

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

ДУЛЬКА ОЛЬГА СТЕПАНІВНА

УДК 663.6, 628.16.081.32, 628.16.162.1



**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБНОГО КВАСУ
З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДГОТОВЛЕНОЇ ВОДИ ТА НОВОГО ШТАМУ
ДРІЖДЖІВ**

05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Прибильський Віталій Леонідович,
Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки України, професор кафедри
біотехнології продуктів бродіння і виноробства

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Левандовський Леонід Вікторович,
Київський національний торговельно-економічний
університет Міністерства освіти і науки України,
професор кафедри технології і організації ресторанного
господарства

кандидат технічних наук, старший науковий
співробітник

Маринченко Лоліта Вікторівна,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського» Міністерства освіти і науки України,
доцент кафедри біоінформатики факультету біотехнології
і біотехніки

Захист дисертації відбудеться **4 грудня 2019 року** о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 у Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, ауд. А– 311.

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

Автореферат розісланий 30 жовтня 2019 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради, к.т.н.



М.В. Карпутіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Розвиток харчової промисловості передбачає впровадження технологій, які інтенсифікують виробничий процес, забезпечують випуск продукції високої якості з оздоровчими властивостями. Асортимент безалкогольних напоїв України представлений різними групами, серед яких хлібний квас займає важливе місце.

Технологія хлібного квасу передбачає використання як основної сировини концентрату квасного суслу (ККС), цукру та питної води. Для зброджування суслу використовують закваску чистих культур дріжджів і молочнокислих бактерій або тільки дріжджі.

Розробленню і удосконаленню технології хлібного квасу та інших безалкогольних ферментованих напоїв значну увагу приділено у наукових працях вітчизняних та закордонних вчених: Ємельянової Н.О., Кошової В.М., Ісаєвої В.С., Прибильського В.Л., Цед О.О. Більшість праць присвячено розширенню асортименту, виділенню та підбору культур мікроорганізмів, використанню більш ефективного обладнання.

Визначальним в технології хлібного квасу є фізіологічні властивості дріжджів та якість технологічної води. Нормативна документація на виробництво хлібного квасу не передбачає додаткову підготовку води для приготування квасного суслу. Однак її хімічний склад суттєво впливає на процес бродіння та органолептичні показники готового продукту.

Як збудники спиртового бродіння на підприємствах України використовують чисту культуру дріжджів раси Р-87, що виділена ще у 80-х роках минулого сторіччя або пивні чи сухі хлібопекарські дріжджі, які не адаптовані до умов виробництва квасу.

Перспективним для використання у водопідготовці є застосування природних мінералів, зокрема клиноптилоліту і гірського кришталю, а також активного вугілля. Їх фільтрувальні та адсорбційні властивості, доступність на ринку складають передумови використання у технології хлібного квасу.

Тому актуальним є проведення наукових досліджень, які передбачають виділення нових рас дріжджів для зброджування квасного суслу та розробку ефективного способу підготовки води для виробництва хлібного квасу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано в Національному університеті харчових технологій за держбюджетними науково-дослідними роботами: «Розроблення теоретичних основ ресурсо-, енергозберігаючих та безвідходних технологій харчового та технічного спирту, солоду, пива, вина, безалкогольних напоїв, концентратів та екстрактів оздоровчої дії» (№ 0113U007689) та «Розроблення інноваційних ресурсо- та енергозберігаючих технологій продуктів бродіння та біоетанолу з рослинної сировини» (№ 0116U008077).

Автор брала участь у теоретичних і експериментальних дослідженнях, опрацюванні та узагальненні отриманих результатів, розробленні нормативної документації.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи було удосконалення тех-

нології хлібного квасу з використанням нового штаму дріжджів та природних мінералів і активного вугілля у підготовці води.

Для досягнення мети було поставлено такі завдання:

- підібрати та обґрунтувати використання природних мінералів та активного вугілля на стадії підготовки води;
- розробити спосіб водопідготовки із застосуванням клиноптилоліту, гірського кристалю та активного вугілля, визначити їх вплив на якісні показники води;
- виділити та дослідити ефективний штам квасних дріжджів для збродження сусла;
- визначити вплив водопідготовки за допомогою природних мінералів та активного вугілля на процеси культивування та збродження сусла різними расами дріжджів;
- визначити вплив мінерального складу води на вміст біологічно активних речовин у початковому і зброженому суслі та органолептичні показники квасу;
- встановити оптимальні технологічні параметри та удосконалити технологію хлібного квасу;
- розробити нормативну документацію виробництва хлібного квасу із застосуванням підготовленої води та нового штаму дріжджів;
- провести промислову апробацію удосконаленої технології;
- визначити соціально-економічну ефективність виробництва хлібного квасу за удосконаленою технологією.

Об'єкт досліджень – технологія хлібного квасу.

Предмет досліджень – технологічна вода, природні мінерали, активне вугілля, квасне сусло, чисті культури дріжджів, хлібний квас.

Методи досліджень – стандартизовані та спеціальні фізико-хімічні, хроматографічні, аналітичні, органолептичні, експериментально-статистичні методи аналізу сировини, матеріалів, сусла та хлібного квасу.

Наукова новизна роботи. Науково обґрунтовано технологію хлібного квасу з використанням селекціонованої термотолерантної раси квасних дріжджів та води, підготовленої із застосуванням клиноптилоліту, активного вугілля та гірського кристалю.

Виділено новий термотолерантний штам квасних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* МП-10, визначено його культурально-морфологічні та фізіолого-біохімічні властивості.

Оброблення води у послідовності клиноптилоліт, активне вугілля, гірський кристаль забезпечує зменшення в середньому: жорсткості на 80 %, перманганатної окислюваності у 3,6 рази, залишковий хлор і залізо видаляються повністю, покращуються органолептичні показники води.

Встановлено, що розроблений спосіб підготовки води забезпечує збільшення вмісту дріжджів в культуральній рідині до 13 %, скорочує процес збродження квасного сусла на 12...15 % та покращення органолептичних показників готового продукту.

Встановлено, що запропонований спосіб підготовки води забезпечує збільшення вмісту біологічно активних речовин в хлібному квасі.

Практичне значення одержаних результатів. На основі результатів теоретичних та експериментальних досліджень розроблено спосіб підготовки води для виробництва хлібного квасу із використанням клиноптилоліту, активного вугілля та гірського кришталю (патент України на винахід № 116963). Підготовлена вода сприяє інтенсифікації процесу бродіння, покращенню органолептичних властивостей технологічної води та готового продукту.

Для виробництва квасу запропоновано новий штам дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* МП-10 (патент України на корисну модель № 134310). Доведено його здатність інтенсифікувати технологічний процес та покращити органолептичні показники готового продукту.

Встановлено технологічні параметри та розроблено технологічну схему виробництва хлібного квасу за удосконаленою технологією.

Розроблено та затверджено нормативну документацію на виробництво хлібного квасу «Високий замок». Проведено виробничі випробування удосконаленої технології. Вироблено дослідно-промислову партію хлібного квасу 500 дал на ТОВ «Перша приватна броварня «Для людей – як для себе!».

Визначено соціально-економічну ефективність виробництва хлібного квасу за удосконаленою технологією. Економічний ефект обумовлений скороченням тривалості бродіння та зниженням собівартості готової продукції. Прибуток збільшується на 6,09 грн/дал при рентабельності 16,4 %. Соціальне значення роботи полягає у підвищенні біологічної цінності хлібного квасу та покращенні органолептичних показників.

Результати досліджень впроваджено у навчальний процес підготовки здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» та «магістр» зі спеціальності 181 «Харчові технології».

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі сучасного стану проблеми, загальній постановці завдань, розробленні методики, проведенні досліджень в лабораторних та промислових умовах, узагальненні результатів, створенні математичних моделей, підготовці та оформленні наукових публікацій. Автор безпосередньо брала участь в експериментальних дослідженнях, опрацюванні та узагальненні отриманих результатів та розробленні нормативної документації.

Експериментальну частину роботи виконано в науково-дослідних лабораторіях Національного університету харчових технологій (кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства, кафедра технології цукру і підготовки води), Українського науково-дослідного інституту спирту і біотехнології продовольчих продуктів, Інституту продовольчих ресурсів НААНУ, Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С.З. Гжицького.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень доповідались і обговорювались на: 81, 83, 84, 85-ій Міжнародній науковій

конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті» (Київ, 2015-2019 рр.); I-й та II-й Міжнародних науково-технічних конференціях «Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технології водопідготовки» (Київ, 2015, 2018 рр.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Вода в харчовій промисловості» (Одеса, 2015 р.); V-й Міжнародній науково-технічній конференції «Новое в технологии и технике функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений» (Воронеж, 2015 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Новітні тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів» (Львів, 2016 р.); 8th Central European Congress on Food 2016 – Food Science for Well-being (Київ, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції» (Київ, 2018 р.); VIII-й Міжнародній науково-практичній конференції вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства» (Київ, 2019 р.); Науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Інновації та закономірності розвитку харчових технологій: теоретичні та прикладні аспекти» (Київ, 2019 р.).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 24 наукові праці, зокрема п'ять статей у наукових фахових виданнях та одна у закордонному, три з них включено до наукометричної бази Web of Science. Опубліковано 15 тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій. Отримано один патент України на винахід та два патенти на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота містить анотацію, зміст, вступ, шість розділів, висновки, список використаної літератури, додатки. Робота викладена на 140 сторінках друкованого тексту, у тому числі містила 37 таблиць і 42 рисунки. Список літературних джерел включає 238 найменувань, із них 63 іноземних.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, наведено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено дані щодо їх апробації, а також відомості про особистий внесок здобувача в проведених дослідженнях і у підготовці публікацій за темою дисертаційної роботи.

У **першому розділі «Характеристика сучасного стану технології безалкогольних ферментованих напоїв та сировини для їх виробництва»** наведено результати аналітичного огляду стану та тенденцій розвитку ринку напоїв, визначено структуру споживання безалкогольних ферментованих напоїв, зокрема хлібного квасу. Наведено технологічні особливості виробництва хлібного квасу, зокрема впливу показників води. Визначено способи, обладнання, технології підготовки во-

ди для виробництва безалкогольних напоїв, а також перспективи використання природних мінералів та активного вугілля як ефективних матеріалів у водопідготовці.

У другому розділі «Об'єкти, методи та методика досліджень» наведено характеристику об'єктів і методів досліджень, викладено загальну методику. Технологічні показники визначали загальноприйнятими методами. Амінокислотний склад сусла та квасу визначали методом іонообмінної хроматографії на одноколонній установці Biotronik Amino Acid Analyzer LC2000. Органічні кислоти – методом капілярного електрофорезу з використанням системи «КАПЕЛЬ-105/105М» при довжині хвилі 190 нм. Вміст летких продуктів бродіння – на хроматографі Кристал-2000М. Експериментальні дані обробляли за допомогою експериментально-статистичного моделювання у програмах Mathcad Professional, Statistica, Excel.

У третьому розділі «Дослідження застосування сорбційних матеріалів для підготовки води у технології хлібного квасу» наведено результати теоретичних і експериментальних досліджень із розробки способу підготовки води. У дослідженнях використовували клиноптилоліт Сокирницького родовища гранулометричного складу від 3,0 до 5,0 мм з насипною густиною 246 г/дм³, кокосове вугілля Silcarbon K835 та гірський криштал з розміром частинок від 1,0 до 3,0 та від 0,5 до 1,5 мм та насипною густиною 450 та 1350 г/дм³, відповідно.

У розділі наведено характеристику розробленого способу підготовки води, що передбачає послідовне оброблення води клиноптилолітом, активним вугіллям та гірським кришталем із швидкістю 10 м/год. Перша стадія передбачає використання клиноптилоліту для зниження жорсткості води. Обробка води активним вугіллям на другій стадії забезпечує сорбцію органічних домішок та покращення органолептичних показників. На третій стадії передбачено обробку води гірським кришталем для підвищення органолептичних характеристик. Органолептичні та фізико-хімічні показники води наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Вплив сорбційних матеріалів на органолептичні та фізико-хімічні показники води

Назва показника, одиниця виміру	Вимоги ДсанПіН 2.2.4.171-10	Вихідна вода	Вода, оброблена матеріалами у послідовності клиноптилоліт, активне вугілля, гірський криштал
1	2	3	4
Забарвленість, град.	≤ 20	10,0±0,45	0,9±0,48
Мутність, мг/дм ³	≤ 0,58	0,5±0,01	0
Запах при 20 °С, бали	≤ 2	1,0	0
Смак при 20 °С, бали	≤ 2	1,5	0,1
Прозорість, од. оптичної густини	Не визначається	0,11	0,01±0,005
Сухий залишок, мг/дм ³	≤ 1000	407±20	287±12
Загальна жорсткість, ммоль/дм ³	≤ 7	4,5±0,18	0,9±0,03

Закінчення табл. 1

Загальна лужність, ммоль/дм ³	Не визначається	3,95±0,17	3,6±0,18
Залізо загальне, мг/дм ³	≤ 0,2	0,2±0,01	≤ 0,01
Хлор залишковий вільний, мг/дм ³	0,5	0,5±0,02	≤ 0,05
Нітрити, мг/дм ³	≤ 0,5	≤ 0,002	≤ 0,002
Нітрати, мг/дм ³	≤ 50	4,6±0,21	0,8±0,03
Сульфати, мг/дм ³	≤ 250	37±1,85	15±0,75
Перманганатна окислюваність, мгО ₂ /дм ³	Не визначається	4,0±0,18	1,1±0,05

Встановлено, що використання досліджуваних матеріалів за розробленим способом забезпечує високі органолептичні та необхідні фізико-хімічні показники технологічної води. При цьому в підготовленій воді суттєво покращувались показники забарвленості та мутності. За фізико-хімічними показниками встановлено, що загальна жорсткість знижувалась в середньому на 80 %, окислюваність перманганатна у 3,6 рази, залізо загальне і залишковий хлор видалялись повністю.

У четвертому розділі «Дослідження впливу хімічного складу води на культивування дріжджів та зброджування квасного сусла» наведено результати досліджень впливу показників води на культивування та зброджування сусла за використання виробничої раси Р-87 та нового штаму дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* МП-10.

Підбір, виділення і дослідження штамів дріжджів у виробництві ферментованих напоїв має важливе значення, оскільки вони впливають на перебіг технологічного процесу, синтезують біологічно активні речовини і формують органолептичні показники готового продукту.

Новий штам дріжджів МП-10 виділено із закислого концентрату квасного сусла. Особливістю штаму МП-10 є збереження високої фізіологічної активності за температури від 32 до 39 °С і здатності надавати відмінні смако-ароматичні властивості квасу. За систематичним положенням штам віднесено до виду *Saccharomyces cerevisiae*, Meyen ex Hansen 1883.

За культурально-морфологічними ознаками дріжджові клітини штаму МП-10 мають круглу та овальну форму з середнім розміром 4,8x3,6 мкм, розмножуються брунькуванням, утворюють спори. На солодовому суслі колонії круглі, дуже випуклі, краї злегка хвилясті, центр сильно припіднятий з явно вираженою вершиною. Колонія матова, пастоподібної консистенції. На рідкому солодовому суслі дріжджі через 24 години утворюють щільний осад. За фізіологічними ознаками дріжджі штаму МП-10 є факультативними анаеробами. За характером зброджування квасного сусла штам відноситься до верхньозброджуючих дріжджів.

На рисунку 1 наведено динаміку накопичення дріжджових клітин за оптимальних температур культивування: для дріжджів штаму МП-10 – 32...36 °С, раси Р-87 – 28...32 °С контрольного (вихідна вода) та дослідного (підготовлена вода) зра-

зків. Динаміку зброджування квасного суслу дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* МП-10 наведено на рисунку 2.

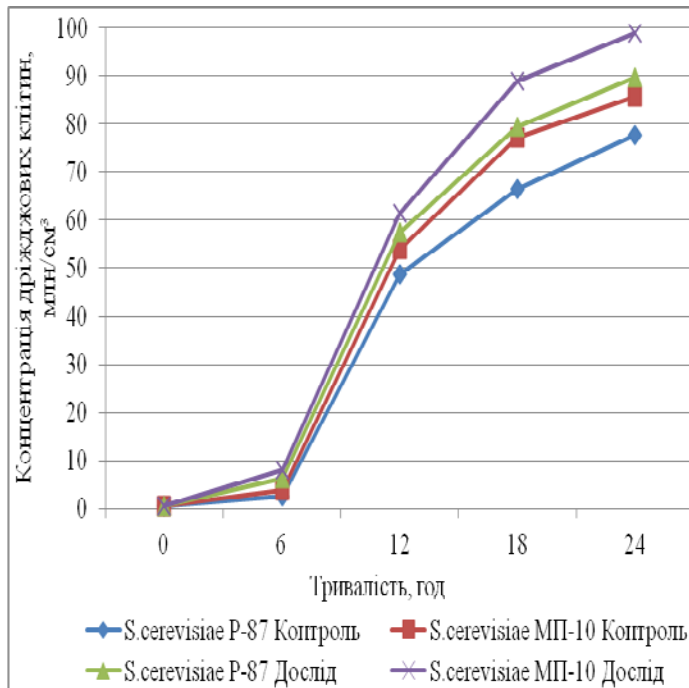


Рисунок 1 – Динаміка росту дріжджових клітин

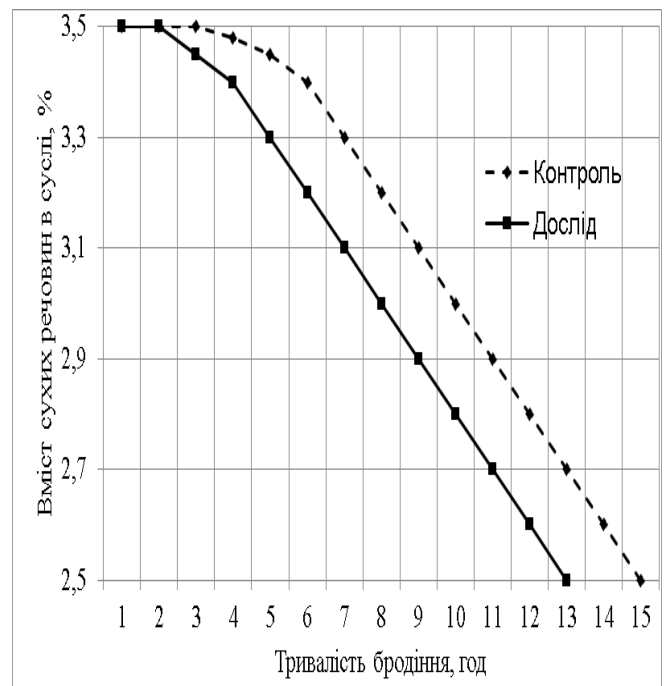


Рисунок 2 – Динаміка вмісту сухих речовин при зброджуванні квасного суслу дріжджами *S. cerevisiae* МП-10 за температури 34 °C

Встановлено, що зміна мінерального складу води суттєво впливала на культивування дріжджів та динаміку бродіння. Фаза експоненціального розвитку досліджуваних дріжджів тривала в середньому 18 годин. При подовженні культивування більше 24-х годин концентрація дріжджових клітин суттєво не змінювалась. При цьому вміст дріжджових клітин штаму МП-10 у порівняно з расою P-87 був більшим, в середньому, на 10 %. Використання підготовленої води збільшувало концентрацію дріжджів на 12...13 %. Утворення конгломератів у зразку з використанням вихідної води свідчило про недостатність живлення для клітин та наявність інгібуючих факторів.

Вплив температури (t) та тривалості культивування (τ) на концентрацію дріжджових клітин (\hat{Y}) в культуральній рідині для раси P-87 та штаму МП-10 контрольного та дослідного зразків представлені рівняннями регресій:

$$\hat{Y} = 48 - t + 6,694\tau - 0,153t\tau - \text{контрольний зразок, дріжджі } S. cerevisiae \text{ МП-10;}$$

$$\hat{Y} = 33,833 - 1,333t + 2,5\tau - \text{контрольний зразок, дріжджі } S. cerevisiae \text{ P-87;}$$

$$\hat{Y} = 47 + 0,75t - 7,528\tau - 0,174t\tau - \text{дослідний зразок, дріжджі } S. cerevisiae \text{ МП-10;}$$

$$\hat{Y} = 24,333 - 1,083t + 2,722\tau + 0,069t\tau - \text{дослідний зразок, дріжджі } S. cerevisiae \text{ P-87.}$$

Подальші дослідження були спрямовані на дослідження впливу іонів металів, які є кофакторами простетичної групи ферментів і безпосередньо впливають на їх активність. Надлишкова кількість металів знижує фізіологічну активність дріжджів. В дослідженнях враховували, що іони металів переходять в сусло як із ККС так і з

водою. Вміст іонів металів в ККС становив (мкг/100 г сухих речовин): залізо – 97,8; мідь – 50,1; цинк – 85,6. Для визначення впливу іонів металів на накопичення дріжджових клітин в культуральній рідині використовували модельні зразки води.

Встановлено, що збільшення вмісту заліза від 0,1 мг/дм³ до 0,4 мг/дм³ призводило до зменшення концентрації дріжджових клітин у середньому на 40 %. Тому додаткове внесення катіонів заліза із водою на стадії приготування сусла є небажаним, оскільки зумовлює необхідність їх видалення із технологічної води. Вміст заліза у ККС є достатнім для життєдіяльності дріжджів, а надлишок призводить до їх інгібування. Іони міді у концентрації до 0,5 мг/дм³ не мали суттєвого впливу на життєдіяльність дріжджів, однак у разі збільшення до 1,0 мг/дм³ вміст дріжджових клітин зменшувався на 12 %, а за 1,5 мг/дм³ – на 21 %. Вміст міді в кількості 2,0 мг/дм³ призводив до суттєвого пригнічення життєдіяльності дріжджів (на 65 %). Таким чином встановлено, що вміст катіонів міді в квасному суслі не повинен перевищувати 0,5 мг/дм³. За визначення оптимальної концентрації цинку у вихідному суслі встановлено, що збільшення вмісту цинку вище 1,0 мг/дм³ призводило до зниження фізіологічної активності дріжджів. У разі використання демінералізованої води (у сусло переходило тільки біля 0,05 мг/дм³ іонів цинку із ККС) концентрація дріжджових клітин зменшувалась. Отже, для приготування квасного сусла технологічна вода повинна містити не більше 1,0 мг/дм³ цинку.

У п'ятому розділі «Вплив складу води на органолептичні та фізико-хімічні показники хлібного квасу» наведено порівняльну характеристику показників квасу та вмісту біологічно активних речовин при використанні підготовленої та вихідної води. Розділ містить дані біохімічного та мінерального складу зразків квасного сусла, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники хлібного квасу залежно від способу водопідготовки.

Органолептичні показники є вирішальними для споживача, оскільки безпосередньо впливають на вибір продукту і визначають його конкурентоспроможність.

Визначено вплив показників води, зокрема жорсткості, сухого залишку, хлору залишкового вільного та окислюваності на органолептичні показники квасу при використанні модельних зразків води (рис. 3-6). Встановлено, що використання запропонованого способу обробки води суттєво покращувало органолептичні показники квасу.

Математична модель залежності органолептичної оцінки квасу (\hat{Y}) від вмісту хлору залишкового вільного (X_1), перманганатної окислюваності (X_2) та загальної жорсткості (X_3) води має вигляд:

$$\hat{Y} = 17,75 - 0,35 X_1 - 5,5 X_2 - 0,25 X_3.$$

Встановлено, що солі жорсткості негативно впливали на органолептичні показники квасу. Найвищу дегустаційну оцінку мали зразки із жорсткістю води до 2 ммоль/дм³. При збільшенні жорсткості спостерігали погіршення виразності смаку і аромату, послаблення кольору та погіршення прозорості квасу.

Показник сухого залишку води також мав вплив на органолептичні показники квасу. Найкращі смако-ароматичні властивості напою відмічено при сухому залишку 100 мг/дм³. У разі збільшенні до 200 мг/дм³ суттєвих змін не спостерігали. При цьому сухий залишок не позначався на ароматі, але чинив вплив на смак. При мен-

ших значеннях смак напою послаблювався, а при більших – відчувались нехарактерні тони.

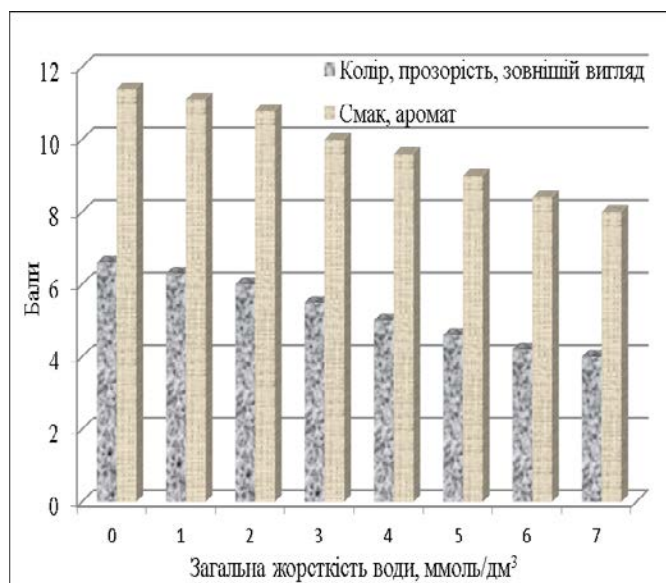


Рисунок 3 – Вплив загальної жорсткості води на смако-ароматичні властивості квасу

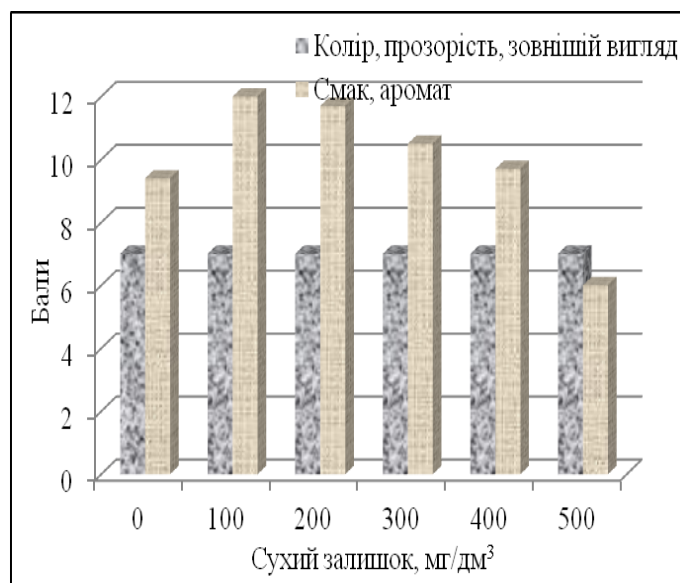


Рисунок 4 – Вплив сухого залишку води на смако-ароматичні властивості квасу

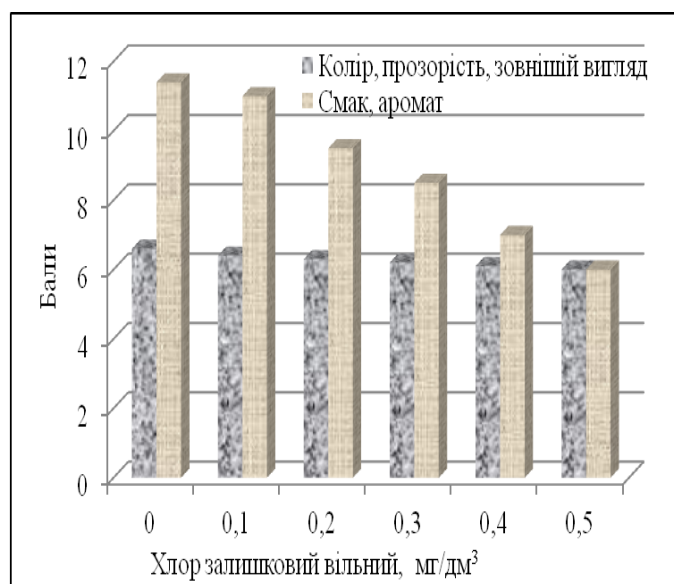


Рисунок 5 – Вплив хлору залишкового вільного у воді на смако-ароматичні властивості квасу

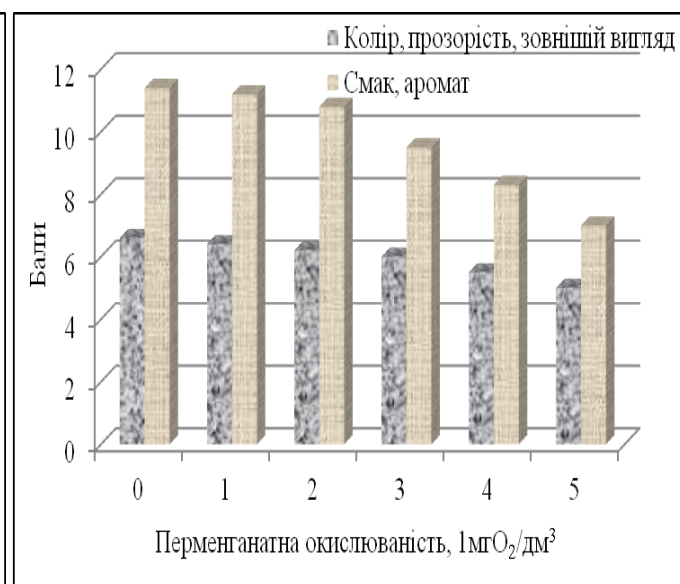


Рисунок 6 – Вплив перманганатної окислюваності води на смако-ароматичні властивості квасу

Вільний хлор негативно впливав на смак та аромат напою. Так, вже при концентрації хлору $0,2 \text{ мг/дм}^3$ смак квасу втрачав вираженість при специфічному ароматі, що можна пояснити характерним запахом продуктів розпаду сполук хлору, а також його низьким порогом чутливості ($0,003 \text{ мг/дм}^3$). При концентрації хлору більше $0,5 \text{ мг/дм}^3$ квас був непридатним до споживання.

Встановлено, що з підвищенням перманганатної окислюваності органолептичні показники напою погіршувались. При окислюваності більше $1\text{мг O}_2/\text{дм}^3$ спостерігали погіршення смаку та аромату, послаблення кольору.

Встановлено, що хімічний склад води не мав суттєвого впливу на вміст вуглеводів у контрольному та дослідному зразках. В процесі зброджування відбувалось, переважно, зниження вмісту глюкози і сахарози. Кількість мальтози знизилась незначно. Зброджене сушло містило фруктозу, яка в початковому суслі була відсутня, що можна пояснити дією β -фруктофуранозидази та переважним споживанням дріжджами глюкози. Новий штам МП-10 здатний частково зброджувати низькомолекулярні декстрини, про що свідчить зменшення їх кількості (до 25 %) в зброженому суслі.

Досліджено вплив розробленого способу підготовки води на амінокислотний склад сушла (табл. 2). Співвідношення амінокислот вихідного сушла наведено на рисунках 7 та 8.

Таблиця 2 – Амінокислотний склад квасного сушла

№ п/п	Назва амінокислоти	Вміст амінокислот в суслі, мг/100 г	
		Контроль	Дослід
1.	Аспарагінова кислота	$1,65 \pm 0,074$	$2,85 \pm 0,127$
2.	Треонін	0,00	$0,42 \pm 0,018$
3.	Серин	$0,16 \pm 0,007$	$0,39 \pm 0,017$
4.	Глутамінова кислота	0,00	$0,05 \pm 0,002$
5.	Пролін	$0,97 \pm 0,043$	$1,25 \pm 0,057$
6.	Гліцин	0,00	$0,05 \pm 0,002$
7.	Аланін	0,00	$0,74 \pm 0,034$
8.	Валін	$0,05 \pm 0,002$	$0,34 \pm 0,015$
9.	Метіонін	0,00	$0,06 \pm 0,002$
10.	Ізолейцин	$0,02 \pm 0,001$	$0,33 \pm 0,015$
11.	Лейцин	$0,04 \pm 0,002$	$0,45 \pm 0,021$
12.	Тирозин	0,00	$0,29 \pm 0,012$
13.	Фенілаланін	0,00	$0,94 \pm 0,044$
14.	Гістидин	$0,33 \pm 0,014$	$0,45 \pm 0,020$
15.	Лізин	0,00	$0,03 \pm 0,001$
Загальний вміст		$3,30 \pm 0,152$	$8,87 \pm 0,416$
у т.ч. незамінні		$0,44 \pm 0,019$	$3,31 \pm 0,001$

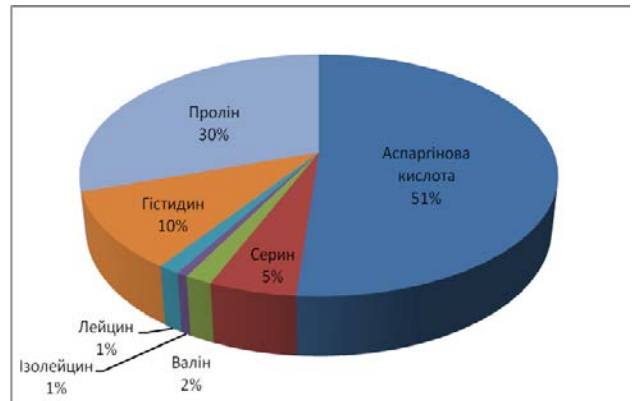


Рисунок 7 – Співвідношення амінокислот в суслі контрольного зразка

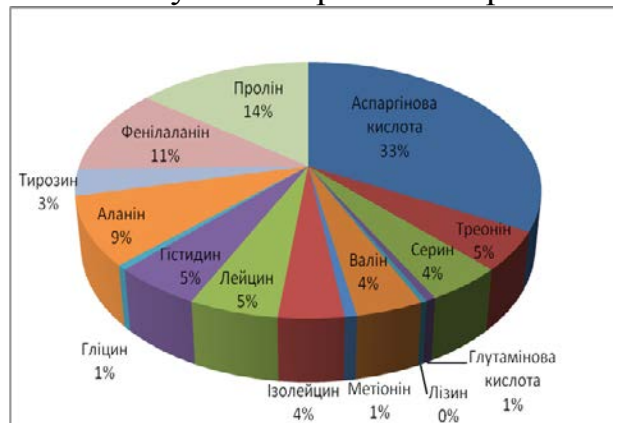


Рисунок 8 – Співвідношення амінокислот в суслі дослідного зразка

Основним азотним живленням для дріжджів в квасному суслі є вільні амінокислоти, які безпосередньо впливають на їх фізіологічну активність. Встановлено суттєву різницю їх кількості у досліджуваних зразках, що можна пояснити мінера-

льним складом води. Так, при використанні підготовленої води загальний вміст амінокислот в квасному суслі був більшим на 63 %, зокрема незамінних на 87 %.

Відомо, що ізоелектрична точка для моноаміномонокарбонових кислот відповідає рН 6. В ізоелектричній точці амінокислоти є найменш стабільними і випадають в осад у вигляді солей. Вміст моноаміномонокарбонових кислот дослідного зразка становив 2,78 мг/100 г, що у 10 разів більше в порівнянні з контролем.

Встановлено, що дослідний зразок містив більшу кількість амінокислот у порівнянні із контролем, що особливо важливо на першій стадії розмноження дріжджів, який характеризується незначним ресинтезуванням, перета деамініванням. В цьому випадку амінокислоти використовуються клітинами для синтезу білка безпосередньо, а тому їх асиміляція відбувається більш ефективно. При цьому вміст проліну, який важко засвоюється дріжджовою клітиною був у 2 рази менший у порівнянні з контролем. Слід також зазначити, що дослідний зразок у порівнянні із контролем містив метіонін, який є частковим джерелом сірки для дріжджів.

Встановлено, що у процесі бродіння вміст амінокислот суттєво змінювався – на 40 % та 10 % для дослідного і контрольного зразків, відповідно. Загальна концентрація амінокислот в дослідному зразку зброженого суслу становила 9,88 мг/100 г, а в контрольному 5,57 мг/100 г.

Біологічна цінність квасу значною мірою обумовлена наявністю в його складі вітамінів. Вони є факторами росту і від їх кількості залежить фізіологічна активність дріжджів і, відповідно, – швидкість розмноження та бродіння. При визначенні вітамінного складу вихідного та зброженого суслу встановлено збільшення вмісту вітамінів у зброженому суслі, що пов'язано із здатністю дріжджів їх синтезувати. У всіх зразках зброженого суслу спостерігали збільшення вмісту вітамінів групи В. У таблиці 3 наведено вміст вітамінів у вихідному та зброженому суслі контрольного та дослідного зразків.

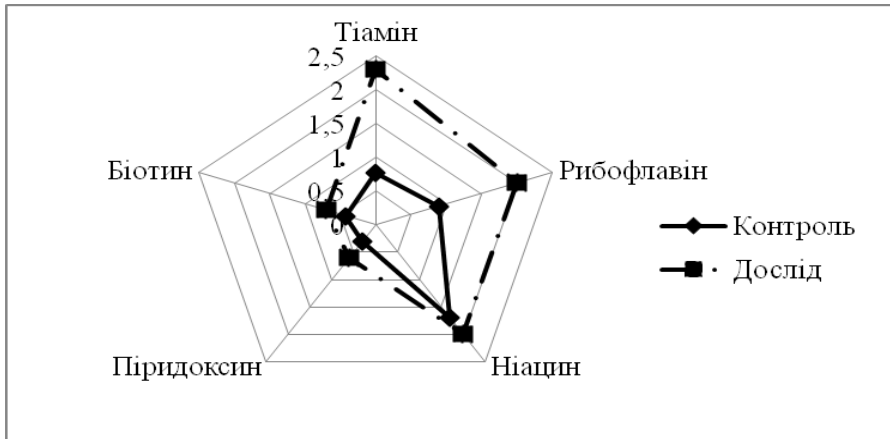
Таблиця 3 – Вміст вітамінів у початковому та зброженому суслі

Вміст вітамінів, мкг в 100 г сухих речовин	Вихідне сусло		Зброжене сусло	
	Контроль	Дослід	Контроль	Дослід
Тіамін (В ₁)	7±0,33	16±0,77	36±1,73	103±4,95
Рибофлавін (В ₂)	5±0,24	11±0,53	51±2,45	122±5,86
Ніацин (В ₃)	480±23,04	560±26,88	980±47,04	1170±56,16
Піридоксин (В ₆)	5±0,24	12±0,58	19±0,92	33±1,59
Біотин (Н)	0,45±0,03	0,56±0,03	0,47±0,03	0,6±0,03
Фолієва кислота	2±0,10	11±0,53	6±0,29	28±1,35

Встановлено, що склад води суттєво впливав на вміст вітамінів як у вихідному, так і у зброженому суслі. Із досліджуваних вітамінів найбільший вміст спостерігали для ніацину, що пояснюється його високою стійкістю до впливу зовнішніх факторів.

З метою оцінки біологічної цінності квасу розраховано середньодобову забезпеченість вітамінами при споживанні $0,5 \text{ дм}^3$ напою. Профілі вітамінного складу контрольного та дослідного зразків хлібного квасу наведено на рисунку 9.

Встановлено, що при споживанні квасу $0,5 \text{ дм}^3$ забезпечується потреба у вітамінах групи В та ніацині на $0,5 \dots 2,4 \%$, що є прийнятним, оскільки безалкогольні напої не є основною складовою надходження вітамінів в організм людини.



З досліджених вітамінів найбільше відповідали потребам добового забезпечення тіамін, рибофлавін та ніацин. При використанні підготовленої води загальний вміст вітамінів збільшився в середньому у 2 рази.

Рисунок 9 – Профілі добового забезпечення вітамінів

Одним з основних показників хлібного квасу є кислотність, що обумовлена наявністю органічних кислот, які формують смак і аромат готового напою. Активна та титрована кислотність дослідного та контрольного зразків наведена в таблиці 4.

Таблиця 4 – Кислотність початкового та збродженого сусла

№ зразка	Початкове сусло		Зброджене сусло	
	Титрована кислотність, см^3 р-ну NaOH конц. 1 моль/дм^3 на 100 см^3 сусла	pH	Титрована кислотність, см^3 р-ну NaOH конц. 1 моль/дм^3 на 100 см^3 квасу	pH
Контроль	$0,9 \pm 0,04$	$5,94 \pm 0,05$	$1,15 \pm 0,05$	$5,59 \pm 0,05$
Дослід	$1,2 \pm 0,06$	$5,45 \pm 0,05$	$1,55 \pm 0,07$	$4,54 \pm 0,05$

Встановлено, що дослідний зразок у порівнянні із контрольним мав більшу кислотність у початковому та збродженому суслі, що можна пояснити утворенням нерозчинних солей у контролі. Зростання титрованої кислотності квасного сусла у всіх зразках не досягло необхідних значень ($2 \dots 4 \text{ см}^3$ р-ну NaOH конц. 1 моль/дм^3 на 100 см^3 сусла), що пояснюється незначним утворенням органічних кислот при спиртовому бродінні. Тому на стадії купажування дослідні зразки потребували на 40% менше витрат молочної кислоти.

Леткі речовини, які утворюються в процесі бродіння зумовлюють аромат ферментованих напоїв та суттєво впливають на їх смакові властивості. Їх вміст у дослідному та контрольному зразках збродженого сусла наведено у таблиці 5.

Таблиця 5 – Вміст летких речовин у збродженому суслі

Вміст летких речовин, мг/100 см ³	Контроль	Дослід
Етанол	485,2±24,26	486,3±24,32
Ацетальдегід	2,459±0,13	1,855±0,09
Етилформіат	3,020±0,15	3,150±0,16
Ацетон	3,608±0,18	3,894±0,19
Етилацетат	0,791±0,04	0,429±0,02
Етиллактат	1,323±0,07	1,651±0,08
Діацетил	2,531±0,13	0,408±0,02
1-пропанол	0,623±0,03	0,537±0,26
Ізобутанол	1,932±0,10	1,537±0,08
Ізопентанол	4,434±0,22	3,269±0,16

Встановлено, що вміст летких речовин у досліджуваних зразках мав суттєві відмінності. Найбільшу різницю спостерігали для ацетальдегіду та діацетилену, які негативно впливають на органолептичні показники: у дослідному зразку – в 1,3 рази, діацетилену у 6,2 рази. Зменшення вмісту ацетальдегіду, який відновлюється під дією алкогольдегідрогенази в ети-

ловий спирт можна пояснити високою фізіологічною активністю дріжджів. Зниження вмісту діацетилену в дослідному зразку пояснюється більш високим вмістом валіну в суслі і, відповідно, зменшенням концентрації альфа-ацетолактату, який є попередником діацетилену.

Часткове збільшення вмісту етилформіату (на 5 %), що позитивно впливає на органолептичні показники можна пояснити збільшенням кількості органічних кислот і спиртів в процесі бродіння. Вміст вищих спиртів, які при неперевищенні порогів чутливості надають квасу приємний тон в дослідному та контрольному зразках суттєво не відрізнявся.

У шостому розділі «Розробка технологічної схеми виробництва квасу за удосконаленою технологією» наведено принципову технологічну та апаратно-технологічну схеми приготування хлібного квасу із використанням штаму дріжджів *S. cerevisiae* МП-10 та підготовленої за розробленим способом води.

Для виробництва хлібного квасу рекомендовано такий склад технологічної води: загальна жорсткість $\leq 2,0$ ммоль/дм³, сухий залишок $\leq 100...300$ мг/дм³, перманганатна окислюваність $\leq 2,0$ мг О₂/дм³, хлор залишковий вільний $\leq 0,1$ мг/дм³, залізо загальне $\leq 0,05$ мг/дм³, мідь $\leq 0,5$ мг/дм³, цинк $\leq 1,0$ мг/дм³.

Технологічна схема передбачає послідовне оброблення води на фільтрах, завантажених клиноптилолітом, активним вугіллям та гірським кришталем. Підготовлену воду використовують на всіх технологічних стадіях. Збродження квасного суслу здійснюють дріжджами *S. cerevisiae* МП-10 за температури 32...36 °С до зниження вмісту сухих речовин на 0,6...0,8 %. Зброжене сушло охолоджують до температури 2...7 °С, видаляють осад і купажують цукровим сиропом та молочною кислотою до концентрації сухих речовин 5,2...5,6 % і титрованої кислотності 2,0...2,5 см³ р-ну NaOH конц. 1 моль/дм³ на 100 см³ суслу. Отриманий квас подають на додаткову обробку (фільтрування, пастеризацію тощо) або безпосередньо на розлив.

Принципову технологічну схему приготування хлібного квасу за удосконаленою технологією наведено на рисунку 10.

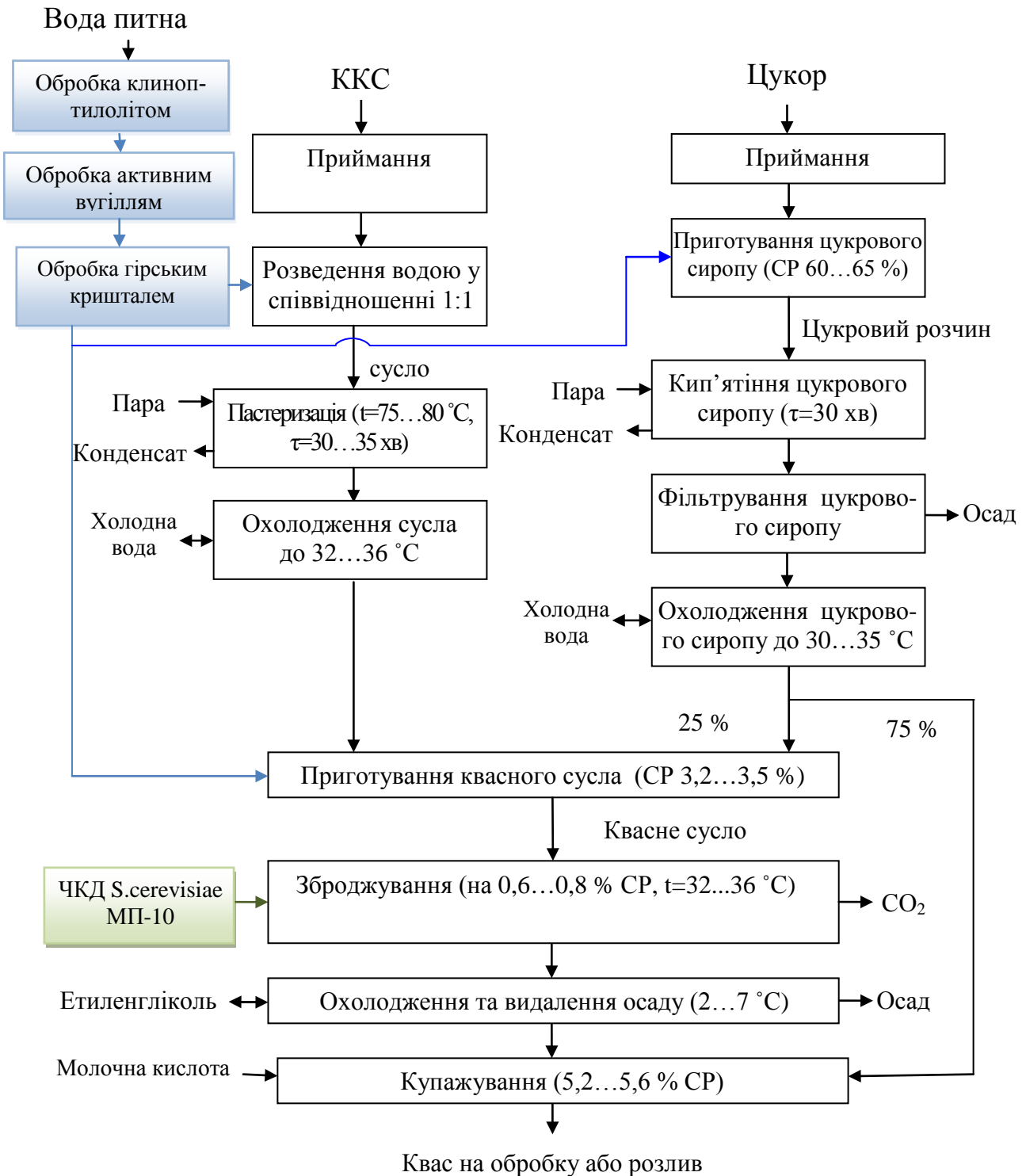


Рисунок 10 – Принципова технологічна схема виробництва квасу за удосконаленою технологією

В розділі наведено результати визначення соціально-економічної ефективності роботи. Додатковий прибуток становить 6,09 грн на 1 дал квасу при зниженні собівартості на 7,42 грн і рентабельності 16,4 %. Соціальний ефект обумовлено підвищенням біологічної цінності квасу та покращенням його органолептичних показників.

ВИСНОВКИ

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію хлібного квасу з використанням нового штаму дріжджів та клиноптилоліту, гірського кришталю і активного вугілля у підготовці води. Реалізація запропонованих заходів сприяє покращенню якості води, скороченню тривалості бродіння квасного сусла, підвищує біологічну цінність та органолептичні показники хлібного квасу.

1. Обґрунтовано використання природних мінералів та активного вугілля при підготовці води у технології хлібного квасу. Встановлено, що застосування клиноптилоліту, гірського кришталю та активного вугілля покращує органолептичні і фізико-хімічні показники води забезпечує зменшення в середньому: загальної жорсткості на 80 %, перманганатної окислюваності у 3,6 рази, залишковий хлор і залізо видаляються повністю.

2. Розроблено спосіб підготовки води (патент України № 116963) для приготування хлібного квасу із застосуванням клиноптилоліту, гірського кришталю та активного вугілля.

3. Визначено вплив солей жорсткості, сухого залишку, хлору залишкового вільного та окислюваності води на органолептичні показники квасу. Найкращі смако-ароматичні властивості квасу отримано при жорсткості води до 2 ммоль/дм³, сухому залишку 100...300 мг/дм³, перманганатній окислюваності до 2 мг О₂/дм³ та відсутності хлору залишкового вільного.

4. Виділено, досліджено та запропоновано використання в технології хлібного квасу дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* МП-10 (патент України № 134310), які за накопиченням дріжджових клітин в культуральній рідині в середньому на 10 % перевершують виробничу расу Р-87.

5. Використання підготовленої води та дріжджів МП-10 забезпечує підвищення біологічної цінності хлібного квасу, зокрема вміст амінокислот збільшується на 30 %, вітамінів – на 25 %. Покращуються органолептичні показники напою. При цьому вміст ацетальдегіду та діацетилу, які негативно впливають на смако-ароматичні властивості квасу зменшується, відповідно, у 1,3 та 6,2 рази.

6. За використання підготовленої води розробленим способом підвищується фізіологічна активність дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* МП-10 та зменшується тривалість бродіння на 12...15 %.

7. Розроблено технологічну схему та нормативну документацію на виробництво квасу «Високий замок» за удосконаленою технологією. Проведено промислові випробування та випуск дослідно-промислової партії хлібного квасу у кількості 500 дал на ТОВ «Перша приватна броварня «Для людей – як для себе!».

8. Визначено соціально-економічну ефективність роботи. Соціальне значення полягає у підвищенні біологічної цінності квасу та покращенні органолептичних показників. Економічний ефект обумовлений скороченням тривалості бродіння та зниженням собівартості готової продукції. Прибуток збільшується на 6,09 грн/дал при рентабельності 16,4 %.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Дулька О.С., Прибильський В.Л., Олійник С.І. Використання сорбційних матеріалів при підготовці води для виробництва хлібного квасу. *Харчова промисловість*. Київ: НУХТ. №18. 2015. С.61-65. (фахове видання).
2. Дулька О.С., Прибильський В.Л., Куц А.М., Коваленко О.О. Використання природних мінералів та активного вугілля в технології підготовки води при виробництві хлібного квасу *Наукові праці НУХТ*. Київ: НУХТ. 2018. т.24(№4). С.233-241. (фахове видання).
3. Дулька О., Прибильський В., Олійник С., Куц А., Мудрак Т. Вплив мінерального складу води на амінокислотний склад хлібного квасу *Engineering Studies*. 2018. №10. С.858-873. (закордонне видання, наукометрична база Web of Science).
4. Dulka O., Prybyl'skyi V., Oliinyk S., Kuts A., Vitriak O. Using of clinoptilolite, activated charcoal and rock crystal in water purification technology to enhance the biological value of bread kvass. *Ukrainian Food Journal*. Київ: НУХТ №8(2) 2019. Р.307-316. (фахове видання, Україна, наукометрична база Web of Science).
5. Dulka O., Prybyl'skyi V., Oliinyk S., Kuts A., Kovalenko O. The improvement of the technology of water treatment for the production of kvass. *Харчова наука і технологія*. Одеса: ОНАХТ. №13(2). 2019. Р. 111-117. (фахове видання, Україна, наукометрична база Web of Science).
6. Дулька О. С., Прибильський В. Л. Вплив підготовленої води на вміст летких домішок в зброженому квасному суслі. *Харчова промисловість*. Київ: НУХТ №18. 2019. С. 33-38. (фахове видання).

Тези доповідей та матеріали наукових конференцій:

7. Прибильський В, Олійник С., Дулька О., Сагайдак М., Чуприна Н., Коваленко О. Удосконалення водопідготовки у виробництві квасу. «Вода в харчовій промисловості»: збірник матеріалів VI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів. Одеса: ОНАХТ, 2015. С. 82-83.
8. Дулька О.С. Нгуен Фион Донг, Прибильський В. Л., Олійник С.І. Підготовка води для ферментованих напоїв «Новое в технологии функциональных продуктов питания на основе медико-биологических воззрений»: V Международная научно-техническая конференция: сборник материалов, 4-5 июня 2015 г. Воронеж: ВГУИТ, 2015. С. 55-57.
9. Дулька О., Олійник С., Прибильський В. Використання сорбційних матеріалів при підготовці води для виробництва хлібного квасу. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»: матеріали 81-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2015 р. Частина 1. Київ: НУХТ, 2015. С. 217.
10. Дулька О. С. Нгуен Фион Донг, Прибильський В.Л., Олійник С.І. Використання матеріалів при підготовці води для виробництва напоїв. «Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки»: Міжнародна науково-практична конференція, 18-19 листопада 2015 р. Київ: НУХТ, 2015. С. 77.
11. Дулька О.С. Прибильський В.Л., Олійник С.І., Сібірцев Є.В. Удосконалення технології підготовки води з використанням природних мінералів для виробництва хлібного квасу. «Нові тенденції у харчових технологіях та якість і безпечність продуктів»: VIII Всеукраїнська науково-практична інтернет конференція, 11 трав-

ня 2016 р. Львів: ЛІЕТ, 2016. С. 126-127.

12. Dulka O., Prybylkyi V., Oliinyk S. Improvement of water preparation tecnology in the production of rye beer. *8th Central European Congress on Food 2016 – Food Science for Well – being (CEFood 2016): Book of Abstracts, 23-26 May 2016* Kiev: NUFT, 2016. P.154.

13. Матлавська С., Дулька О., Прибильський В. Удосконалення технології підготовки води для виробництва хлібного квасу. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»: *матеріали 83-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 5-6 квітня 2017 р.* Частина 1. Київ: НУХТ, 2017. С. 249.

14. Дулька О., Прибильський В., Грабовська О., Шульга М. Удосконалення технології підготовки води з використанням природних мінералів для виробництва хлібного квасу «Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки»: *II Міжнародна науково-практична конференція, 19-20 квітня 2018 р.* Київ: НУХТ. 2018. С.88.

15. Дулька О. Королюк Л., Прибильський В. Вплив фізико-хімічних показників води на амінокислотний склад квасного сусла. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»: *матеріали 84-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23-24 квітня 2018 р.* Частина 1. Київ: НУХТ, 2018. С. 251.

16. Дулька О.С., Прибильський В.Л., Олійник С.І., Мудрак Т.О. Вплив підготовки води на мінеральний склад хлібного квасу. «Наукові проблеми харчових технологій та промислової біотехнології в контексті Євроінтеграції»: *VII Міжнародна науково-технічна конференція, 6-7 листопада 2018 р.* Київ: НУХТ, 2018. С. 91-93.

17. Дулька О.С., Прибильський В.Л. Вплив жорсткості води на кислотність квасного сусла. «Інновації та закономірності розвитку харчових технологій: теоретичні та прикладні аспекти»: *Науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених, 28-29 березня 2019 р.* Київ: ККІБП, 2019. С. 29-30.

18. Шарико О., Угнівенко О., Дулька О., Грабовська О., Прибильський В. Дослідження способу підготовки води для виробництва хлібного квасу. «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»: *матеріали 85-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 11-12 квітня 2019 р.* Частина 1. Київ: НУХТ, 2019. С. 279.

19. Дулька О.С., Прибильський В.Л. Вплив жорсткості води на кислотність квасного сусла. «Наукові здобутки у вирішенні актуальних проблем виробництва та переробки сировини, стандартизації і безпеки продовольства»: *VIII Міжнародна науково-практична конференція вчених, аспірантів і студентів, 17-18 квітня 2019 р.* Київ: НУБіП, 2019. С. 126-127.

Патенти України:

20. Спосіб підготовки води для виробництва квасу: пат. корисну модель 122103 Україна / О.С. Дулька, В.Л. Прибильський, О.В. Грабовська, О.О. Шарико, С.І. Олійник, О.В. Кушнір. 201706797; заявл. 30.06.2017; опубл. 26.12.2017р. бюл. № 24.

21. Спосіб підготовки води для виробництва квасу: пат. на винахід 116963 Україна / О.С. Дулька, В.Л. Прибильський, О.В. Грабовська, О.О. Шарико, С.І. Олійник, О.В. Кушнір. 201706795; заявл. 30.06.2017; опубл. 25.05.2018р. бюл. № 10.

22. Штам дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* МП-10, що використовується для зброджування суслу при виробництві ферментованих напоїв: пат. на корисну модель 134310 В.Л. Прибильський, Т.О. Мудрак, С.І. Олійник, Н.В. Чуприна, М.Є. Сагайдак, О.С. Дулька. 2018 12375; заяв. 13.12.2018; опубл. 10.05.2019р. бюл. № 9.

Додаткові праці:

23. Шарико О., Дулька О., Прибильський В., Грабовська О. Використання клиноптилоліт в технології підготовки для виробництва хлібного квасу. *«Перспективи майбутнього та реалії сьогодення в технологіях водопідготовки»: II Міжнародна науково-практична конференція*, 19-20 квітня 2018 р Київ: НУХТ. 2018. С. 100-101.

24. Семенов Є., Угнівенко О., Дулька О., Прибильський В. Вплив молочнокислих бактерій на життєдіяльність дріжджів при зброджуванні квасного суслу. *«Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті»: матеріали 85-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів*, 11-12 квітня 2019 р. Частина 1. Київ: НУХТ, 2019. С. 293.

Особистий внесок автора: проведення літературного та патентного пошуку, теоретичний аналіз джерел інформації [1-19, 23-24], порівняння та аналіз існуючих аналогів, оформлення заявки на патент [20-22], підготовка об'єктів досліджень, проведення експериментів, оброблення та узагальнення одержаних результатів, підготовка та оформлення матеріалів до публікації [1-24].

АНОТАЦІЯ

Дулька О.С. Удосконалення технології хлібного квасу з використанням підготовленої води та нового штаму дріжджів. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття освітнього ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2019.

Дисертаційна робота присвячена удосконаленню технології хлібного квасу з використанням підготовленої води та нового штаму дріжджів, що дає змогу інтенсифікувати процес зброджування квасного суслу та підвищити біологічну цінність квасу.

Удосконалено технологію хлібного квасу з використанням клиноптилоліту, активного вугілля та гірського кришталю у підготовці води, виділено новий штам дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* МП-10. Розроблений спосіб підготовки води забезпечує підвищення фізіологічної активності дріжджів та прискорює процес бродіння на 12...15 %.

Встановлено, що використання клиноптилоліту, гірського кришталю та активного вугілля на стадії підготовки води забезпечує збільшення вмісту амінокислот в зброженому суслі на 30 % та загального вмісту вітамінів на 25 %.

Визначено вплив солей жорсткості, сухого залишку, хлору залишкового вільного та окислюваності води на органолептичні показники квасу. Розроблений спосіб обробки води дозволяє знизити загальну жорсткість на 82 %, вміст хлору залишкового у 5 разів, окислюваність перманганатну у 3,6 рази і покращити органолептичні властивості квасу.

Розроблено технологічну схему та нормативну документацію на виробництво квасу «Високий замок» за удосконаленою технологією. Проведено апробацію удосконаленої технології у виробничих умовах.

Визначено соціально-економічну ефективність роботи. Соціальне значення полягає у підвищенні біологічної цінності квасу та покращенні органолептичних показників. Економічний ефект обумовлений скороченням тривалості бродіння та зниженням собівартості готової продукції. Прибуток збільшується на 6,09 грн./дал при рентабельності 16,4 %.

Ключові слова: хлібний квас, вода, водопідготовка, клиноптилоліт, гірський криштал, активне вугілля, квасне сушло, дріжджі, бродіння, органолептичні показники.

АННОТАЦІЯ

Дулька О.С. Совершенствование технологии хлебного кваса с использованием подготовленной воды и нового штамма дрожжей. - На правах рукописи.

Диссертация на соискание образовательного степени кандидата технических наук (доктора философии) по специальности 05.18.05 – технология сахаристых веществ и продуктов брожения – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2019.

Диссертация посвящена усовершенствованию технологии хлебного кваса с использованием подготовленной воды и нового штамма дрожжей, позволяет интенсифицировать процесс сбраживания квасного сушла и повысить биологическую ценность кваса.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований усовершенствована технология хлебного кваса с использованием клиноптилолита, горного хрусталя и активного угля в подготовке воды и нового штамма дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* МП-10. Новый штамм выделен из закисшего концентрата квасного сушла по высокой физиологической активности и способности придавать готовому продукту высокие органолептические свойства. При использовании подготовленной воды разработанным способом и дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* МП-10 повышается их физиологическая активность и ускоряется процесс брожения на 12...15 %.

В работе подобрано и обосновано использование природных минералов и активного угля при подготовке воды в технологии хлебного кваса. Установлено, что использование клиноптилолита, горного хрусталя и активного угля улучшает органолептические и физико-химические показатели воды, а также готового продукта. Разработан способ подготовки воды для приготовления хлебного кваса. Установлено, что использование клиноптилолита, горного хрусталя и активного угля на стадии подготовки воды обеспечивает увеличение содержания аминокислот в сброженном сусле на 30%, общее содержание витаминов на 25 %.

Определено влияние ионов металлов, в частности железа, цинка и меди с использованием модельных образцов воды на накопление дрожжевых клеток в культуральной жидкости. Установлено, что увеличение содержания железа до 0,1...0,4 мг/дм³ уменьшает концентрацию дрожжевых клеток в среднем на 40 %. Поэтому дополнительное внесение катионов железа с водой нежелательно и приводит

к необходимости их удаления из технологической воды, поскольку их содержание в ККС является достаточным для жизнедеятельности дрожжей, а избыток приводит к ингибированию культуры. Ионы меди в концентрации до 0,5 мг/дм³ не оказывают существенного влияния на жизнедеятельность дрожжей, однако при увеличении до 1,0 мг/дм³ содержание дрожжевых клеток уменьшается на 12 %, а при 1,5 мг/дм³ – на 21 %. Содержание меди 2,0 мг/дм³ приводит к существенному угнетению жизнедеятельности дрожжей (на 65 %). Таким образом, содержание катионов меди в воде не должно превышать 0,5 мг/дм³. Оптимальная концентрация ионов цинка в исходном сусле – 0,5...1,0 мг/дм³. Увеличение содержания цинка более 1,0 мг/дм³ приводит к снижению физиологической активности дрожжей. При использовании деминерализованной воды (в сусло переходит только около 0,05 мг/дм³ ионов цинка с ККС) концентрация дрожжевых клеток уменьшается.

При использовании подготовленной воды содержание ацетальдегида и диацетила, которые негативно влияют на вкусо-ароматические свойства кваса уменьшается соответственно в 1,3 и 6,2 раза.

Определено влияние солей жесткости, сухого остатка, хлора остаточного свободного и окисляемости воды на органолептические показатели кваса. Разработанный способ обработки воды позволяет снизить общую жесткость на 82%, содержание хлора остаточного в 5 раз, окисляемость перманганатную в 3,6 раза и улучшить органолептические свойства кваса.

Разработана технологическая схема и нормативная документация на производство кваса «Высокий замок» по усовершенствованной технологии. Проведена апробация усовершенствованной технологии в производственных условиях.

Определена социально-экономическая эффективность усовершенствованной технологии. Социальное значение состоит в повышении биологической ценности кваса и улучшении органолептических показателей. Экономический эффект обусловлен сокращением продолжительности брожения и снижением себестоимости готовой продукции. Прибыль увеличивается на 6,09 грн./дал при рентабельности 16,4 %.

Ключевые слова: хлебный квас, вода, водоподготовка, клиноптилолит, горный хрусталь, активный уголь, квасное сусло, дрожжи, брожение, органолептические показатели.

ANNOTATION

Dulka O.S. Improvement of the technology of bread kvass with the use of prepared water and a new strain of yeast. – On the rights of the manuscript.

The dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences (Doctor of Philosophy) in specialty 05.18.05 – Technology of sugary substances and fermentation products – National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kiev, 2019.

The dissertation is devoted to the improvement of the technology of bread kvass with the use of prepared water and a new strain of yeast, which makes it possible to intensify the process of fermentation of kvass wort and increase the biological value of kvass.

The technology of bread kvass with the use of clinoptilolite, activated charcoal and rock crystal in water preparation was improved, a new strain of yeast *Saccharomyces*

cerevisiae MP-10 was isolated. The developed method of preparation of water provides increase of physiological activity of yeast and accelerates the fermentation process by 12...15 %.

It was found that the use of clinoptilolite, rock crystal and activated carbon at the stage of water preparation provides an increase in the content of amino acids in fermented wort by 30 % and the total content of vitamins by 25 %.

The influence of hardness salts, dry residue, chlorine residual free and oxidation of water on the organoleptic parameters of kvass is determined. The developed method of water treatment allows to reduce the overall stiffness by 82 %, the residual chlorine content by 5 times, the permanganate oxidation by 3,6 times and to improve the organoleptic properties of kvass.

The technological scheme and regulatory documentation for the production of kvass «High Castle» by advanced technology have been developed. Testing of advanced technology in production conditions was carried out.

The socio-economic efficiency of work has been determined. Social importance is to increase the biological value of kvass and to improve organoleptic characteristics. The economic effect is caused by the reduction of the duration of fermentation and the decrease in the cost price of the finished product. Profit increases by UAH 6,09 /USD at a profitability of 16,4 %.

Key words: bread kvass, water, water treatment, clinoptilolite, rock crystal, activated carbon, kvass wort, yeast, fermentation, organoleptic parameters.

