера достатньо 3—4 хвилин опромінення. Рентгенівське опромінення через велику вартість використовувати не рекомендовано.

Література

1. Остапенко В.В. Вплив механічної і магнітної обробки на фізико-хімічні показники води / Остапенко В.В., Прибильський В.Л. // Харчова промисловість. — 2007. — № 5. — С. 45—47.
2. Попова В. Екстрагування ароматичних речовин і ефірних олій з рослинної сировини з магнітною обробкою / Попова В., Кисла Л., Фефелов А. // Харчова і переробна промисловість. — 2004. — № 6. — С.28—29.
3. Попова В. Зміна фізико-хімічних властивостей водних систем під впливом магнітних полів / Попова В., Кисла Л., Фефелов А. // Харчова і переробна промисловість. — 2004. — № 7. — С.28—29.
4. Романова З.М., Зубченко В.С. Вплив постійного магнітного поля на амілолітичну активність ферментних препаратів Термаміл і Сан-Супер для

інтенсифікації процесів розчинення, декстринізації та зцукрювання крохмалю зернової сировини / Романова З.М., Зубченко В.С. // Харчова промисловість. — 2005. — № 4. — С. 129—130.

5. *Системи контролю кінетики процесів седиментації та дифузії магнітооброблених суспензій цукрового виробництва: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.11.13 / О.А. Буняк / Нац. ун-т «Львів. політехніка».* — Л., 2002. — 19 с.

6. *Українець А.І.* Вплив ультразвукового та ультрафіолетового випромінювання на мікрофлору харчових продуктів / А.І. Українець, І.С. Гулий, Ю.А. Дашковський, В.В. Ольшевський, Є.В. Гнітецький // Харчова промисловість. — 1998. — № 43. — С. 18—19.

УПРАВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИМИ СРЕДАМИ

З.Н. Романова, В.С. Зубченко, М.В. Карпутина, Н.С. Романов
Национальный университет пищевых технологий

В статье описаны исследования влияния электромагнитных волн на активацию ферментов ячменного и пшеничного солода, пивных дрожжей, на процессы затирки зернопродуктов, осветления сусла, а также на устойчивость готового пива. Сделан детальный анализ выбранных в процессе исследований физических факторов электромагнитного облучения и рекомендовано оптимальное для пивоварения использование постоянного магнитного поля, рентгеновского излучения при длине волны $\lambda = 1,542 \cdot 10^{-10}$ м, ультрафиолетового излучения с помощью азотного газового лазера при длине волны $\lambda = 3,378 \cdot 10^{-7}$ м. Подобраны оптимальные режимы электромагнитных колебаний для каждого из рассматриваемых объектов (солода, дрожжей, ферментных препаратов). Исследования будут способствовать повышению экстрактивности и полноте осахарения заторов, а это, в свою очередь, обеспечит полноту вкуса и стойкость пива.

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