

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КОВАЛЬОВА ОЛЕНА СЕРГІЇВНА



УДК 663.432 :663.437

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ
З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАЗМОХІМІЧНО АКТИВОВАНОЇ ВОДИ**

Спеціальність: 05.18.05 — технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Дніпропетровському державному аграрному університеті Міністерства аграрної політики та продовольства України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Півоваров Олександр Андрійович,
ДВНЗ «Український державний
хіміко-технологічний університет»,
завідувач кафедри технології неорганічних
речовин та екології.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Мелетьєв Анатолій Євгенович,
Національний університет харчових
технологій, професор кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства;

кандидат технічних наук, доцент
Мельник Ірина Василівна,
Одеська національна академія харчових
технологій, доцент кафедри технології вина
та енології.

Захист відбудеться «29» травня 2013 р. о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601 м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601 м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий « 25 » квітня 2013 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.т.н., доц.



Карпутіна М.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Однією з найактуальніших проблем державного рівня, що стоять перед харчовою та переробною галузями промисловості, є забезпечення населення екологічно чистими продуктами харчування і підвищення їх конкурентоспроможності через впровадження науково-технічних досягнень при економічному витрачанні паливно-енергетичних ресурсів. Не остання роль у вирішенні цієї проблеми належить виробництву пива, якість якого залежить від показників солоду та води. Способом інтенсифікації процесу солодоращення є застосування активуючих агентів для пророщення зернових культур. За своєю природою активатори солодоращення класифікують на: фізичні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, біохімічні, біотехнологічні та комплексні. Всі вони прискорюють пророщення зернового матеріалу, скорочують тривалість технологічного процесу солодоращення.

Вода є важливою складовою частиною технології виробництва солоду. Від її фізико-хімічних показників залежить перебіг технологічного процесу та якість отриманого продукту. В промисловості широко використовуються і продовжують розроблятися різноманітні методи обробки води, яка в подальшому застосовується в технології солодоращення. Питанню інтенсифікації процесу пророщування зернового матеріалу з використанням води, попередньо обробленої фізико-хімічними методами, присвятили свої праці ряд дослідників: Касперович В.Л., Хілько Е.Б., Ефімова Г.Р., Чернова Е.В., Папанова М.И., Сенін П.В., Кочубей С.Е. та ін. Однак, використання води, обробленої відомими фізико-хімічними методами, наприклад, озоном, лазерним випроміненням, магнітним полем, ультрамікрокавітацією, електролізом, аналітом і католітом, не отримали розповсюдження через відсутність серійного обладнання і відповідної технічної документації. Більшість таких технологічних рішень до цього часу залишаються лише нереалізованими проектами.

Інноваційним способом підготовки води для солодового виробництва є використання електричних розрядів, зокрема застосування контактної нерівноважної плазми для обробки води. Плазмохімічно активована вода має високу проникаючу здатність й антисептичні властивості за рахунок дрібнокластерної структури та наявності пероксидних сполук. Вода, піддана дії контактної нерівноважної плазми, не містить у своєму складі додатково привнесених хімічних речовин, що дозволяє отримати в кінцевому результаті хімічно чистий продукт.

В наш час створено ряд промислово-дослідних установок для отримання плазмохімічно активованої води, проте відсутні відомості щодо впливу такої води на зернову сировину в технологічному процесі її пророщування. Тому актуальним є удосконалення технології виробництва солоду з використанням плазмохімічно активованої води та визначення її впливу на процеси, що відбуваються в зерновому матеріалі під час замочування і пророщування, що сприятиме якісному стимулюванню і подальшому корегуванню процесу солодоращення та отриманню високоякісного зернового продукту.

Зв'язок з науковими планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась відповідно до тематики науково-дослідних робіт ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет» у межах держбюджетної теми № 0112 U002064 «Розробка технологій на основі контактної нерівноважної низькотемпературної плазми в хімічній та природоохоронній галузі» і науково-дослідної роботи по темі № 0111 U009354 «Технологія виробництва солоду з використанням активованих під дією нерівноважної плазми водних розчинів», що виконувалася на кафедрі технології зберігання та переробки сільськогосподарської продукції Дніпропетровського державного аграрного університету.

Особистий внесок автора полягає у проведенні лабораторних досліджень та промислових випробувань, безпосередній участі в опрацюванні, аналізі та узагальненні експериментальних даних, а також у написанні та оформленні наукових публікацій по темі дисертаційної роботи.

Мета та завдання досліджень. Мета роботи – на основі комплексних теоретичних і експериментальних досліджень удосконалити технологію виробництва солоду науково обґрунтувати механізм впливу активованої під дією контактної нерівноважної плазми води на процес солодоращення. Відповідно до поставленої мети досліджень були сформульовані завдання:

- провести аналітичний аналіз літературних джерел про застосування сучасних активаторів процесу солодоращення та їх роль в технологічних процесах;
- здійснити підбір раціональних параметрів активації води для її подальшого використання в солодовому виробництві;
- виявити особливості ведення технологічного процесу солодоращення за участю активованої води та проаналізувати її вплив на пророщування різної зернової сировини;
- дослідити зміни хімічного складу зерна при солодоращенні з використанням активованої води, визначити вплив плазмохімічно активованої води на процес фізико-хімічних та біохімічних перетворень в зерні при пророщуванні;
- розробити математичну модель адсорбційних процесів що відбуваються в зерновому матеріалі під дією активованої води;
- розробити технологічну схему та визначити раціональні технологічні параметри отримання солоду по удосконаленій технології;
- дати економічну та екологічну оцінку доцільності використання активованої води в процесі солодоращення, розрахувати очікуваний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології виробництва солоду з використанням активованої води.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси солодоращення з використанням активованої води та кінцева зернова сировина (солод).

Предмет досліджень – фізико-хімічні та біохімічні перетворення в зерні під дією плазмохімічно активованої води.

Методи досліджень – застосовували комплекс класичних та сучасних методів експериментальних досліджень процесу солодоращення та солоду.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті комплексного теоретичного та експериментального дослідження процесу солодощення з використанням плазмохімічно активованої води удосконалено технологію виробництва солоду, а також:

- вперше встановлена ростостимулююча властивість плазмохімічно активованої води щодо ячмінного солоду та інших зернових культур, розроблено рівняння регресії, що описує адсорбційні процеси в зерні під дією активованої води різної тривалості плазмохімічної обробки;
- визначено та обґрунтовано механізм хімічних та біохімічних перетворень у зерні під час солодощення за участі плазмохімічно активованої води;
- встановлено, що при використанні плазмохімічно активованої води, в пророщеному матеріалі підвищується вміст цукрів, розчинного білка, амінокислот, амілолітичних і протеолітичних ферментів, збільшується кількість борошнистих та зменшується вміст скловидних зерен;
- встановлено, що при обробленні активованою водою низькоякісного зерна отримано пророщену зернову сировину покращеної якості;
- визначено асептичні властивості плазмохімічно активованої води при обробленні зернової сировини;
- визначено фізико-хімічні та органолептичні показники готового солоду, отриманого по удосконаленій технології.

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень і висновки дисертаційної роботи знайшли своє практичне втілення в наступному:

- удосконалено технологію виробництва солоду шляхом використання в якості зволожуючого агента плазмохімічно активованої води;
- встановлено раціональні параметри оброблення води для подальшого її використання в якості активуючого агента в процесі пророщення зерна та в ролі інгібітора заключної стадії солодощення;
- розроблено технологічну схему виробництва солоду із застосуванням плазмохімічно активованої води;
- запропоновано скорочення витрат води шляхом її повторного використання, що включає процеси доочищення та активацію води;
- на підприємстві ВАТ Дніпропетровський пивоварний завод «Дніпро» проведено випробування ячмінного світлого солоду, отриманого за участю активованої води та розраховано очікувану економічну ефективність від впровадження удосконаленої технології виробництва солоду з використанням плазмохімічно активованої води, яка склала 508 грн/т солоду;
- на базі підприємства ТОВ ВК «Укрсолод» впроваджено удосконалену технологію виробництва солоду з використанням плазмохімічно активованої води. Розроблено технологічну інструкцію на виробництво солоду світлого ячмінного з використанням активованих під дією нерівноважної плазми водних розчинів (ТІ 30664090-001-2012);
- результати досліджень впроваджено в лекційний курс дисциплін: «Застосування біотехнології в харчових виробництвах», «Промислова біотехнологія» та «Сировина».

Особистий внесок здобувача. Особистий внесок автора дисертаційної роботи полягає в критичному аналізі та систематизації літературних даних наукової проблеми, плануванні та проведенні експериментальних досліджень, отриманні і обґрунтуванні основних технологічних параметрів процесу запропонованої технології, обробленні та узагальненні отриманих даних, підготовці доповідей та публікацій у фахових виданнях. Постановка задач досліджень, формування наукових положень, обговорення висновків та промислові випробування удосконаленої технології проводилось разом з науковим керівником, доктором технічних наук, професором Півоваровим О.А.

Апробація результатів дисертації. Матеріали дисертаційної роботи були представлені та обговорені на: IV та VI Міжнародній науково-технічній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Хімія та сучасна технологія» (Дніпропетровськ, 2009, 2011 рр.); I Міжнародній науково-практичній конференції «Науково-технічна творчість студентів з процесів і обладнання харчових виробництв» (Донецьк, 2009 р.); 75-78-ій Наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобуття молоді – вирішенню проблем харчування людства у 21 столітті» (Київ, 2009-2012 рр.); I Всеукраїнській студентській міжвузівській науково-практичній конференції «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпека продуктів» (Львів, 2009 р.); IX Науково-практичній конференції «Вода: проблеми та рішення» (Дніпропетровськ, 2009 р.); Першій міжгалузевій науково-практичній конференції «Актуальні проблеми безпеки харчування», (Донецьк, 2010 р.); VI Всеукраїнській науково-практичній конференції «Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України» (Запоріжжя, 2010 р.); Конкурсі на кращу науково-практичну розробку «Інтелект-Творчість-Успіх», I місце з науковою роботою «Пророщування зернового матеріалу при використанні в якості інтенсифікатору росту розчинів активованих під дією нерівноважної плазми» (Дніпропетровськ, 2010 р.); NATO Advanced Research Workshop (ARW): “Environmental and Food Security and Safety in Southeast Europe and Ukraine”; Scientific Program and Abstracts, (Dnipropetrovs’k, Ukraine, 16-19 May, 2011 p.).

Публікації. За матеріалами досліджень опубліковано 27 праць, в тому числі, 7 статей у фахових наукових журналах, 1 стаття у тематичній збірці, 2 патенти України на корисну модель, 17 тез доповідей на конференціях, нарадах та симпозиумах державного та міжнародного рівня.

Структура дисертації. Робота складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел, який включає 155 найменувань вітчизняних та зарубіжних джерел та 12-ти додатків. Робота викладена на 184 сторінках основного тексту, вона містить 33 рисунки та 34 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** викладено загальну характеристику роботи: актуальність теми, зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів та особистий внесок автора, кількість поданих публікацій.

У **першому розділі** «Інноваційні методи активації пророщування зерна» розглянуто та проаналізовано методи інтенсифікації процесу солодощення, наведена їх класифікація. Здійснено аналіз літературних джерел за темою дисертації, який показав, що в літературі відсутні дані про процес солодощення з використанням плазмохімічно активованої води. Визначено пріоритетний напрямок удосконалення технології виробництва солоду.

У **другому розділі** «Об'єкти та методи досліджень» наведено характеристику об'єктів і методів досліджень, показників якості сировини та готової продукції. Відображено науково-методологічну базу для вирішення поставлених завдань.

Показники якості в зерновому матеріалі: вологість, ступінь набухання зерна, життєздатність, енергію та здатність проростання, динаміку проростання, оптимальний час пророщування, мікробіологічний стан матеріалу визначали згідно із загальноприйнятими методиками. Амілолітичну активність – колориметричним методом, протеолітичну активність – модифікаційним методом Ансона, вміст простих цукрів – рефрактометричним методом. В готовому продукті визначали: кількість мучнистих, склоподібних зерен, масову частку води, масову частку екстракту, число Кольбаху, тривалість оцукрювання, колір лабораторного суслу, масову частку білкових речовин у сухій речовині солоду, різницю масових часток екстрактів, швидкість фільтрування суслу, амінокислотний склад солоду – методом іонообмінної рідинно-колонної хроматографії на автоматичному аналізаторі Т-339 виробництва «Мікротехна», Чехія.

Для активації води було виготовлено експериментальну лабораторну установку (рис. 1). Визначено її основні експлуатаційні параметри.

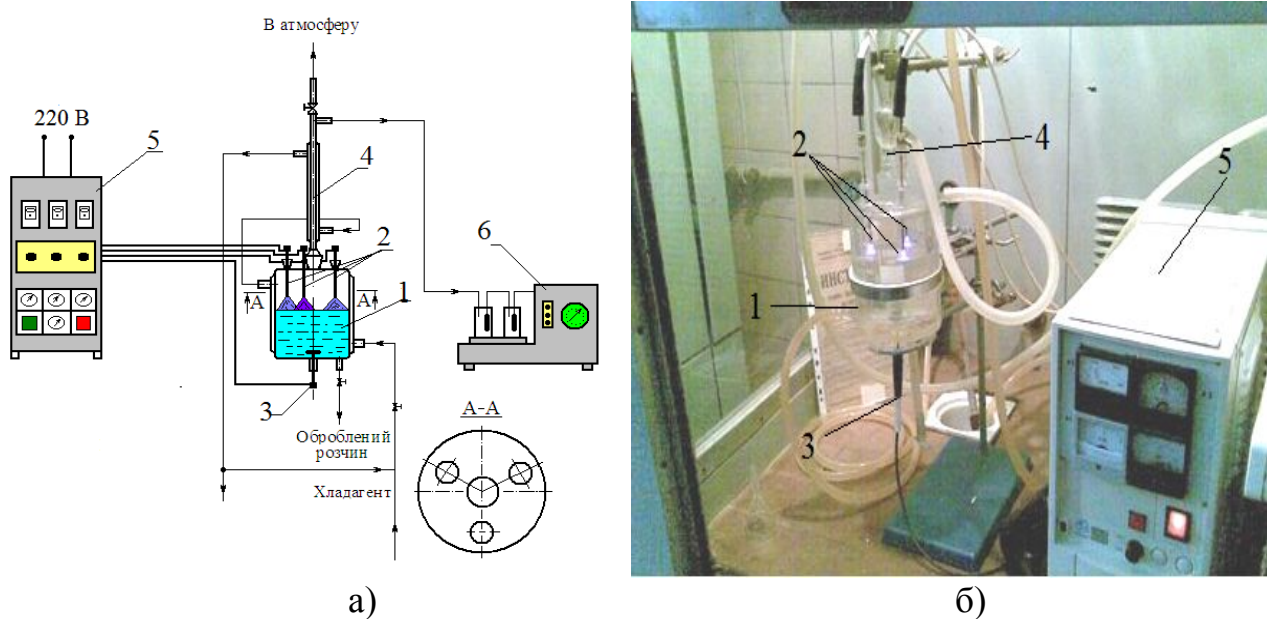


Рисунок 1 – Схема (а) та фото (б) лабораторної дослідної установки:
 1 – реактор; 2 – аноди; 3 – катод; 4 – зворотний холодильник;
 5 – джерело живлення; 6 – вакуумний насос

Характеристики плазмохімічно активованої води: питна вода, активована контактною плазмою, $C_{H_2O_2}=600$ мг/л, $pH=10,0$, тривалість активації – 30 хв. (дослід № 1) питна вода, активована контактною плазмою, $C_{H_2O_2}=700$ мг/л, $pH=9,0$, тривалість активації – 60 хв. (дослід № 2); з метою порівняння отриманих результатів у якості вихідного замочувального агенту було використано воду питну, $pH=7,6$ (контроль).

Економічну ефективність визначали за діючими в галузі методиками розрахунку. Кожна серія дослідів виконувалась у три-, п'ятикратній повторності. Обробка результатів експериментальних досліджень здійснювалась методами математичної статистики.

Експериментальну частину роботи виконано на базі лабораторії кафедри технології зберігання та переробки сільськогосподарської продукції, науково-виробничої лабораторії якості зерна та зернової продукції Дніпропетровського державного аграрного університету, наукової лабораторії плазмохімічних технологій ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», технологічній лабораторії ЗАТ ДПЗ «Дніпро», лабораторії ТОВ ВК «Укрсолод», Інституті біохімії ім. О.В.Палладіна (м. Київ).

У **третьому розділі** «Технологія приготування активованої води» наведено механізм процесів, які протікають у воді при плазмовому обробленні, представлені фізико-хімічні властивості активованої води та зміни структури води під впливом плазмохімічної активації. Зміна pH показника та накопичення пероксидів при плазмохімічній активації відображені на рис. 2.

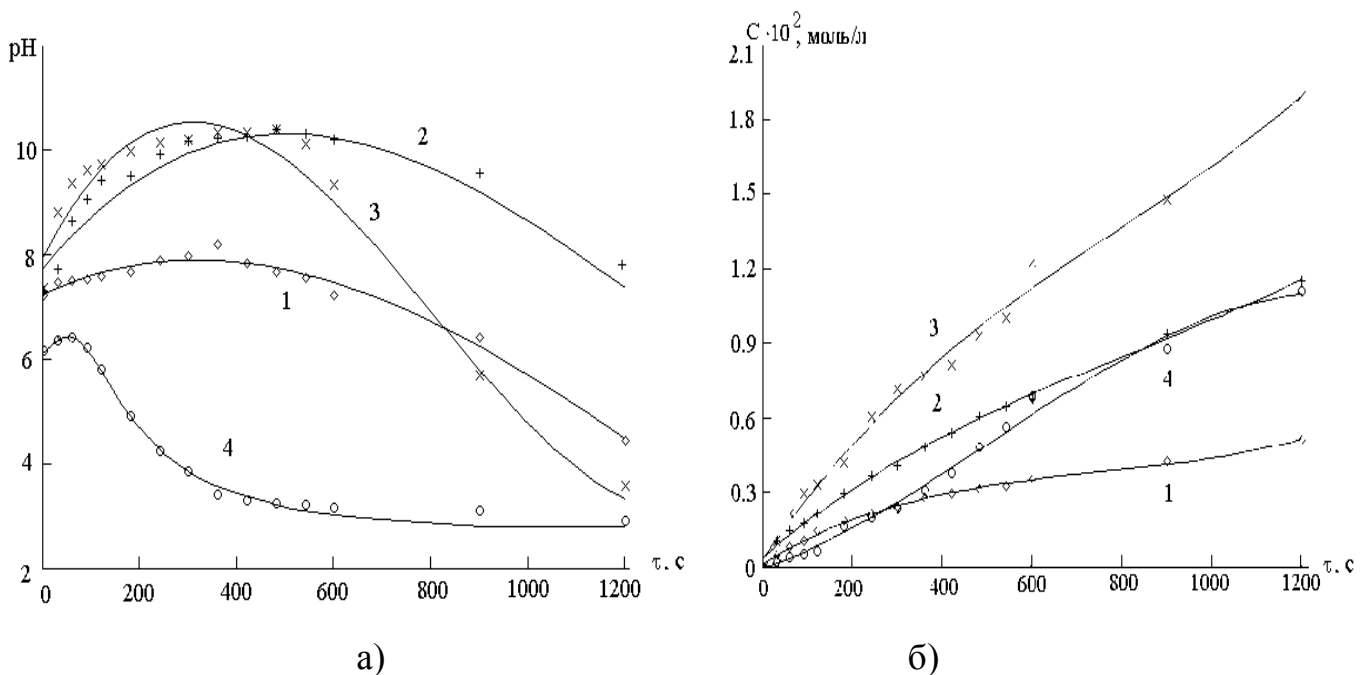


Рисунок 2 – Кінетичні криві зміни pH (а) та накопичення пероксидів (б) у водопровідній воді, обробленій контактною плазмою при силі струму:

1 – 20 мА; 2 – 60 мА; 3 – 120 мА; 4 – дистильована вода оброблена при $I = 120$ мА

У четвертому розділі «Дослідження фізико-хімічних, біохімічних процесів при пророщуванні зернового матеріалу та аналіз готового продукту, отриманого з використанням активованої води» викладені результати досліджень процесу солодощення при використанні плазмохімічно активованої води.

Встановлено, що вода, оброблена контактною нерівноважною плазмою, за рахунок подрібнення кластерних структур на молекулярному рівні, покращує транспорт вологи в середину зерна (рис. 3) і поглинання такої води відбувається більш прискорено. Тривалість адсорбції вологи до нормованого рівня (44...48 %) скорочується в 1,5 рази (з 120 до 84 годин), що є безумовним технологічним та економічним досягненням запропонованого способу пророщування зернового матеріалу. Було вперше розроблено модель адсорбційних процесів в зерні під дією активованої води, яка складається з наступних етапів: 1) прискорення дифузії води в зерно; 2) вилугування інгібіторів росту з квіткової оболонки; 3) міграція заряджених часток активованої води в середині зерна; 4) дія гідроперекисних радикалів; 5) розщеплення складових ендосперму зерна.

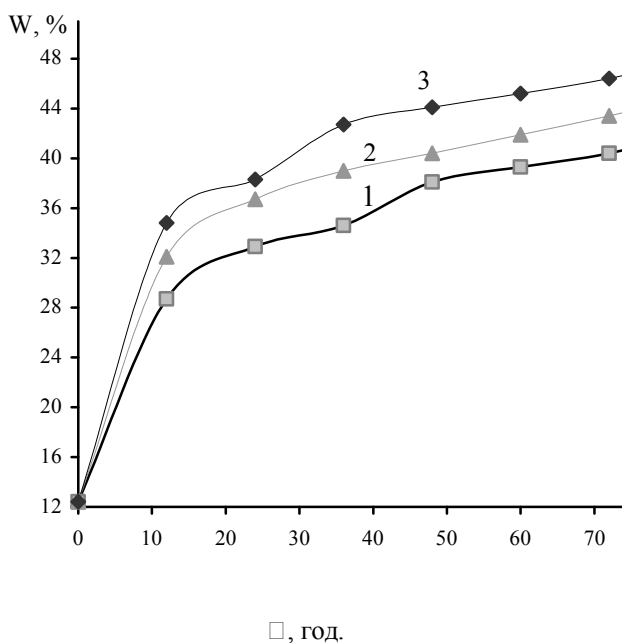


Рисунок 3 – Зміна вологості зерна при використанні активованої води: 1 – контроль; 2 – дослід 1; 3 – дослід 2

Для прискореного оброблення експериментальних даних, можливості прогнозування вологості зерна в довільні моменти часу і при різних значеннях активації водного розчину розроблено рівняння регресії процесу, що представляє собою функцію (значення вологості) двох змінних – часу активації (x) та тривалості контакту з активованою водою (y). Апроксимуючу функцію представили у вигляді: $F(x,y) = 17,3431 + 0,7994x + 0,0073y - 0,0624x^2 - 0,4416xy - 0,1455y^2$. Для всіх отриманих даних середньоквадратичне відхилення склало $E = 0,2411$. Отримана модель є адекватною. Було досліджено процес набухання зерна при застосуванні активованої води (табл. 1).

Встановлено, що застосування активованої води збільшує швидкість набухання зерна, це відбувається за рахунок транспорту вологи, який обумовлений підвищеною рухомістю заряджених часток в активованій воді. Найвищу швидкість набухання (0,018 г/хв.) мали зразки в досліді 2, оброблені активованою водою з часом активації 60 хв. Встановлено, що застосування активованої води збільшує швидкість набухання зерна, це відбувається за рахунок транспорту вологи, який обумовлений підвищеною рухомістю заряджених часток в активованій воді. Найвищу швидкість набухання

(0,018 г/хв.) мали зразки в досліді 2, оброблені активованою водою з часом активації 60 хв.

Таблиця 1 – Динаміка набухання ячменю при використанні активованої води

Тривалість замочування, хв.	Дослідні зразки зерна, початкова вага 3 г		
	контроль	дослід 1	дослід 2
Вага матеріалу, г			
30	3,151	3,271	3,452
90	3,524	3,780	3,657
180	5,280	5,532	6,156
270	5,511	6,250	6,365
Маса вологи, поглиненої зерном, г			
30	0,151	0,271	0,457
90	0,524	0,780	0,657
180	2,280	2,532	3,156
270	2,511	3,250	3,365
Швидкість набухання, г/хв.			
30	0,005	0,009	0,015
90	0,006	0,009	0,007
180	0,013	0,014	0,018
270	0,009	0,012	0,013

Визначали життєздатність, енергію та здатність проростання пивоварного ячменю (табл. 2) та інших зернових культур (табл. 3). Отримані результати свідчать про те, що енергія та здатність проростання, насамперед, в ячмені значно підвищується при використанні плазмохімічно активованої води. Крім того, визначено динаміку до збільшення вказаних параметрів в усіх зернових культурах, які досліджувались, що свідчить про сталість позитивного впливу активованих розчинів на процес солодощення.

Таблиця 2 – Життєздатність, енергія та здатність до проростання пивоварного ячменю різних сортів при використанні активованої води, %

№	Сорт	Життє-здатність	Енергія проростання			Здатність до Проростання		
			контроль	дослід №1	дослід №2	контроль	дослід №1	дослід №2
1	Скарлетт	98	90	92	95	93	96	98
2	Невада	99	89	92	94	94	97	98
3	Цезарь	98	90	91	94	94	96	97
4	Подольский	99	89	91	95	95	97	98
5	Гонар	97	88	90	93	92	95	96

Таблиця 3 – Життєздатність, енергія та здатність до проростання різних культур при використанні активованої води, %

Культура	Життє- здатність	Енергія проростання			Здатність до Проростання		
		контроль	дослід	дослід	контроль	дослід	дослід
			1	2		1	2
Ячмінь	100	88	90	93	97	98	99
Пшениця	99	86	89	91	92	96	98
Жито	99	82	87	90	92	95	97
Овес	98	85	89	90	90	92	95
Просо	96	78	85	87	90	91	94
Сорго	97	76	79	85	92	95	97
Кукурудза	96	65	68	75	80	92	95
Амарант	95	63	66	72	88	92	95
Льон	96	73	80	84	90	92	94
Чечевиця	97	68	75	85	89	91	95
Гречка	97	77	81	88	93	95	97
Квасоля	95	72	78	80	86	90	94
Соя	98	84	87	89	91	95	97
Горох	94	75	79	82	84	88	94
Рис	92	74	78	88	85	90	92

Встановлено, що завдяки активованій нерівноважною плазмою воді в процесі пророщування низькоякісного зерна отримано пророщену зернову сировину покращеної якості.

Визначено раціональний час процесу пророщування зерна при застосуванні активованої води (табл. 4).

Таблиця 4 – Розвиток паростка, %

Доба	Дослідні зразки		
	контроль	дослід №1	дослід №2
2	0	0	0
3	10	25	25
4	25	50	75
5	50	75	100
6	75	100	125
7	100	125	150

Раціональними параметрами солододорощення при використанні активованої води є 4...5 діб (в залежності від часу оброблення води). За рахунок замочування у плазмохімічно активованій воді з часом активації 60 хв. отримано «зелений» солод вже на 4-ту добу, оскільки проростки у 85...90 % зерен розвинулись на 75% від довжини зерна.

У ході досліджень встановлено антибактеріальний ефект активованої води щодо пліснявих грибів в умовах підвищеної вологості пророщеного зернового матеріалу (рис. 4).

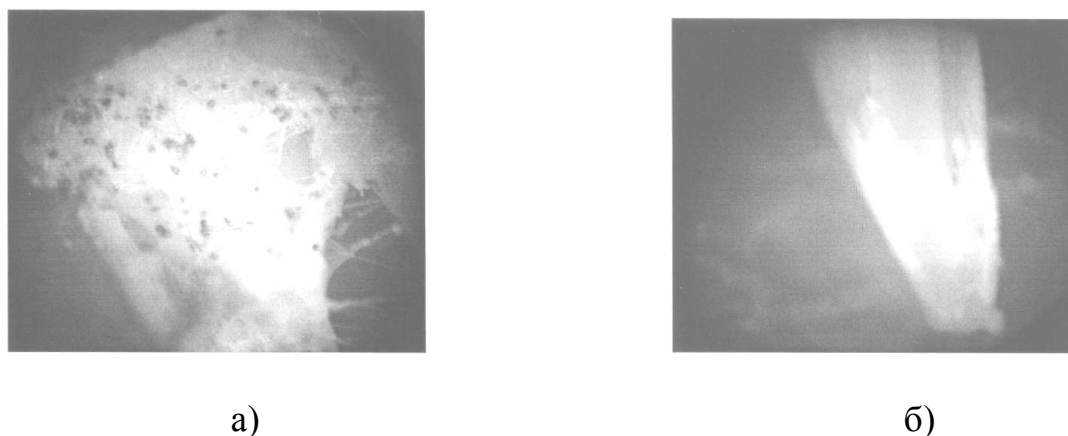


Рисунок 4 – Розвиток плісняви на зразках пророщеного зернового матеріалу: а) контрольний зразок; б) зразок, оброблений активованою водою (x 56)

Кількість пліснявих грибів у дослідних зразках, оброблених активованою водою, була $5,3 \cdot 10^7$ колоній на 1 г сировини у порівнянні із $9,8 \cdot 10^7$ колоній на 1 г сировини у контрольному зразку.

Доведено вищу амілолітичну активність пророщеного зерна, обробленого активованою водою, що дає можливість підтвердити робочу гіпотезу про підвищений вміст амілолітичних ферментів у дослідних зразках, а отже, і покращення якісних характеристик готового продукту (рис. 5).

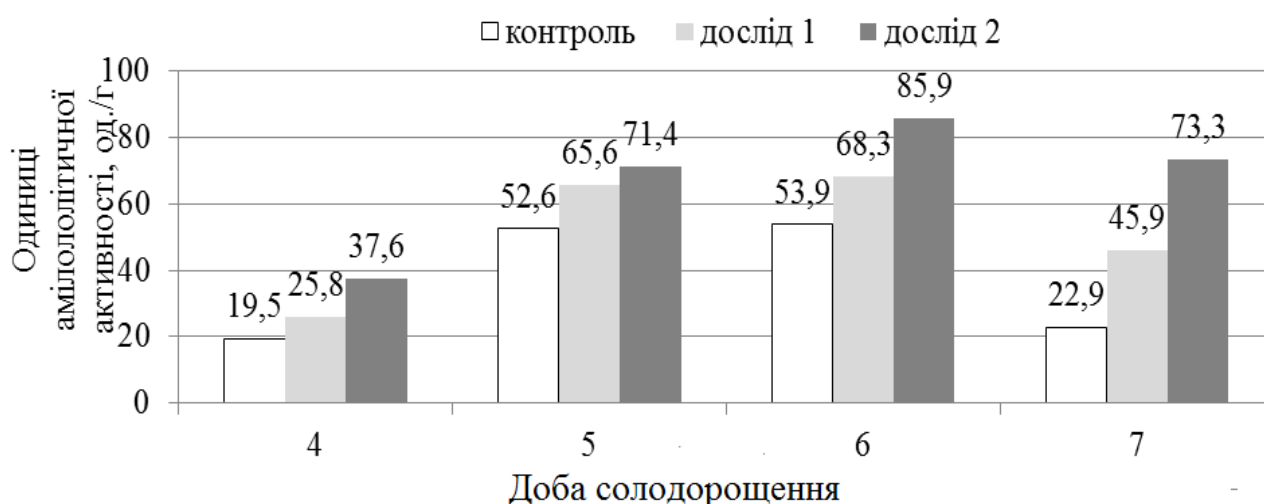


Рисунок 5 – Залежність амілолітичної активності зернового матеріалу від тривалості солодоращення

Вміст цукрів в солоді, який ростили із застосуванням активованої води, перевищує контроль в середньому: у ячмінному солоді – на 1,6%; у пшеничному – на 3,9%; у сорговому – на 3,4%. Зміна вмісту цукрів в пивоварному ячмені при пророщуванні зерна наведена на рис. 6.

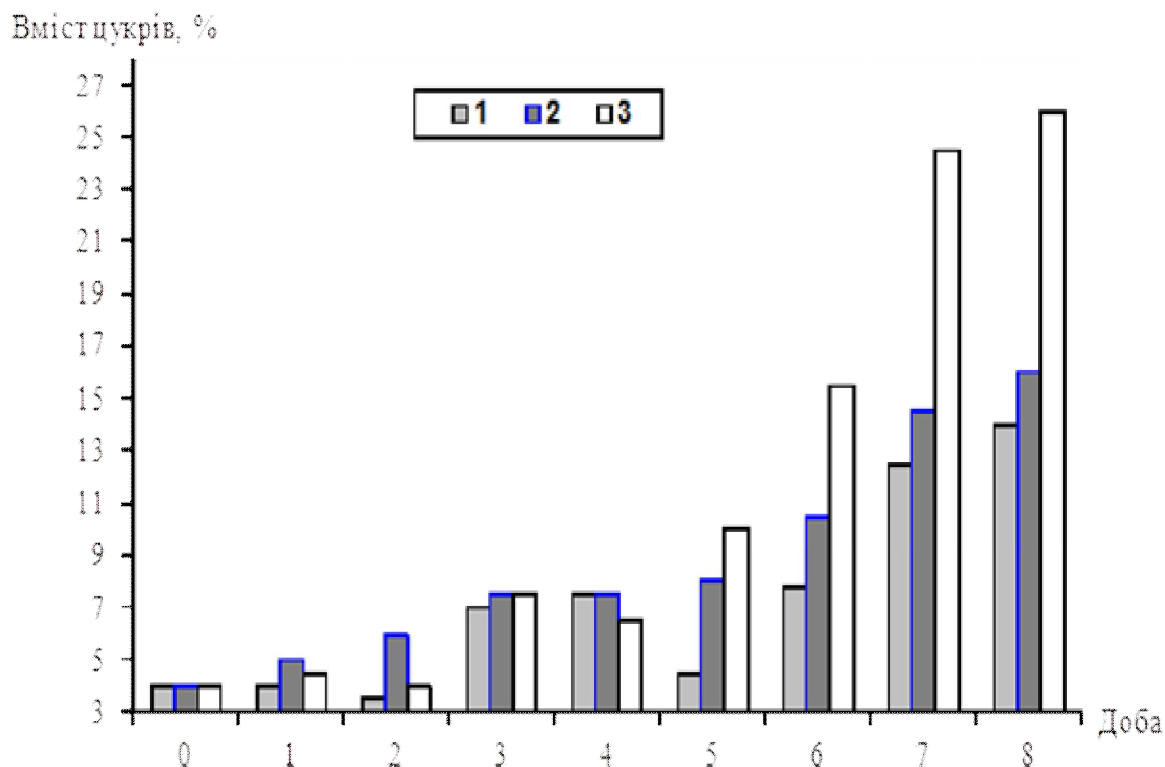


Рисунок 6 – Динаміка вмісту цукрів при пророщуванні у пивоварному ячмені: 1 – контроль; 2 – дослід 1; 3 – дослід 2

Таким чином, було визначено, що використання активованої води є ефективним способом виробництва солоду, що супроводжується підвищенням вмістом цукрів, за рахунок збільшення амілолітичної активності в зерні. Час оцукрювання у піддослідному матеріалі скорочується на 3...5 хв; для контрольних зразків він становить 15 хв., а для зразків, що представлені в досліді №1 – 12 хв., № 2 – 10 хв., при граничних показниках ДСТУ – 10...15 хв. Встановлено, що солод, пророщений з використанням активованої води, має відносно збільшення кількості борошнистих зерен на 9...11 %, у порівнянні з кількістю скловидних та частково скловидних зерен.

Доведено, що зразки, які були замочені в активованій воді, мали більш високий вміст розчинного білка, що свідчить про наявність протеолітичних ферментів (рис. 7). Аналіз результатів дозволяє прогнозувати підвищення загального вмісту амінокислот. Так, чітко видно зростання протеолітичних ферментів в зразках, оброблених активованою водою, що вказує на більш активний перебіг розчинення білкових речовин.

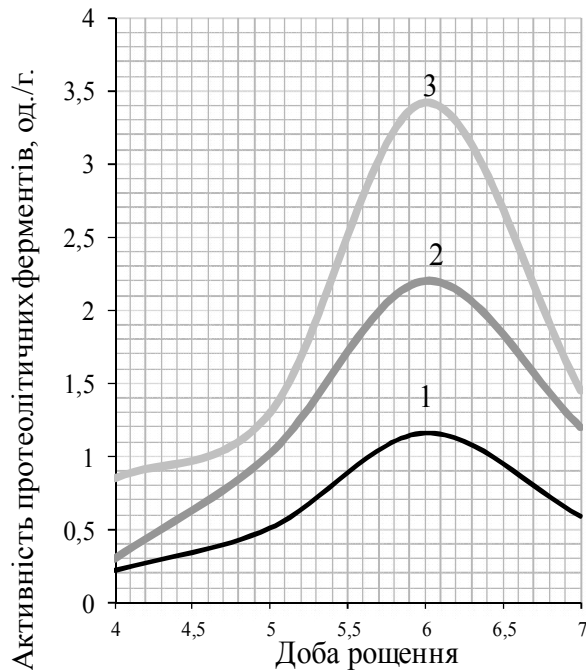


Рисунок 7 – Вміст протеолітичних ферментів у пивоварному ячмені при пророщуванні: 1 – контроль; 2 – дослід 1; 3 – дослід 2

Доведено, що зразки, які були замочені в активованій воді, мали більш високий вміст розчинного білка, що свідчить про наявність протеолітичних ферментів (рис. 7). Аналіз результатів дозволяє прогнозувати підвищення загального вмісту амінокислот. Так, чітко видно зростання протеолітичних ферментів в зразках, оброблених активованою водою, що вказує на більш активний перебіг розчинення білкових речовин.

Для зернового матеріалу, пророщеного з використанням активованої води, характерним є підвищений вміст амінокислот. Так в ячмінному солоді збільшилася кількість амінокислот, %: лізину – 14,3; гістидину – 6,2; аргініну – 11,3; гамма-аміномасляної кислоти (ГАМК) – 20,7; аспарагінової кислоти – 20,8; треоніну – 16,7;

серіну – 21,0; глутамінової кислоти – 23,9; проліну – 27,3; гліцину – 12,5; аланіну – 18,9; циліну – 6,1; валіну – 23,3; метіоніну – 28,4; ізолейцину – 30,0; лейцину – 19,5; тирозину – 72,5; фенілаланіну – 15,1. В пшеничному солоді збільшилася кількість амінокислот, %: лізину – 32,1; гістидину – 47,0; аргініну – 35,9; гамма-аміномасляної кислоти (ГАМК) – 21,6; аспарагінової кислоти – 46,8; треоніну – 56,3; серіну – 60,8; глутамінової кислоти – 10,1; проліну – 39,0; гліцину – 54,7; аланіну – 49,4; циліну – 68,8; валіну – 38,4; метіоніну – 58,1; ізолейцину – 43,9; лейцину – 41,8; тирозину – 46,2; фенілаланіну – 40,6. Важливим результатом досліджень є значне збільшення кількості незамінних амінокислот в солоді.

Досліджено процес часткового припинення ростових процесів в зерні на останніх стадіях проростання за допомогою активованої води. Встановлено, що доцільним є інгібування росту активованими розчинами з рН 10,0. Оброблення таким розчином, порушує тканини паростка. Лужне середовище із значною концентрацією пероксиду водню (600...700 мг/л) пригнічує надлишковий розвиток паростка, що позитивно впливає на якість готового продукту.

Фізико-хімічні та органолептичні показники готового солоду (табл. 5), отриманого по удосконаленій технології з використанням активованої води, відповідають чинному ДСТУ. Якість отриманого продукту підтверджує

доцільність його рекомендації для подальшої переробки в пивоварному виробництві.

Таблиця 5 – Фізико-хімічні показники ячмінного пивоварного солоду

№	Показник	Контроль	Дослід №1	Дослід №2	ДСТУ 4282: 2004
1	Масова частка вологи, %	4,5	4,6	4,7	4,0...5,8
2	Масова частка екстракту в сухих речовинах, тонкий помел, % (E ₂)	82,0	82,3	82,5	76...80
3	Масова частка білкових речовин у сухих речовинах солоду, %	10,1	10,2	10,3	10,5...11,5
4	Різниця масових часток екстрактів, %	1,5	1,5	1,4	1,0...3,5
5	Колір сусла, см ³	0,23	0,24	0,25	0,18...0,40
6	Число Кольбаха, %	41,5	42,0	42,5	39...41
7	Швидкість фільтрування сусла, хв.	20	20	21	-

В п'ятому розділі «Техніко-економічна оцінка використання активованої води в процесі солододороження» представлена характеристика дослідно-промислової плазмохімічної установки (рис. 8) та принцип її роботи. Запропоновано технологічну схему виробництва світлого пивоварного солоду з використанням активованої води (рис. 9). Приведені матеріальні і теплові баланси виробництва, визначені раціональні параметри ведення процесу виробництва солоду. Собівартість 1 т готового продукту (світлого пивоварного солоду) по удосконаленій технології склала 3153,42 грн. Очікуваний економічний ефект – 507,45 грн. на 1 т продукту. Таким чином вартість установки буде окуплена на підприємстві за 1 рік роботи.

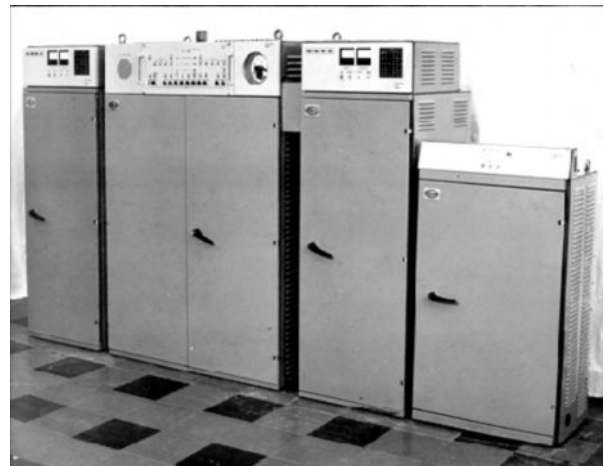
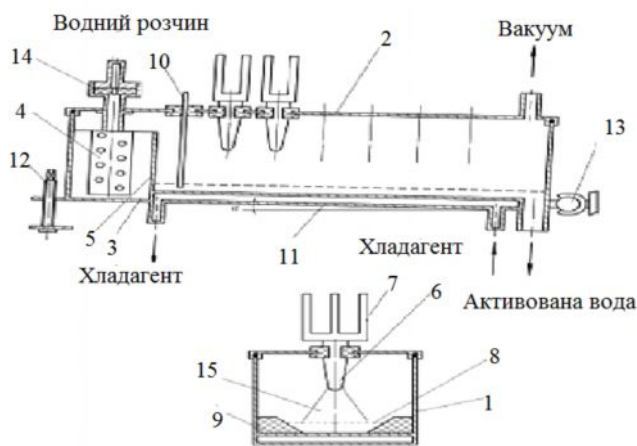


Рисунок 8 – Дослідно-промислова установка для обробки рідких середовищ: 1 – корпус; 2 – кришка реактора; 3 – приймальний пристрій; 4 – піногасник; 5 – поріг переливний; 6 – електрод; 7 – радіатор; 8 – канал реакційний; 9 – накладки діелектричні; 10 – датчик рівня рідини; 11 – оболонка; 12 – підйомний механізм; 13 – шарнір; 14 – регулятор подачі рідини; 15 – плазмовий факел.

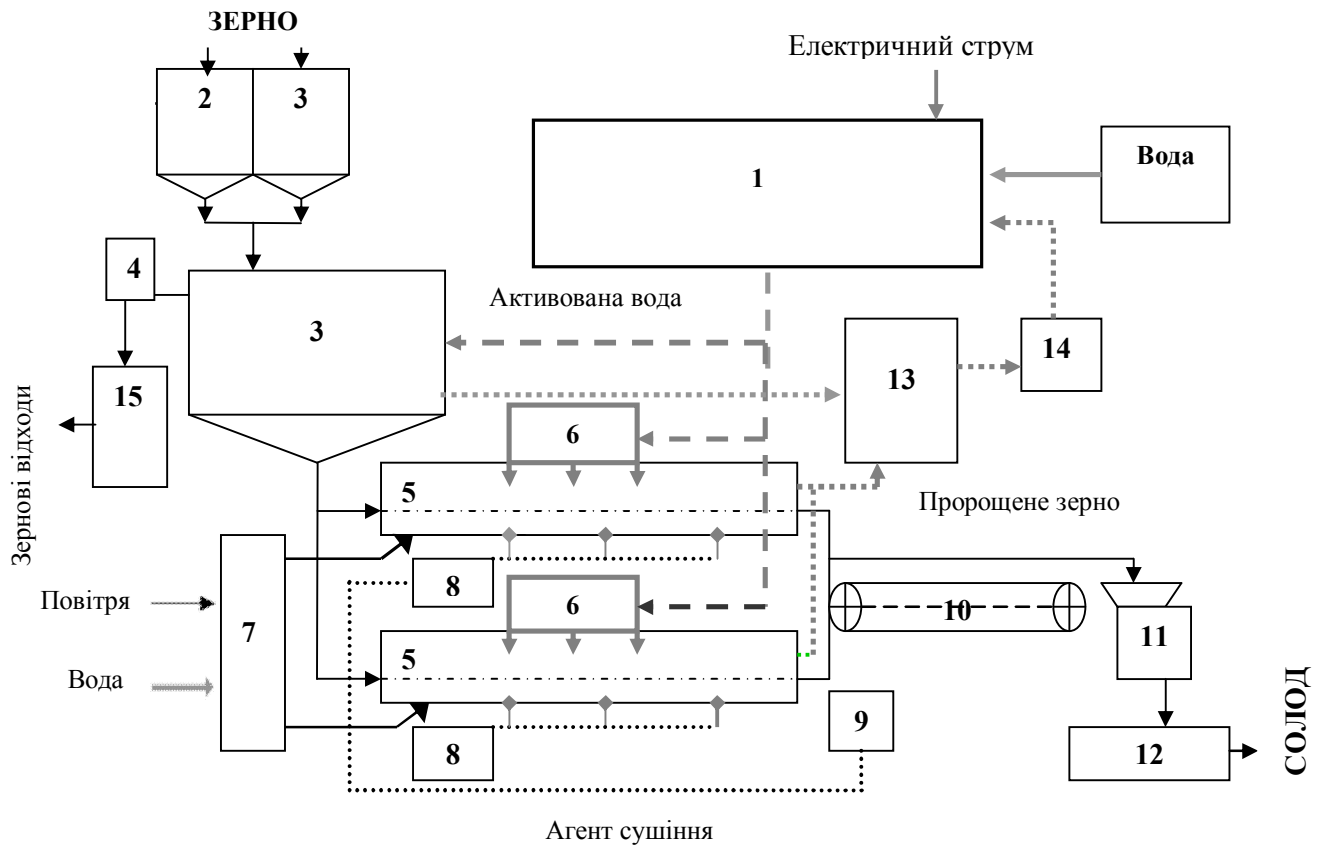


Рисунок 9 – Технологічна схема процесу виробництва світлого пивоварного солоду з використанням активованої води:

1 – плазмохімічна установка; 2 – бункер для очищеного та відсортованого зерна; 3 – мийний-замочувальний апарат (мийка, замочування та дезінфекція зерна); 4 – приймач; 5 – ящикна солодівня (повторне замочування, рощення, сушіння); 6 – форсунки для зволоження; 7 – установка для кондиціонування повітря; 8 – установка для підігрівання зернового матеріалу (сушіння); 9 – газонакопичувач; 10 – транспортер готового продукту; 11 – ростковідбійна машина; 12 – ваги та фасувальний апарат; 13 – накопичувач відпрацьованої рідини; 14 – фільтр; 15 – збірник відходів.

Розглянуті екологічні особливості активування води. Запропоновано повторне використання замочної води і її повторну активацію. При зливі у відстійник відпрацьованого технологічного розчину його не потрібно нейтралізувати та очищувати, оскільки для виробництва солоду не потрібно додаткові дезінфікуючі, миючі та стерилізуючі речовини, оскільки пероксид в значній мірі виконує функцію дезінфікатора. Відпрацьовану воду після її фільтрації та повторної активації рекомендовано направляти у виробництво, це дозволить зменшити витрати водного ресурсу більше, ніж на 50%.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень вирішено актуальне завдання: удосконалено технологію виробництва солоду з використанням плазмохімічно активованої води, що дає можливість отримати солод високої якості.

Результати роботи дозволили зробити наступні висновки:

1. Встановлено раціональні параметри активації води для її подальшого використання в солодовому виробництві: час активації – 60 хв.; рН 9...10; концентрація пероксидів 700 мг/л.

2. Доведено, що вода, оброблена контактною нерівноважною плазмою, за рахунок подрібнення кластерних структур на молекулярному рівні, покращує транспорт вологи в середину зерна. Тривалість поглинання вологи до нормованого рівня 44...48 % скорочується в 1,5 рази. Застосування активованої води збільшує швидкість набухання зерна, підвищує енергію та здатність проростання пивоварного ячменю та інших зернових культур. Використання активованої води для пророщування низькоякісного зерна дало можливість отримати сировину покращеної якості.

3. Розроблено рівняння регресії для визначення вологості зерна в залежності від часу активації води (x) та тривалості контакту з активованою водою (y), що дозволить проводити процес солодоращення в автоматичному режимі.

4. Доведено асептичні властивості активованої води щодо пліснявих грибів в умовах підвищеної вологості пророщеного зернового матеріалу. Кількість пліснявих грибів у дослідних зразках, оброблених активованою водою, зменшилась на $4,5 \cdot 10^7$ колоній на 1 г сировини у порівнянні з контролем. Перспективним є використання активованої води для дезінфекції обладнання на солодових підприємствах.

5. Підтверджено, що застосування активованої води підвищує амілолітичну активність ферментів у пророщуваному матеріалі, що, в свою чергу, дозволяє отримати солод з підвищеним вмістом розчинних цукрів і, як наслідок, затор з підвищеною концентрацією цукру (на 1...1,5%), зменшити час оцукрювання (до 10 хв.), збільшити вміст мучнистих солодових зерен (на 10%) у порівнянні з використанням звичайної води. Експериментально підтверджено, що в результаті більш активного перебігу біохімічних процесів в зерні, при використанні активованої води, в пророщеному матеріалі підвищується вміст амінокислот (в 1,5...2 рази), що є важливим технологічним результатом при виробництві продукції з високим вмістом біологічно активних речовин.

6. Визначено, що використання активованої води в якості стимулятора росту здатне замінити відомі активатори, в основі яких лежать складні хімічні сполуки. Активовану воду з лужним середовищем запропоновано використовувати, також, як інгібітор росту на кінцевих етапах солодоращення.

7. Розроблено технологічну схему та визначено раціональні технологічні параметри отримання солоду по удосконаленій технології. Ними є: температура 17...18 °С, вологість 44%, тривалість 4...4,5 діб.

8. Визначено, що удосконалена технологія виробництва солоду з використанням активованої води є досить економічною, оскільки витрати на виробництво активованої води в 10...20 разів менші, ніж на приготування складних ростостимулюючих сумішей та розчинів хімічних речовин. Крім того, за рахунок скорочення часу технологічного процесу об'єми виробництва збільшуються, а це дозволяє частково здешевити продукцію. Застосування

запропонованої технології призводить до зниження собівартості готової продукції на 30%.

9. Запропоновано, шляхи екологізації солодового виробництва з використанням плазмохімічної активації води. При використанні удосконаленої технології скорочується використання води на технологічні потреби на 50%.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Півоваров О.А. Виробництво солоду з використанням активованих під дією нерівноважної плазми водних розчинів / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, Ю.О. Чурсинов // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 194-197.

2. Півоваров О.А. Розщеплення білків в солодовому зерні при використанні водних розчинів, оброблених контактною плазмою / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Вопросы химии и химической технологии . – 2010. – № 6. – С. 110-114.

3. Півоваров О.А. Дослідження адсорбційних властивостей зерна при використанні водних розчинів, оброблених контактною нерівноважною плазмою / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Вопросы химии и химической технологии . – 2011. – № 5. – С. 18-21.

4. Півоваров О.А. Пророщування зернового матеріалу з використанням розчинів, активованих під дією контактної нерівноважної плазми / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – № 2. – С. 86-90.

5. Півоваров О.А. Дослідження процесу розщеплення вуглеводів в зерні при пророщуванні з використанням водних розчинів, оброблених контактною нерівноважною плазмою / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Вопросы химии и химической технологии . – 2012. – №1. – С. 37-41.

6. Півоваров О.А. Математичне моделювання процесу водопоглинання в проростаючому зерні з використанням активованих водних розчинів / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, Г.П. Тищенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2012. – № 2. – С. 91-95.

7. Вплив плазмохімічно активованих розчинів на процес виробництва високоякісного житнього солоду / О.А. Півоваров, Ю.О. Чурсинов, О.С. Ковальова, Ю.В. Пономаренко // Хранение и переработка зерна. – 2013. – № 2. – С. 45-48.

8. Пат. 64761 Україна, МПК С12С 1/00. Спосіб виробництва солоду з використанням активованих плазмохімічним методом водних розчинів / Півоваров О.А., Ковальова О.С., Тищенко Г.П. – № а 2009 05182; заявл.25.05.2009, опубл.25.11.2011, Бюл.22.

9. Пат. 77182 Україна, МПК С 12 С 1/00, 1/02. Спосіб пророщування зернового матеріалу з використанням водних розчинів оброблених холодною плазмою / Півоваров О.А., Ковальова О.С. – № u2010 05447; заявл.05.05.2010, опубл. 11.02.2013, Бюл.3.

10. Півоваров О.А. Екологічні аспекти розвитку та удосконалення виробництв солодової галузі / О.А. Півоваров, А.П. Тищенко, О.С. Ковальова // Збірник статей учасників VI Всеукраїнської науково-практичної конференції

«Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України». – Запоріжжя: Видавництво ТОВ «Фінвей». – 2010. – С. 248-252.

11. Півоваров О.А. Технологія солоду з використанням активованих під дією нерівноважної плазми водних розчинів / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпека продуктів: I-а Всеукраїнська студентська науково-практичної конференція, 23-24 квітня 2009 р.: матеріали. – Львів: ЛІЕТ, 2009. – С.112-115.

12. Півоваров О.А. Плазмохімічне кондиціювання води у процесі солододорощення / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Вода: проблеми и решения: IX науч.-практ. конф.: материалы. – Д.: Видавничо-творчий центр «Гамалія», 2009. – С.214-215.

13. Використання активованих розчинів у зернових технологіях / О.С. Ковальова, О.В. Іванов, Д.І. Кривонос, Л.В. Марченко, О.А. Півоваров // Наукові здобуття молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.: 75-ї наук. конф. Молодих учених, аспірантів і студентів, Київ, 13-14 квіт. 2009 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2009. – Ч. 2. – С. 197.

14. Ковальова О.С. Дослідження процесу солододорощення з використанням активованих водних розчинів // Хімія і сучасна технологія: IV Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, 22-24 квіт. 2009 р.: тези доп. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2009. – С. 311.

15. Стимулювання пророщування зернового матеріалу під дією активованих водних розчинів / Г.М. Гросич, Л.В. Крачковська, О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Науково-технічна творчість студентів з процесів і обладнання харчових виробництв: I Міжнародна науково-практична конференція, 22-23 жовтня 2009 р.: тези доп. – Донецьк: Інститут харчових виробництв, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2009. – С.69.

16. Ковальова О.С. Виробництво солоду з використанням активованих водних розчинів / О.С. Ковальова, І.С. Семенжа, Ю.В. Пономаренко, О.А. Півоваров // Наукові здобуття молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.: 76-а наук. конф. Молодих учених, аспірантів і студентів, 12-13 квіт. 2010 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2009. – Ч. 2. – С. 162.

17. Ковальова О.С. Використання в харчуванні пророщених злакових культур багатих на амінокислоти // Основи раціонального харчування студентів: Всеукраїнський семінар молодих вчених, аспірантів та студентів, 14-15 квітня 2010 р.: матеріали. – Донецьк: Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2010. – С.106.

18. Півоваров О.А. Підвищення екологічності солодового виробництва шляхом використання розчинів, оброблених холодною плазмою / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Актуальні проблеми безпеки харчування: I міжгалуз. наук.-практ. Конф., 14-15 жовт. 2010 р.: матеріали. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2010. – С. 123.

19. Семенжа І.С. Пророщування пивоварного сорго під дією активованих водних розчинів / І.С. Семенжа, О.А. Півоваров, О.С. Ковальова. – Техніка та технологія харчових виробництв: збірник тез студентських наукових праць. – Донецьк: ДонНУЕТ, 2010. – Вип. 5. – С. 165-167.

20. Півоваров О.А. Оцінка зміни якості амінокислотного складу пророщеного зерна в наслідок використання активованих розчинів / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова // Наукові здобуття молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.: 77-ї наук. конф. Молодих учених, аспірантів і студентів, 11-12 квіт. 2011 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2011. – Ч. 1. – С. 237-238.

21. Підвищення вмісту цукрів в зерновому матеріалі при використанні активованих водних розчинів / О.С. Ковальова, Ю.В. Пономаренко, Н.С. Мурзьонкова, О.А. Півоваров // Хімія та сучасна технологія: V Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, 20-22 квіт. 2011 р.: тези доп. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2011. – С. 479.

22. Pivovarov A.A., Tyshchenko A.P., Kovalyova E.S. Ecological aspects of development and modernization of food industry enterprises of Ukraine / A.A. Pivovarov, A.P. Tyshchenko, E.S. Kovalyova // NATO Advanced Research Workshop (ARW): "ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY AND SAFETY IN SOUTHEAST EUROPE AND UKRAINE"; Scientific Program and Abstracts, Dnipropetrovs'k, Ukraine, 16-19 May, 2011.– P. 28-29.

23. Півоваров О.А. Активність протеолітичних ферментів в ячмені при його обробці активованими водними розчинами / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова, Ю.В. Пономаренко // Наукові здобуття молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI ст.: 78-ї наук. конф. Молодих учених, аспірантів і студентів, 2-3 квіт. 2012 р.: тези доп. – К.: НУХТ, 2012. – Ч. 1. – С. 364-366.

24. Використання активованої води для підвищення якісних показників житнього солоду / О.А. Півоваров, А.П. Тищенко, Ю.В. Пономаренко, О.С. Ковальова // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: III Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 25-річчю біологічного факультету, 11-13 травня 2012 р.: матеріали. – Запоріжжя: ДВНЗ «Запорізький національний університет», 2012. – С. 367-368.

Додаткові публікації

25. Стимуляторы солодоращения на основе плазмохимически активированной воды / Л.В. Марченко, А.П. Тищенко, Е.С.Ковальова, А.А. Півоваров // Хімія і сучасна технологія: IV Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, 22-24 квіт. 2009 р.: тези доп. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2009. – С. 319.

26. Півоваров О.А. Виробництво хімічно чистого солоду при використанні активованих водних розчинів / О.А. Півоваров, О.С. Ковальова //

Актуальні проблеми безпеки харчування: I міжгалуз. наук.-практ. Конф., 14-15 жовт. 2010 р.: матеріали. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2010.– С.124.

27. Адсорбційні властивості солодового зерна при використанні активованих водних розчинів / О.С. Ковальова, І.С. Семенжа, К.В. Маляр, О.А. Півоваров // Хімія та сучасна технологія: V Міжнародна науково-технічна конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, 20-22 квіт. 2011 р.: тези доп. – Дніпропетровськ: УДХТУ, 2011. – С. 480.

Особистий внесок: проведення літературного пошуку, підготовка об'єктів дослідження, проведення експериментів та опрацювання одержаних результатів [1, 10]; підготовка об'єктів дослідження, опрацювання та узагальнення одержаних результатів експериментальних досліджень за темою публікації [2-7]; патентний пошук, висунення та обговорення ідеї, підготовка заявки на корисну модель [8-9]; формування висновків та підготовка матеріалів до публікації [11-15, 25]; участь у проведенні експериментальних досліджень, опрацювання та узагальнення даних до публікації [14-27].

АНОТАЦІЯ

Ковальова О.С. Удосконалення технології виробництва солоду з використанням плазмохімічно активованої води : – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2013.

Дисертація присвячена науковому обґрунтуванню і розробленню вдосконаленої технології виробництва солоду з використанням води, підданої дії контактної нерівноважної плазми.

Встановлено суттєвий вплив плазмохімічно активованої води на процеси, що відбуваються в зерновому матеріалі при його пророщуванні. Визначено, що використання води, підданої дії контактної нерівноважної плазми, сприяє прискоренню перебігу біохімічних процесів в проростаючому зерні. Досліджено фізико-хімічні та біохімічні процеси, що протікають в солодовому зерні, і доведено значне прискорення ростових процесів. Встановлено особливості адсорбційних процесів в зерновому матеріалі при використанні плазмохімічно активованої води. Визначено раціональні параметри солододорощення за удосконаленою технологією. Встановлено покращення мікробіологічного стану солоду. Досліджено екологічні особливості використання активованої води в солододорощенні.

За результатами досліджень розроблено і затверджено нормативну документацію на виробництво солоду світлого ячмінного з використанням активованої під дією контактної нерівноважної плазми води (ТІ 30664090-001-2012) і проведено апробацію вдосконаленої технології у виробничих умовах.

Ключові слова: солод, плазмохімічно активована вода, зерновий матеріал, ячмінь, солододорощення, інтенсифікація.

АННОТАЦИЯ

Ковалева Е.С. Усовершенствование технологии производства солода с использованием плазмохимически активированной воды : - На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2013.

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию и разработке усовершенствованной технологии производства солода с использованием воды, обработанной контактной неравновесной плазмой.

Установлено существенное влияние плазмохимически активированной воды на процессы, происходящие в зерне при проращивании. Подтверждено, что использование воды, которая заблаговременно была подвержена действию контактной неравновесной плазмы, за счет измельчения кластерных структур на молекулярном уровне, вызывает интенсификацию целого ряда процессов в проростающем зерне.

Исследованы физико-химические и биохимические процессы, которые протекают в солодовом зерне. Повышается активность ферментов и расщепление эндосперма солодового зерна. Доказано, что во время солодоращения с использованием активированной воды увеличивается содержание аминокислот на 58%, сахаров на 63%. Экстрактивность готового солода составляет 82%.

На основе полученных результатов доказано значительное ускорение ростовых процессов. Использование активированной воды увеличивает скорость набухания зерна, повышает энергию и способность прорастания пивоваренного ячменя и других зерновых культур.

Создана модель адсорбционных процессов в зерне под действием активированной воды, четко определены ее этапы. Установлены особенности адсорбции активированной воды зерном, приведено уравнение регрессии для определения влажности зерна в зависимости от времени активации воды и продолжительности контакта сырья с активированной водой, что позволит проводить солодоращение в автоматическом режиме. Модель апробирована и подтверждена рядом исследований.

Определены оптимальные параметры солодоращения при использовании усовершенствованной технологии: температура – 17...18 °С, влажность 44%, продолжительность – 4...4,5 суток. Параметры обработки воды на плазмохимической установке следующие: время активации – 60 мин.; рН 9...10; концентрация пероксидов 700 мг/л.

Показано повышение качества солода за счет использования воды, обработанной контактной неравновесной плазмой, при использовании зернового сырья с низкой энергией и способностью прорастания.

Установлено улучшение микробиологического состояния готового продукта, а именно, снижение количества плесневой микрофлоры. Перспективным является использование активированной воды для дезинфекции оборудования на солодовенных производствах.

По результатам исследований разработана технологическая инструкция на производство солода светлого ячменного с использованием активированных под действием неравновесной плазмы водных растворов ТИ 30664090-001-2012, которая апробирована в производственных условиях ООО ПК «Укрсолод».

Получение солода по предложенной технологии с использованием плазмохимически активированной воды позволяет сократить процесс солодоращения на 1...1,5 суток.

Исследованы экологические особенности использования активированной воды в солодоращении.

Доказано, что в результате предложенной доочистки и повторной активации воды, используемой в технологическом процессе, достигается сокращение потребления воды на 50%. Все это дает возможность увеличить выпуск готового солода и сократить себестоимость 1 тонны готового продукта на 507,45 грн. Рекомендовано использование усовершенствованной технологии на солодовенных предприятиях, с целью повышения продуктивности отрасли.

Ключевые слова: солод, плазмохимически активированная вода, зерновой материал, ячмень, солодоращение, интенсификация.

ABSTRACT

O.S. Kovalyova. Improvement of Malt Production Technology Using Plasma Activated Water: Manuscript copyright.

Thesis for Candidate of Technical Sciences Degree, Speciality 05.18.05 – Technology of Sugar Substances and Fermentation Products. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2013.

The thesis deals with scientific rationale and development of the advanced technology of malt production with the use of water exposed to non-equilibrium contact plasma.

The research establishes significant influence of plasma activated water on the processes occurring in the grain material during its germination. It was found that usage of water exposed to non-equilibrium contact plasma promoted acceleration of biochemical processes in the germinating grain. Physical-chemical and biochemical processes occurring in the malt grain are investigated, and considerable acceleration of growth processes is demonstrated. The paper establishes the peculiar features of adsorption processes in the grain material during usage of plasma activated water. Optimal parameters of malting in accordance with the improved technology are determined. Increase in malt quality owing to involvement of water exposed to non-equilibrium contact plasma when using the grain material with low energy and germination capacity is shown. The research ascertains improvement of microbiological status of the finished products, that is, reduction of the amount of mold micro-flora. Ecological peculiarities of the activated water usage in malting are investigated.

Kew words: malt, plasma activated water, grain material, barley, malting, intensifier.