

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**БОЙКО МАРИНА ІВАНІВНА**

УДК 663.44

**ТЕХНОЛОГІЯ ЗЕРНОВОГО ЕКСТРАКТУ ІЗ ТРИТІКАЛЕ**

05.18.05 – Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

**Київ – 2014**

**Дисертацією є рукопис**

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:**

доктор технічних наук, професор  
**Прибильський Віталій Леонідович**,  
Національний університет харчових технологій, професор кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства

**Офіційні опоненти:**

доктор технічних наук, професор  
**Левандовський Леонід Вікторович**,  
Київський національний торговельно-економічний університет, професор кафедри технології та організації ресторанного господарства

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

Захист відбудеться « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 р. о \_\_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-

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

Автореферат розісланий « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради, к.т.н.

М.В. Карпутіна

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одним із найважливіших завдань соціально-економічного розвитку України є збільшення обсягів виробництва продуктів харчування, підвищення їх якості. Ефективний розвиток харчової та переробної промисловості передбачає раціональне використання сировинних ресурсів, розробку нових видів продукції за інноваційними технологіями.

За останні роки розвинулося виробництво сиропів крохмального походження (крохмальна патока), що готуються з крохмалю кукурудзи або картоплі. У менших кількостях виробляються солодові та зернові екстракти, які готують із пророслих або нативних злакових культур. В Україні таке виробництво майже не розвивається.

Однією з галузей використання вуглеводних сиропів є пиво-безалкогольна, в якій останнім часом значного поширення набули мальтозні та глюкозо-фруктозні сиропи. Але недостатньо відомостей про особливості хімічного складу сортів тритікале та екстрактів із них для раціонального використання у виробництві масових продуктів, як пива і хлібного квасу.

Для підвищення якості сусла, збагачення його біологічно активними речовинами, актуально і своєчасно виробляти зернові екстракти, зокрема, екстракт із тритікале.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана згідно науково-дослідної тематики кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства Національного університету харчових технологій «Розроблення теоретичних основ ресурсо-енергозбережних та безвідходних технологій харчового та технічного спирту, солоду, пива, вина, безалкогольних напоїв, концентратів та екстрактів оздоровчої дії» (№ 0113U007689).

Автором особисто розроблено програми та методики лабораторних і промислових досліджень, оброблено та узагальнено отримані результати, визначено оптимальні значення технологічних параметрів.

**Мета і завдання досліджень.** Метою дисертаційної роботи є наукове обґрунтування та розроблення технології зернового екстракту із тритікале для виробництва пива та хлібного квасу.

Відповідно до поставленої мети та на підставі аналізу науково-технічної і патентної інформації, необхідно вирішити наступні завдання:

- провести аналіз хімічного складу зерна тритікале найбільш поширених сортів та визначити можливість їх використання для виробництва зернових екстрактів;
- на основі теоретичного та експериментального дослідження процесів ферментативного гідролізу складових зерна тритікале встановити та обґрунтувати раціональний технологічний режим приготування сусла;
- дослідити вміст біологічно активних речовин в зерновому екстракті із тритікале та визначити його органолептичні та фізико-хімічні показники;
- розробити технологічну схему виробництва зернового екстракту із тритікале;

- розробити нормативно-технічну документацію на зерновий екстракт із тритікале;

- встановити доцільність використання зернового екстракту із тритікале в технології пива та хлібного квасу;

- провести апробацію розробленої технології у виробничих умовах та визначити її економічну ефективність;

*Об'єкт дослідження* – технологія зернового екстракту із тритікале.

*Предмет дослідження* – сорти тритікале «Гарне» та «АД 42», зернові та солодові екстракти.

*Методи дослідження* – хімічні, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні методи дослідження вихідної сировини, проміжних і готових продуктів; методи планування експерименту і математичного оброблення експериментальних даних.

**Наукова новизна одержаних результатів.** На основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано можливість використання тритікале сортів «Гарне» та «АД 42» для приготування зернового екстракту.

Визначена доцільність використання в технології зернового екстракту із тритікале гідролаз розріджуючої та оцукрюючої дії ферментних препаратів (ФП). Визначені технологічні параметри приготування сусла із тритікале, що дозволило отримати продукт з нормативними показниками.

Науково обґрунтовані умови та ефективність застосування зернового екстракту із тритікале при приготуванні сусла в технології пива та концентрату квасного сусла при виробництві хлібного квасу.

**Практичне значення одержаних результатів.** За результатами проведених досліджень розроблено спосіб приготування зернового екстракту із тритікале (патент України на корисну модель № 59360), що дозволило отримати новий продукт для харчової промисловості. Розроблено спосіб приготування пивного сусла із використанням зернового екстракту із тритікале (патент України на корисну модель № 66092), що дозволило отримати пиво з високими органолептичними та нормативними фізико-хімічними показниками.

Удосконалено технологію хлібного квасу за рахунок заміни частини концентрату квасного сусла на зерновий екстракт, що скорочує тривалість процесу бродіння квасного сусла з отриманням готового продукту високої якості.

Розроблено нормативну документацію на виробництво зернового екстракту із тритікале (ТУ У 02070938117:2011 “Зерновий екстракт з тритікале” та ТІ 02070938117:2011).

Розроблено нормативну документацію на хлібний квас з використанням зернового екстракту із тритікале (РЦ 46.02070938126:2012).

За результатами досліджень, виконаних у промислових умовах, вироблено дослідно-промислово партію зернового екстракту із тритікале у кількості 15 т (ТОВ “ПРОДСЕРВІС-ІР”, с. Михайлівка-Рубежівка).

Соціально-економічна ефективність виробництва зернового екстракту із тритікале. Очікуваний економічний ефект становить 847 грн. на 1 т готової продукції.

**Особистий внесок здобувача** полягає в розробленні методик та проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні, аналізі одержаних експериментальних даних, проведенні досліджень у виробничих умовах, підготовці відповідної нормативно-технічної документації, а також апробації основних результатів роботи на науково-технічних конференціях.

Аналіз, обговорення і узагальнення результатів досліджень проводились спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Прибильським В. Л. Дослідження реологічних властивостей затору проведено спільно з доцентом кафедри фізичної та колоїдної хімії НУХТ Ковалевською Є. І. Дослідження ферментативного гідролізу складових зерна тритікале виконано разом з доцентом кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства НУХТ Мудрак Т.О. Автор приймала безпосередню участь у проведенні експериментальних досліджень та підготовці наукових статей до публікації.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ (Київ, 2008, 2009, 2011, 2012 р. р.), другому Північно-Східноєвропейському Конгресі України (Київ, 2013 р.).

**Публікації.** За темою дисертаційної роботи опубліковано 16 наукових праць, з них: 8 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття – у закордонному виданні, 5 тез доповідей на наукових конференціях, отримано 2 патенти України на корисну модель.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна робота складається зі вступу, 6-ти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний матеріал дисертаційної роботи викладено на 108 сторінках, який містить 26 таблиць, 16 рисунків, 148 найменувань літературних джерел, у тому числі 13 іноземних, 6-ти додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведені відомості про особистий внесок здобувача, апробацію роботи, структуру і обсяг дисертації.

**У першому розділі** “Проблеми та перспективи використання тритікале у виробництві зернових екстрактів” наведено аналіз літературних джерел за темою дисертаційної роботи, обґрунтовано вибір напрямів досліджень. Показана можливість створення продуктів з використанням зернового екстракту із тритікале. Обґрунтовано доцільність використання тритікале сортів «Гарне» та «АД 42» для виробництва зернового екстракту.

**У другому розділі** “Об’єкти, методи та методики досліджень” наведено характеристику об’єктів, предмету, методів та умов проведення досліджень.

При проведенні досліджень вуглеводний склад зернового екстракту із тритікале визначали методом тонкошарової хроматографії, амінокислотний склад – методом іонообмінної хроматографії за допомогою амінокислотного аналізато-

ра Т-339. Реологічні властивості затору встановлювали на віскозиметрі “Рео-тест-2”.

Планування експериментів, постановку та розв’язання задач оптимізації проводили за допомогою сучасних методів математичного оброблення даних. Статистичне оброблення отриманих результатів, побудову графіків виконано з використанням пакету прикладних програм Microsoft Excel, Mathcad Professional 2000, Mathcad Professional 14 та Microsoft Office 2003.

Економічну ефективність розраховували за діючими в галузі методиками.

**У третьому розділі** “Розроблення технологічного режиму приготування зернового екстракту із тритікале” наведені результати експериментальних досліджень по розробленню технології зернового екстракту із використанням різних сортів тритікале.

На основі порівняльного аналізу сортів зерна тритікале «АД 42» та «Гарне» із ячменем, пшеницею та житом встановлено, що зерно тритікале є прийнятною культурою для виробництва зернових екстрактів з подальшим його використанням як заміника солоду та несолодженої сировини при виробництві пива та концентрату квасного суслу.

Встановлено, що білок тритікале характеризується добре збалансованим амінокислотним складом. Першою лімітуючою амінокислотою білка тритікале є лізин, другою – треонін. Розрахунок амінокислотного скору показав, що за вмістом першої лімітуючої амінокислоти лізину відповідає зерно сорту «АД 42», а за вмістом другої лімітуючої амінокислоти треоніну – зерно сорту «Гарне». Встановлено, що амінокислотний склад зерна тритікале характеризується значним вмістом глютамінової кислоти, проліну, лейцину й аспарагінової кислоти. Таким чином, досліджувані сорти тритікале характеризуються різним вмістом білка та його амінокислотним складом (табл. 1).

**Таблиця 1** – Амінокислотний скор зерна тритікале, %

Назва сорту	Амінокислота						
	Валін	Ізо-лейцин	Лейцин	Лізин	Меті-онін, Цис-тін	Тре-онін	Феніл-аланін, Тиро-зін
«АД 42»	100	101	103	88	99	94	123
«Гарне»	107	112	114	75	108	98	163
Ідеальний білок	100	100	100	100	100	100	100

Досліджено вплив дисперсності помелу зерна на тривалість процесу оцукрювання заторів для різних видів зерна (рис. 1).

Встановлено, що при використанні помелів із тритікале дисперсністю до 1,0 мм тривалість оцукрювання затору становить до 30 хв., що майже збігається з тривалістю оцукрювання заторів із пшениці і жита. Затор із ячменю оцукрюється на 3...5 хв. швидше. Із збільшенням дисперсності помелу до 1,5...2,0 мм

тривалість оцукрювання заторів подовжується. Підвищення дисперсності помелу до 0,5 мм не веде до суттєвого скорочення тривалості оцукрювання заторів в порівнянні з їх дисперсністю 1,0 мм.

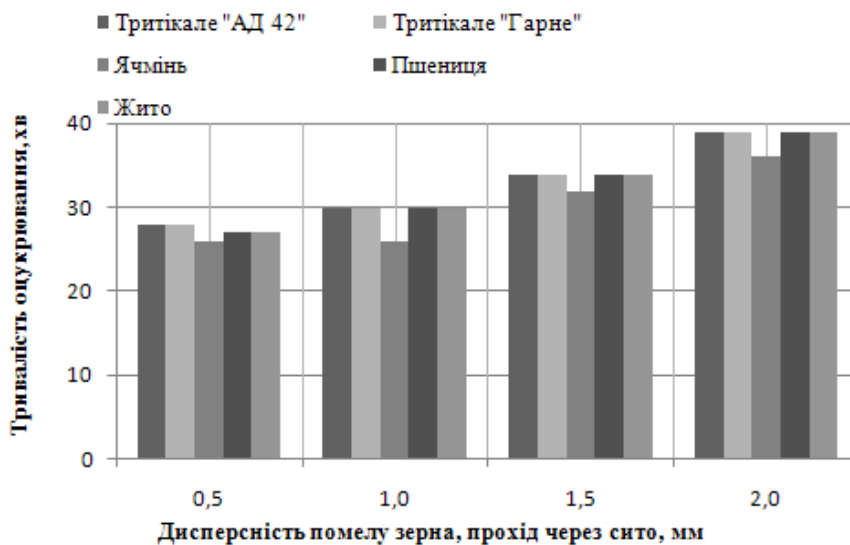


Рисунок 1 – Вплив дисперсності помелу зерна на тривалість процесу оцукрювання заторів

З рис. 2 видно, що в процесі оцукрювання заторів помелів досліджуваних сортів тритікале дисперсністю до 1,0 мм через 30 хв. оцукрювання накопичувалось до 55 % редукуючих речовин. Підвищення дисперсності помелу до 0,5 мм не веде до суттєвого збільшення накопичення редукуючих речовин, а зниження до 1,5...2,0 мм зменшує їх вміст на 7...10 % і подовжує тривалість оцукрювання до 45...50 хв.

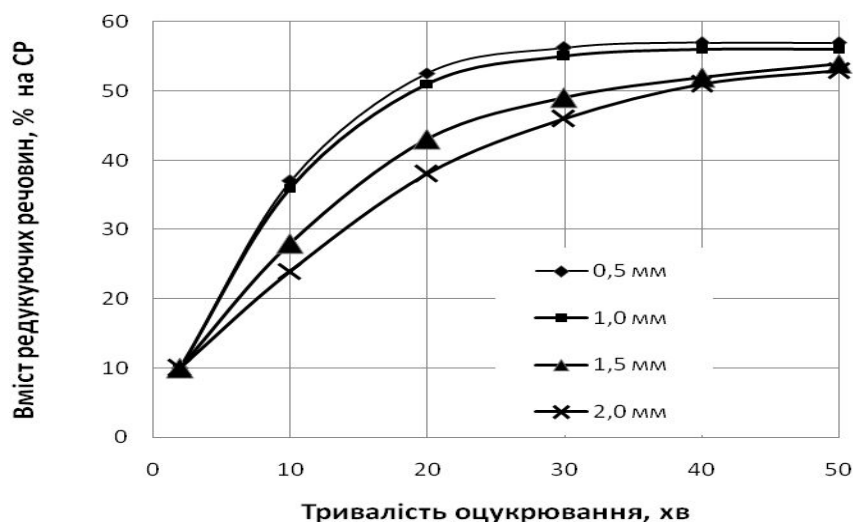


Рисунок 2 – Динаміка накопичення редукуючих речовин в суслі із тритікале з різною дисперсністю помелів

Досліджували тривалість оцукрювання заторів з різних зернових культур залежно від гідромодуля (рис. 3).

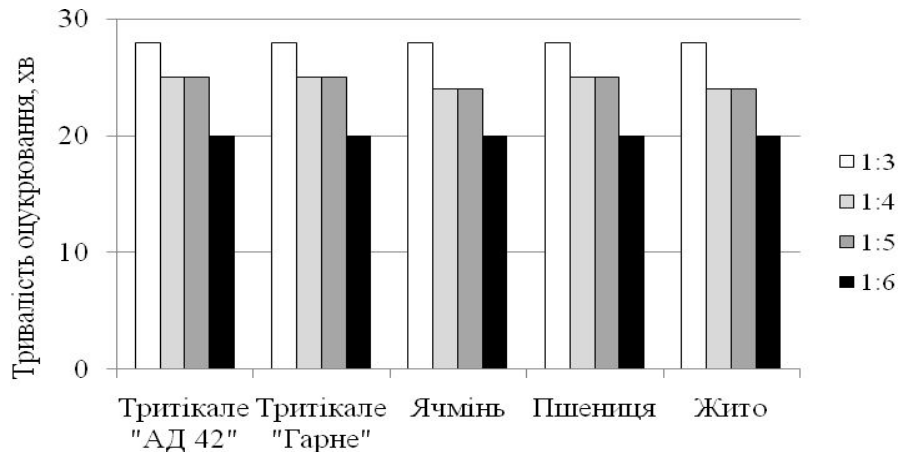


Рисунок 3 – Залежність тривалості оцукрювання заторів залежно від гідромодуля

Встановлено, що тривалість оцукрювання дослідних заторів із тритікале, ячменю, пшениці і жита практично однакова при гідромодулі 1:4...1:5. При гідромодулі 1:3 тривалість оцукрювання збільшується, а при 1:6 – зменшується на 7...10 хв. Таким чином, для приготування заторів обрано гідромодуль 1:4...1:5.

В табл. 2 наведено результати досліджень по визначенню раціональної кількості розріджуючих та оцукрюючих ферментних препаратів.

Таблиця 2 – Вибір раціональної кількості ферментних препаратів для приготування суслу із тритікале

Кількість ФП, од./г крохмалю		Вміст вуглеводів, г/100 см <sup>3</sup>	
Termamyl SC	San Super 240 L	Глюкоза	Мальтоза
0,05	5	0,94±0,01	0,68±0,02
0,15	6	2,30±0,05	1,00±0,02
0,25	5	4,10±0,10	2,00±0,04
0,35	5	5,10±0,10	2,30±0,04
0,65	6	7,50±0,10	3,10±0,06
1,00	6	7,58±0,10	3,12±0,06
1,50	5	7,60±0,10	3,15±0,06
2,00	5	7,60±0,10	3,15±0,06

Встановлено, що співвідношення та кількість розріджуючих та оцукрюючих ферментних препаратів суттєво впливає на кількісний склад простих вуглеводів. Так, при внесенні 0,05 од. на 1г крохмалю препарату Termamyl SC і 5 од. на 1г крохмалю препарату San Super 240 L вміст глюкози становив 0,94 г/100 см<sup>3</sup> і мальтози 0,68 г/100 см<sup>3</sup>, а при 2,00 од. на 1г крохмалю препарату Termamyl SC і 5,0 од. на 1г крохмалю препарату San Super їх вміст становив, відповідно, 7,60 та 3,15 г/100 см<sup>3</sup>. Раціональною кількістю ферментного препарату

Termamil SC визначено 0,35...0,65 од. на 1г крохмалю, а San Super 240 L – 5...6 од. на 1г крохмалю. При цьому вихід екстракту становив 80,4%.

Визначали, також, доцільність використання цитолітичних ферментних препаратів з метою визначення їх впливу на в'язкість затору (рис. 4).

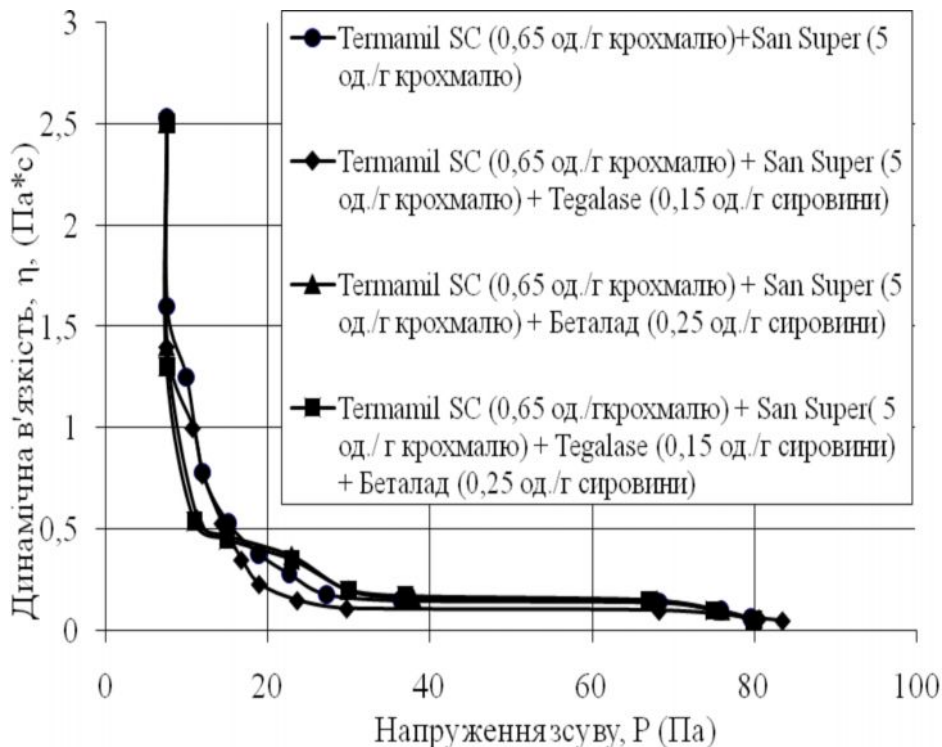


Рисунок 4 – Вплив ферментних препаратів на динамічну в'язкість затору із тритікале

Встановлено, що для досягнення необхідної в'язкості затору та сусла достатньо використовувати розріджуючі та оцукрюючі ферментні препарати (рис. 4). Додаткове внесення у затор цитолітичних ферментних препаратів дозволяє зменшити динамічну в'язкість затору на 4...16 % залежно від напруження зсуву.

Наступним етапом досліджень було встановлення впливу протеолітичного ферментного препарату Tegalase NP 100L на вміст амінного азоту в суслі із тритікале при температурі 50 °С (протеолітична пауза при приготуванні солодових екстрактів) та 60 °С (рекомендована температура виробником ферментного препарату). Як контроль використовували сусло із ячменю. Робочий розчин ферментного препарату вносили із розрахунку 0,25 од./г сировини.

Встановлено, що при використанні препарату Tegalase NP 100L для всіх зразків вміст амінного азоту в суслі збільшувався на 3...12 % залежно від температури. Тому для підвищення його вмісту можна використовувати протеолітичні ферментні препарати при 50 °С. Однак, амілолітичні ферментні препарати містять комплекс гідролітичних ферментів, в тому числі і протеолітичних, що забезпечує необхідний вміст амінного азоту в суслі (рис. 5).

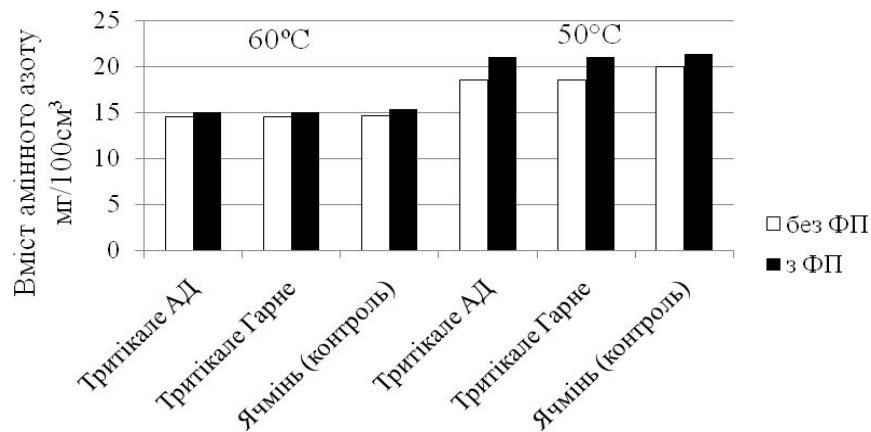


Рисунок 5 – Дослідження впливу ферментного препарату Tegalase NP 100L на вміст амінного азоту в суслі

Температурний режим приготування сусла із тритікале наведено на рис. 6 (для порівняння представлено режим приготування сусла для ячмінно-солодового екстракту).

Розроблений технологічний режим приготування сусла із тритікале у порівнянні з ячмінно-солодовим екстрактом є більш простим та дозволяє скоротити загальну тривалість процесу на 1 год. та зменшити загальні енерговитрати. Даний режим передбачає приготування замісу, внесення розріджуючих ферментних препаратів, нагрівання до температури 90...93 °С, витримку не менше 1 год., охолодження до температури 58...60 °С, внесення оцукрюючих ферментних препаратів, оцукрювання розрідженої маси.

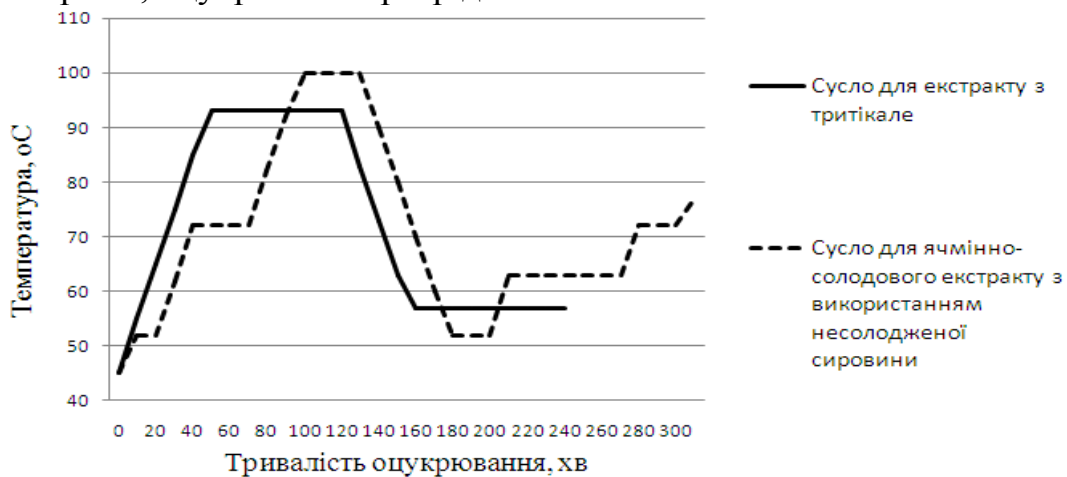


Рисунок 6 – Температурний режим приготування сусла із тритікале

Порівняльну характеристику вмісту біологічно активних речовин у зерновому екстракті із тритікале, ячмінно-солодовому та полісолодовому екстрактах наведено в табл. 3.

Встановлено, що екстракт із тритікале має високий вміст біологічно активних речовин, зокрема за вмістом вітамінів він переважає на 16...17 % ячмінно-солодовий екстракт, що можна пояснити як дією більш високих температур солодового сусла, так і особливостями технології зернових екстрактів.

**Таблиця 3** – Вміст вітамінів та вуглеводів в екстрактах

Назва	Зерновий екстракт із тритікале сорту «АД 42»	Зерновий екстракт із тритікале сорту «Гарне»	Ячмінно-солодовий екстракт	Полісолодовий екстракт (пшеничний, вівсяний та ячмінний солод)
Вітаміни, мкг/г				
Вітамін С	1,56	1,56	1,85	2,20
Тіамін (В <sub>1</sub> )	4,2	4,1	3,5	4,0
Рибофлавін (В <sub>2</sub> )	8,6	8,4	8,0	7,0
Пантотенова кислота (В <sub>3</sub> )	32,2	31,8	32,0	31,7
Піридоксин (В <sub>6</sub> )	7,0	6,9	6,2	6,2
Ніацин (РР)	289	283	375	375
Біотин (Н)	0,27	0,25	0,2	0,3
Вуглеводи, %				
Фруктоза	3,1	3,1	3,0	3,0
Глюкоза	14,1	13,9	18,0	20,0
Сахароза	1,3	1,3	0,6	1,0
Мальтоза	22,9	22,9	24,0	28,0

У четвертому розділі “Використання зернового екстракту із тритікале в технології пива” наведено порівняльну характеристику існуючих замінників солоду (вуглеводних сиропів) і зернового екстракту із тритікале. Технологія сиропів оснований на вилученні з крохмалевмісної сировини крохмалю з подальшою кислотною або ферментативною обробкою до необхідного ступеню гідролізу. Такий продукт замінює лише вуглеводну складову пивного сусла.

Порівняльна характеристика фізико-хімічних показників та білкового складу сусла із зерна тритікале і ячмінного солоду наведені в табл. 4, 5.

**Таблиця 4** – Фізико-хімічні показники сусла із зерна тритікале та ячмінного солоду

Показник	Сусло з ячмінного солоду	Сусло із зерна тритікале сорту «Гарне»	Сусло із зерна тритікале сорту «АД 42»
1	2	3	4
Масова частка екстрактивних речовин, %	11,0	11,0	11,0
Колірність, см <sup>3</sup> р-ну йоду конц. 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусла	0,9	0,4	0,45

Продовження табл. 4

1	2	3	4
Кислотність, см <sup>3</sup> р-ну гідроксиду натрію конц. 1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> сусле	1,7	1,5	1,5
рН	5,0	5,0	5,0
Вміст амінного азоту, мг в 100 см <sup>3</sup> сусле	16,2	14,5	14,5
Вміст мальтози, мг в 100 см <sup>3</sup> сусле	6,2	5,0	5,0
Кінцевий ступінь зброджування, %	75,0	71,8	71,8

**Таблиця 5** – Білковий склад зернового екстракту з тритікале та солодових екстрактів за методом Лундіна

Зразок*	Загальний розчинний азот, мг/100 г продукту	Білкові фракції за Лундінім					
		високомолекулярні		середньомолекулярні		низькомолекулярні	
		мг/100 г продукту	% від загального розчинного азоту	мг/100 г продукту	% від загального розчинного азоту	мг/100 г продукту	% від загального розчинного азоту
1	877	275	46,4	195	22,2	406	31,4
2	855	270	45,8	196	21,9	400	31,2
3	669	208	31,1	129	19,3	332	49,6
4	834	391	47,5	157	18,9	280	33,6

Примітка\*: 1 – зерновий екстракт із тритікале сорту «Гарне»; 2 – зерновий екстракт із тритікале сорту «АД 42»; 3 – ячмінно-солодовий екстракт; 4 – полісолодовий екстракт;

З табл. 5 видно, що в ячмінно-солодовому екстракті переважають низькомолекулярні білкові речовини – близько 50%, на частку високомолекулярних припадає 31%. Все ж за рахунок більш високого вмісту загальних розчинних білкових речовин полісолодовий та зерновий екстракт із тритікале за сумою середньо- і низькомолекулярних фракцій переважають ячмінно-солодовий.

За результатами проведених досліджень (табл. 5) встановлено, що пофракційний розподіл білка за Лундінім у зернових екстрактах із тритікале, порівняно з ячмінно-солодовим і полісолодовим екстрактами, відрізняється несуттєво.

Отже, одержані результати з дослідження білкового складу зернових ек-

трактів з тритікале свідчать про прийнятність їх використання як заміника солоду в пивоварінні.

Як відомо, на сьогоднішній день при виробництві деяких сортів пива як заміники солоду використовують мальтозні та глюкозо-фруктозні сиропи. Тому представляє науковий і практичний інтерес встановлення фізико-хімічних показників збродженого суслу при використанні різних заміників солоду.

Всі зразки суслу готували до концентрації сухих речовин 11%, чисту культуру дріжджів раси *Saccharomyces cerevisiae* P-96 вносили з розрахунку їх початкової концентрації 0,7 млн. у 1 см<sup>3</sup> суслу. Сусло зброджували при температурі 13...14°C протягом 7 діб. Як контроль використовували солодове сусло. Результати проведених досліджень наведені в табл. 6.

**Таблиця 6** – Фізико-хімічні показники збродженого суслу

Показники	№ зразка*											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вміст редукуючих цукрів, % на екстрактивні речовини	9,5	9,8	9,9	9,7	9,8	9,6	9,6	8,3	9,1	9,0	8,9	8,7
Вміст амінного азоту, мг в 100 см <sup>3</sup>	18,2	15,2	14,9	16,1	14,9	14,7	14,7	14,5	17,4	17,2	16,9	16,8
Кислотність, см <sup>3</sup> р-ну NaOH конц. моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup>	2,8	2,8	2,9	2,8	2,9	2,9	2,9	3,4	3,0	3,1	3,2	3,2
Колірність, см <sup>3</sup> р-ну I <sub>2</sub> конц. 0,1 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup>	1,50	1,45	1,43	1,44	1,42	1,44	1,42	1,00	1,30	1,34	1,38	1,40
Вміст спирту, % об.	4,3	4,4	4,5	4,4	4,5	4,5	4,6	3,5	4,1	4,0	3,9	3,8
Видимий екстракт, %	3,1	3,0	2,9	3,0	2,9	2,9	2,8	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0
Кінцевий ступінь збродження, %	71,8	72,7	73,6	72,7	73,6	73,6	74,5	70,9	71,8	71,8	72,7	72,7

Примітка\*: 1–солодове сусло (контроль); 2 – 20 % заміна солоду патокою мальтозною ІМ-70; 3 – 25 % заміна солоду патокою мальтозною ІМ-70; 4–20 % заміна солоду патокою мальтозною ІМ-55; 5 – 25 % заміна солоду патокою мальтозною ІМ-55; 6 – 20 % заміна солоду сиропом ГФС – 42; 7 – 25 % заміна солоду сиропом ГФС – 42; 8 – зерновий екстракт з тритікале; 9 – 20 % заміна со-

лоду ЗЕ з тритікале; 10 – 25 % заміна солоду ЗЕ з тритікале; 11 – 30% заміна солоду ЗЕ з тритікале; 12 – 35 % заміна солоду ЗЕ з тритікале.

Встановлено, що за основними показниками (вміст спирту, кінцевий ступінь зброджування, видимий екстракт, кислотність, колірність) дослідні зразки 9 та 10 (відповідно 20 % та 25 % заміна солоду на зерновий екстракт із тритікале), як і зразки 2...7 (заміна солоду на вуглеводні сиропи) відповідали збродженному солодовому суслу (контролю). Більша заміна солоду на зерновий екстракт не мала суттєвих переваг перед мальтозною патокою та глюкозо-фруктозним сиропом та призводила до відхилення більшості показників від контролю.

У п'ятому розділі “Використання зернового екстракту із тритікале в технології хлібного квасу” наведено порівняльну характеристику показників концентрату квасного суслу та хлібного квасу при внесенні зернового екстракту із тритікале.

Для дослідження процесу бродіння готували квасне сусло із вмістом зернового екстракту із тритікале від 10 % до 50 %. У сусло вносили комбіновану закваску чистих культур дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* P-87 та молочнокислих бактерій *Enterococcus faecium* К-77Д і *Lactobacillus plantarum* АН 11/16 з розрахунку 4 % від його об'єму. Сусло зброджували при температурі 30 °С.

На рис. 7, 8 представлена залежність зміни вмісту сухих речовин та титрованої кислотності від тривалості бродіння.

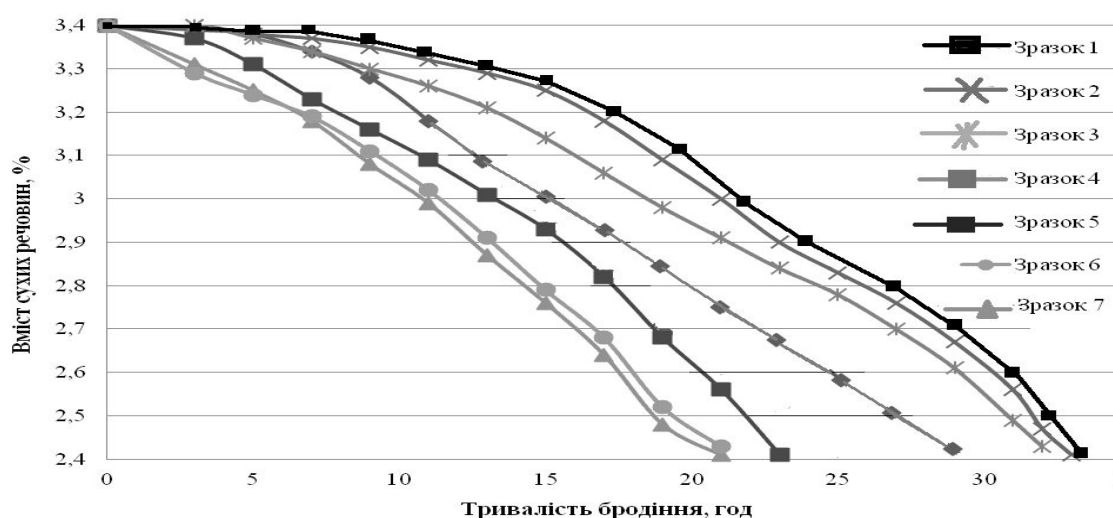
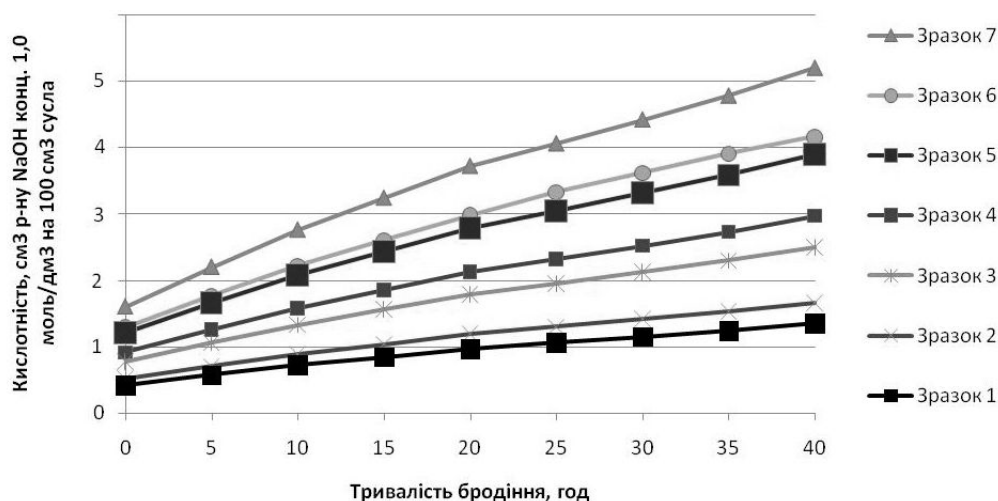


Рисунок 7 – Динаміка вмісту сухих речовин при зброджуванні квасного суслу

Примітка: Зразок 1 – квасне сусло без використання зернового екстракту; зразки 2...6 – відповідно 10%, 20%, 30%, 40%, 50% заміна концентрату квасного суслу на зерновий екстракт із тритікале; зразок 7 – сусло із зернового екстракту із тритікале.

На підставі експериментальних даних отримано математичні моделі, які мають допустимі середні відносні похибки і описують залежність зменшення вмісту сухих речовин квасного суслу від тривалості процесу бродіння при замі-

ні концентрату квасного суслу на зерновий екстракт із тритікале.



Рисуюнок 8 – Динаміка титрованої кислотності при зброджуванні квасного суслу (зразки згідно рис.7)

Як видно із рис. 8, збільшення частки зернового екстракту суттєво інтенсифікувало зростання кислотності. Найбільш інтенсивно процес відбувався при повній заміні концентрату квасного суслу на зерновий екстракт із тритікале.

Таким чином, найбільш інтенсивно спиртове та молочнокисле бродіння відбувається при повній заміні концентрату квасного суслу на зерновий екстракт із тритікале. Однак, готовий напій не мав властивого для хлібного квасу аромату житнього хліба.

Встановлена доцільність 30...40 % -ної заміни концентрату квасного суслу на зерновий екстракт із тритікале, що дозволяє при збереженні характерних для хлібного квасу органолептичних властивостей інтенсифікувати процес бродіння.

**У шостому розділі** “Розроблення технологічної схеми виробництва зернового екстракту із тритікале та його використання в технології пива та хлібного квасу” наведено принципові технологічні та апаратурно-технологічні схеми приготування зернового екстракту із тритікале, а також приготування пива та хлібного квасу з його використанням.

Розроблена апаратурно-технологічна схема запропонованої технології зернового екстракту із тритікале наведена на рис. 9.

За результатами проведених досліджень розроблено ТУ У 02070938117:2011 “Зерновий екстракт з тритікале” та ТІ 02070938117:2011, а також рецептуру на хлібний квас “Зерновий” РЦ 46.02070938126:2012.

Для випуску дослідно-промислової партії зернового екстракту із тритікале проведено виробничі випробування, які підтвердили високу ефективність розробленої технології.

Дослідну партію зернового екстракту із тритікале (15 т) за запропонованою технологією вироблено на підприємстві ТОВ “ПРОДСЕРВІС-ІР” (с. Михайлівка-Рубежівка).

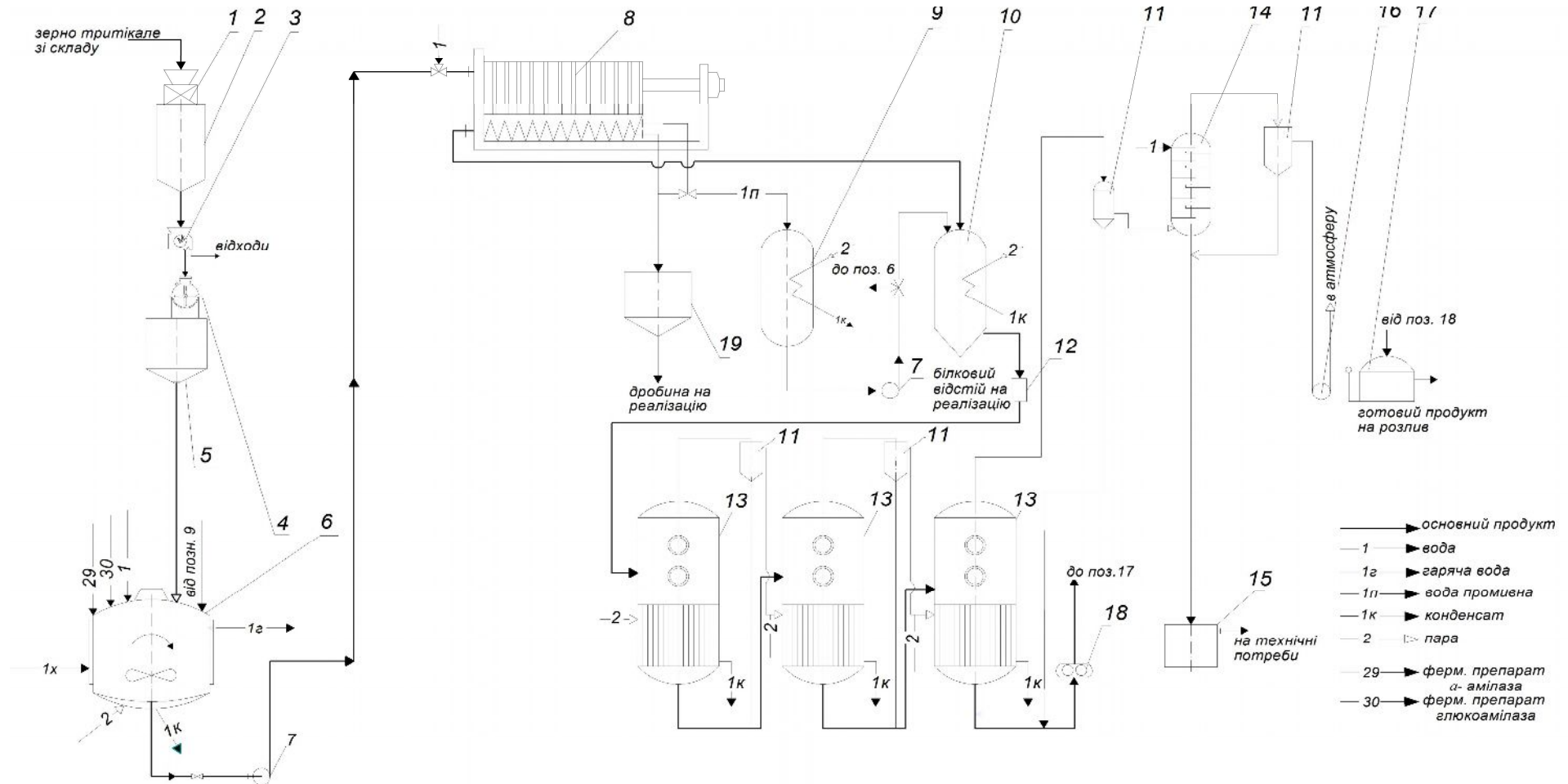


Рисунок 9 – Апаратурно-технологічна схема виробництва зернового екстракту із тритікале: 1 – автоматичні ваги; 2 – бункер; 3 – магнітний сепаратор; 4 – молоткова дробарка; 5 – бункер для подрібненого зерна тритікале; 6 – заторний апарат; 7 – насос; 8 – фільтр-прес; 9 – збірник промивної води; 10 – збірник сусла; 11 – вловлювач; 12 – ротаметр; 13 – випарний апарат; 14 – барометричний конденсатор; 15 – збірник барометричної води; 16 – вакуум-насос; 17 – ваги; 18 – шестеренчастий насос; 19 – бункер для дробини

В лабораторії підприємства проведені порівняльні дослідження визначення показників напівпродуктів на всіх технологічних стадіях виробництва зернового екстракту із тритікале, а також фізико-хімічних та органолептичних показників готової продукції.

## ВИСНОВКИ

На основі аналізу та узагальнення теоретичних даних, результатів досліджень в лабораторних і виробничих умовах розроблено технологію зернового екстракту із тритікале та запропоновано його використання в пивобезалкогольній галузі харчової промисловості.

1. На основі теоретичних та експериментальних досліджень встановлена доцільність використання зерна тритікале сортів «Гарне» та «АД 42» для приготування зернового екстракту.

2. Встановлено раціональну дисперсність помелу зерна тритікале для приготування сусла (95...100 % -ний прохід крізь сито з діаметром отворів 1 мм) та гідромодуль (1:4...1:5).

3. Підібрано раціональну концентрацію амілолітичних ферментних препаратів для забезпечення процесів: розріджування – 0,35...0,65 од. на 1 г крохмалю, оцукрювання – 5...6 од. на 1г крохмалю.

4. Розроблено технологічний режим приготування сусла, що передбачає подрібнення зерна, змішування помелу з водою, внесення розріджуючих ферментних препаратів, нагрівання до температури 90...93°C, витримку не менше 1 год., охолодження до температури 58...60°C, внесення оцукрюючих ферментних препаратів, оцукрювання розрідженої маси.

5. Визначено фізико-хімічні та органолептичні показники зернового екстракту із тритікале. Проведено порівняльні дослідження вмісту біологічно активних речовин в зерновому екстракті із тритікале та солодових екстрактах. Встановлено, що розроблений екстракт має високий вміст біологічно активних речовин.

6. Встановлено доцільність заміни до 20...25% солоду зерновим екстрактом із тритікале при приготуванні пивного сусла, що зберігає нормативні показники пива.

7. Встановлено доцільність заміни в квасному суслі 30...40% концентрату квасного сусла на зерновий екстракт із тритікале, що дозволяє скоротити процес бродіння на 30% та отримати квас з нормативними фізико-хімічними та високими органолептичними показниками.

8. Розроблена технологія апробована у виробничих умовах. Очікуваний економічний ефект від виробництва становить 847 грн. на 1 т готового продукту.

9. Розрахунковий додатковий прибуток при заміні 25% солоду при виробництві пива і 35 % концентрату квасного сусла при виробництві квасу на зерновий екстракт із тритікале складає відповідно 5693 та 594 грн. на 1000 дал напоїв.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бойко М.І. Зернові екстракти в пивоварінні / М.І. Бойко, Ю.Г. Мура, В.Л. Прибильський // Харчова і переробна промисловість. – 2009. – № 6. – С. 22-25.
2. Бойко М.І. Розроблення технологічних режимів і визначення оптимальних параметрів приготування екстракту із зерна тритікале / М.І. Бойко, В.Л. Прибильський, М.В. Бондар // Хранение и переработка зерна. – 2011. – № 5. – С. 45-47.
3. Бойко М.І. Дослідження та удосконалення технології зернових екстрактів з тритікале / М.І. Бойко, В.Л. Прибильський // Харчова промисловість. – 2011. – № 10-11. – С. 19-22.
4. Бойко М.І. Дослідження білкового складу зернових екстрактів з тритікале / М.І. Бойко, В.Л. Прибильський // Наукові праці ОНАХТ. – 2011. – № 40. – С. 47-50.
5. Бойко М.І. Приготування хлібного квасу із зернового екстракту тритікале / Бойко М.І., Прибильський В.Л., Бондар М.В. // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. – 2011. – № 33. – С. 7-10.
6. Бойко М. І. Дослідження динаміки кислотності у процесі бродіння квасного сусла з різних екстрактів і концентратів та аналіз показників готового квасу / Бойко М.І. Прибильський В.Л. // Наукові праці ОНАХТ. – 2012. – № 42. Том 2. – С. 338-341.
7. Бойко М.І. Дослідження впливу ферментних препаратів на вуглеводний склад сусла з тритікале / В.Л. Прибильський, М.І. Бойко, І. М. Бабич // Харчова наука і технологія ОНАХТ. – 2012. – № 3. – С. 40-41.
8. Математична модель вмісту сухих речовин при зброджуванні квасного сусла залежно від використання різних видів зернової сировини / М.І. Бойко, В.Л. Прибильський, М.В. Бондар, О.Л. Сєдих, С.В. Маковецька // Хранение и переработка зерна. – 2012. – № 12(162) – С. 66-68.
9. Бойко М.І. Использование протеолитических ферментных препаратов при производстве зернового экстракта из тритикале / В.Л. Прибильський, М.І. Бойко, Н.В. Бондарь // М.: Пиво и напитки. – 2013. – № 3. – С. 22-23.
10. Пат. № 59360 Україна; МПК А 23 L 1/052. Спосіб виготовлення зернового екстракту / В.Л. Прибильський, М.І. Бойко; заявник та патенто-власник Національний університет харчових технологій. - u 2010 13169; заявл. 05.11.2010; опубл. 10.05.2011, Бюл. № 9.
11. Пат. № 80290 Україна; МПК А 23 L1/052 (2006.01). Спосіб приготування пивного сусла із зернового екстракту тритікале / В.Л. Прибильський, М.І. Бойко, М.В. Бондар, Т.О. Мудрак; заявник та патенто-власник Національний університет харчових технологій. – u 2012 12517; заявл. 02.11.2012; опубл. 27.05.2013, Бюл. № 10.
12. Бойко М.І. Удосконалення технології крохмальної патоки-екстракту з тритікале / Т.С. Мікоян, М.І. Бойко, В.Л. Прибильський // Матеріали 74-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”. 21-22 квітня 2008 р. – К.: НУХТ. – 2008. – С. 185-186.

13. Бойко М.І. Удосконалення технології зернового екстракту з тритікале для використання в пивоварінні: матеріали наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів / Ю.Г. Мура, М.І. Бойко, В.Л. Прибильський // Матеріали 75-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. 13-14 квітня 2009 р – К.: НУХТ. – 2009. – С.196.

14. Бойко М.І. Дослідження та удосконалення технології зернових екстрактів з тритікале / М.І. Бойко // Матеріали 77-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. 11-12 квітня 2011 р. – К.: НУХТ. – 2011. – С. 126-127.

15. Бойко М.І. Удосконалення технології квасу із використанням зернового екстракту тритікале / М.І. Бойко // Матеріали 78-ї наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. 2-3 квітня – К.: НУХТ. – 2012. – С. 182-184.

16. Boiko M. Innovative technologies of fermented non-alcoholik and low-alcoholik beverages / V. Prybylskii, M. Boiko, I. Dovgun // The Second North and Aest European Congress on Food. Book of abstracts. May 26-29, 2013. – NUFT, Kyiv, Ukraine. – P. 245.

Особистий внесок: участь у підборі і теоретичному аналізі літературних та патентних джерел [1-6, 10-16], обробленні та узагальненні результатів, підготовці та оформленні матеріалів до публікації [1-16].

Основні результати дисертації повністю відображені в наведених публікаціях.

## АНОТАЦІЯ

**Бойко М. І. Технологія зернового екстракту із тритікале. – 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 Міністерства освіти і науки України, Київ, 2014.

Дисертаційна робота присвячена науковому обґрунтуванню та розробленню технології зернового екстракту із тритікале. Розроблена технологія теоретично обґрунтована та експериментально підтверджена.

На основі проведених досліджень підібрано раціональні параметри та режими приготування зернового екстракту із тритікале, визначено фізико-хімічні та органолептичні показники готового продукту, досліджено вміст біологічно активних речовин.

Доведено доцільність використання зернового екстракту із тритікале у виробництві пива та хлібного квасу.

Розроблено принципову та апаратурно-технологічну схеми приготування зернового екстракту із тритікале, необхідну нормативну документацію.

Визначено соціально-економічну ефективність виробництва зернового ек-

стракту із тритікале, розраховано очікуваний економічний ефект. Доведена економічна ефективність використання зернового екстракту із тритікале в технології пива та хлібного квасу.

**Ключові слова:** тритікале, сусло, зерновий екстракт, пиво, хлібний квас.

## АННОТАЦІЯ

**Бойко М. І. Технологія зернового екстракта із тритікале.–На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2014.

Диссертационная работа посвящена научному обоснованию и разработке технологии зернового экстракта из тритикале. Разработанная технология теоретически обоснована и экспериментально подтверждена.

На основе проведенных исследований подобраны рациональные параметры и режимы, определены физико-химические и органолептические показатели готового продукта, исследовано содержание биологически активных веществ.

Среди различных видов злаковых культур для Украины одной из самых перспективных является тритикале. Технологии зерновых экстрактов в последние годы получили довольно широкое распространение, однако в Украине это направление научных исследований пока мало развито. Особенности химического состава зерна тритикале и их влияние на процессы гидролиза крахмала недостаточно изучены. Это обуславливает целесообразность проведения комплексных исследований для разработки новых технологий зерновых экстрактов с его использованием. Возможность существенного снижения себестоимости зернового экстракта из тритикале позволяет добиться высокой эффективности его применения в различных отраслях, в частности, в технологии пива и кваса. Определена оптимальная дисперсность помола зерна тритикале для приготовления сусла, которая составляет 95 ... 100 %-ный проход помола сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм. Установлено, что для приготовления затора оптимальным соотношением помола зерна тритикале и воды является 1:4...1:5. Подобрано оптимальное количество амилолитических ферментных препаратов для обеспечения процесса: разжижения – 0,35 ... 0,65 ед./г крахмала, осахаривания – 5...6 ед./г крахмала. В результате проведенных исследований возможности использования цитолитических ферментных препаратов на реологические свойства затора из тритикале установлено, что достаточным является использование только разжижающих и осахаривающих амилолитических ферментных препаратов, что обеспечивает необходимую вязкость затора и высокий выход готового продукта. Установлено, что использование протеолитических ферментных препаратов в технологии зернового экстракта из тритикале не влечет существенного увеличения содержания аминного азота в готовом продукте и их использование нецелесообразно. Установлено органолептические и физико-

химические показатели зернового экстракта из тритикале, также проведены исследования содержания биологически активных веществ в зерновом экстракте из тритикале и солодовых экстрактах. Доказано, что разработанный экстракт имеет высокое содержание биологически активных веществ. В отличие от углеводных сиропов, зерновой экстракт из тритикале имеет не только более полноценный углеводный состав, но и по основным составляющим соответствует пивному суслу, что обуславливает возможность его использования в пивоварении. Установлено, что по фракционному распределению белка по Лундину в зерновом экстракте из тритикале преобладает низкомолекулярная фракция, что отвечает требованиям технологии пивоварения. При исследовании физико-химических показателей пивного суслу из ячменного солода и зерна тритикале, а также показателей сброженного суслу при использовании углеводных сиропов установлено преимущество использования зернового экстракта из тритикале как заменителя ячменного солода при приготовлении пивного суслу (до 20...25%). Замена более 30...35% солода приводит к значительному отклонению большинства показателей сброженного суслу от контроля.

Установлена возможность частичной замены концентрата квасного суслу на зерновой экстракт из тритикале с сохранением показателей качества концентрата квасного суслу. Установлено, что с увеличением доли зернового экстракта в концентрате квасного суслу на каждые 10% увеличивается содержание редуцирующих веществ в среднем на 8,3 %, а также на 0,3...3,5 % аминного азота и несколько уменьшается его кислотность. Исследована динамика сбраживания суслу (снижение содержания сухих веществ и рост кислотности). Установлено, что с увеличением доли зернового экстракта из тритикале в квасном сусле значительно интенсифицируется процесс брожения. Установлена целесообразность замены в квасном сусле 30...40% концентрата квасного суслу на зерновой экстракт из тритикале. Это позволяет сократить процесс брожения на 30 % и получить квас с нормативными физико-химическими и высокими органолептическими показателями.

Определена социально-экономическая эффективность производства зернового экстракта из тритикале, рассчитан ожидаемый экономический эффект. Доказана экономическая эффективность использования зернового экстракта из тритикале в технологии пива и хлебного кваса.

**Ключевые слова:** тритикале, зерновой экстракт, пиво, хлебный квас.

## ANNOTATION

### **Boiko M. I. Technology of corn extract from triticale is Manuscript.**

Dissertation on the receipt of scientific degree of candidate of engineering sciences after speciality 05.18.05 is technology of sacchariferous matters and products of fermentation. it is the National university of food technologies of Department of education and science of Ukraine, Kiev, 2014.

Dissertation work is devoted a scientific ground and perfection of technology of corn extract from tritikale. The improved technology in theory is grounded and

experimentally confirmed. On the basis of the conducted researches

On the basis of the conducted researches optimum parameters and modes are neat, certainly physical and chemical and organolepticheskie indexes of the prepared product, content of bioactive matters is investigational.

Expedience of the use of corn extract is well-proven from tritikale in the production of beer and panary kvass.

Developed of principle and apparatus technological charts of preparation of corn extract from tritikale, necessary normative document.

Certainly socio-economic efficiency of production of corn extract from tritikale, the expected economic effect is expected.

**Key words:** tritikale, extract from tritikale, beer, panary kvass.