

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРГЕЛІЯ ДАР'Я ДМИТРІВНА

УДК 663.86:633.174

**ТЕХНОЛОГІЯ ОЗДОРОВЧОГО ФЕРМЕНТОВАНОГО НАПОЮ НА
ОСНОВІ ЦУКРОВОГО СОРГО**

05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ

на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2016

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Фролова Наталія Епінетівна,
Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки України,
доцент кафедри технології оздоровчих
продуктів

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
Косоголова Людмила Олексіївна,
Національний авіаційний університет
Міністерства освіти і науки України,
заступник завідувача кафедри біотехнології

Захист відбудеться «___» _____ 2016 року 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-311.

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

Автореферат розісланий «___» _____ 2016 року.

В.о. ученого секретаря спеціалізованої
вченої ради Д 26.058.04, д.т.н., проф.

Гусятинська Н.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. Потреби суспільства щодо відновлення та захисту здоров'я населення та умови ринкової економіки висувають перед виробниками актуальні завдання – розроблення технологій харчових продуктів підвищеної біологічної цінності, у тому числі напоїв оздоровчого призначення, які мають відмінні смакові властивості, функціональність, доступну ціну та високу якість.

Перспективними напоями у даному сегменті є ферментовані напої, які забезпечують організм людини комплексом біологічно активних речовин (БАР), недостатнє надходження яких призводить до порушення імунного статусу, зниження резистентності до інфекцій та підвищення ризику виникнення захворювань.

Серед виробників та науковців нагальним є питання пошуку сировини для збагачення напоїв біологічно активними речовинами. Така сировина повинна бути легко відновлюваною, відносно доступною, а її вирощування на території України бути вигідним з економічної точки зору. Як сировину для виробництва оздоровчих ферментованих напоїв було обрано цукрове сорго, яке відповідає вище перерахованим характеристикам.

Розроблення технології оздоровчого ферментованого напою з використанням цукрового сорго, який є джерелом комплексу БАР, дозволить розширити існуючий асортимент ферментованих безалкогольних напоїв на ринку України, сприятиме підвищенню конкурентоздатності продуктів оздоровчого харчування вітчизняного виробництва на світовому ринку, дозволить забезпечити продуктом підвищеної біологічної цінності різні верстви населення і реалізувати виробництво на існуючих потужностях пиво-безалкогольної галузі.

Крім того, запропоновані рішення дозволять організувати рентабельну комплексну переробку цукрового сорго для харчової, паливно-енергетичної промисловості та для тваринництва. Враховуючи вищевказане, розроблення технології ферментованого напою оздоровчого призначення на основі цукрового сорго є актуальним завданням.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дисертаційну роботу виконано в Національному університеті харчових технологій відповідно до тематики держбюджетної науково-дослідної роботи «Розроблення теоретичних основ ресурсо-, енергозберігаючих та безвідходних технологій харчового та технічного спирту, солоду, пива, вина, безалкогольних напоїв, концентратів та екстрактів оздоровчої дії», державний реєстраційний номер 0113U007689.

Автор безпосередньо приймав участь в експериментальних дослідженнях, опрацюванні та узагальненні отриманих результатів, проведенні промислових випробувань та розробленні нормативної документації.

Мета і задачі дослідження. *Метою* дисертаційної роботи є розроблення технології оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго із обґрунтуванням раціональних режимів приготування та зброджування сула, збагаченого комплексом БАР.

Відповідно до поставленої мети визначені основні завдання досліджень:

- провести аналіз сучасного стану виробництва оздоровчих ферментованих напоїв з використанням традиційної та нетрадиційної сировини;

- обґрунтувати доцільність використання соку цукрового сорго (СЦС) в технології оздоровчого ферментованого безалкогольного напою;
- визначити технологічні параметри приготування суслу на основі СЦС з максимальним збереженням БАР сировини;
- підібрати раси дріжджів з врахуванням їх фізіолого-біохімічних особливостей для зброджування суслу на основі СЦС;
- визначити фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв на основі СЦС;
- оцінити забезпеченість добової потреби людини у вітамінах, макро- та мікроелементах при споживанні оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв на основі СЦС;
- розробити технологічну схему виробництва оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв на основі СЦС;
- розробити проект нормативної документації та провести промислову апробацію технології оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв на основі соку цукрового сорго.

Об'єкт досліджень – технологія оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго;

Предмет досліджень – сік цукрового сорго, концентрат яблучного соку, ферментовані напої на їх основі, ферментні препарати, дріжджі.

Методи дослідження – сучасні загальноприйняті та специфічні фізико-хімічні, спектрофотометричні, капілярно-електрофоретичні, мікробіологічні, газохроматографічні, органолептичні методи досліджень сировини, суслу та готових напоїв; методи планування експерименту, математичного моделювання, оптимізації та оброблення експериментальних даних з використанням сучасних приладів, комп'ютерних технологій та програм.

Наукова новизна роботи.

Науково обґрунтовано використання цукрового сорго в технології ферментованих оздоровчих напоїв з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

Доведена ефективність використання комплексу ферментних препаратів амілолітичної та цитолітичної дії для отримання суслу високої якості.

Обґрунтовано використання концентрату яблучного соку у складі суслу на основі цукрового сорго для отримання необхідної кислотності та розширення асортиментної лінійки ферментованих напоїв.

Визначено доцільність використання рас дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* 11 та 96, а також Safbrew S-33 для зброджування суслу на основі соку цукрового сорго, які забезпечують біосинтез ароматичних речовин та сприяють формуванню високих смако-ароматичних властивостей ферментованих напоїв.

Обґрунтовано раціональні технологічні параметри зброджування суслу на основі соку цукрового сорго, які дозволяють контролювати вміст спирту та кислотність ферментованих напоїв.

Практичне значення одержаних результатів.

Розроблено технологію ферментованих напоїв оздоровчого призначення на основі цукрового сорго та з використанням концентрату яблучного соку.

На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень створено композицію ферментованого безалкогольного напою (патент України на винахід № 110284) та композицію ферментованого напою на основі рослинної сировини (патент України на корисну модель № 97188).

Розроблено проект нормативної документації «Напої ферментовані на основі соку цукрового сорго» (ТУ У 15.9-02020938185:2014) та «Технологічну інструкцію по виробництву напоїв ферментованих на основі соку цукрового сорго».

Проведено дослідно-промислові випробування розробленої технології на підприємстві по виробництву безалкогольних напоїв ТОВ «Дарл» (м. Одеса). Приріст чистого прибутку від впровадження розробленої технології складає 14,3 тис. грн на 1000 дал напою.

Особистий внесок здобувача полягає у підборі, систематизації та проведенні аналізу літературних даних за тематикою дисертації, патентному пошуку, плануванні та проведенні експериментальних досліджень, обробці та узагальненні отриманих результатів, формулюванні висновків. Автор приймав безпосередню участь у написанні наукових статей та заявок на видачу патентів, апробації основних результатів роботи на міжнародних науково-практичних конференціях, організації та проведенні дослідно-промислових випробувань.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты» (Москва, МГУПП, 2012 р.); The Second North and East European Congress on Food (Київ, НУХТ, 2012 р.); 79-81-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів (Київ, НУХТ, 2013-2015 рр.); Міжнародній інтернет-конференції «Биотехнология. Взгляд в будущее» (Казань, 2014 р.); Міжнародній конференції «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості» (Київ, НУХТ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Наукові горизонти-2014» (Англія, 2014 р.); Міжнародних науково-практичних конференціях «Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека» (Київ, НУХТ, 2014-2015 рр.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 20 наукових праць, з них 6 статей у наукових фахових виданнях, у тому числі 3 статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (наукометрична база РИНЦ, наукометрична база Index Copernicus), 12 тез доповідей на міжнародних наукових та науково-практичних конференціях, отримано 1 патент України на винахід і 1 патент України на корисну модель.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаної літератури, який включає 167 найменувань вітчизняних та зарубіжних джерел, та 9 додатків. Основний зміст роботи викладено на 142 сторінках друкованого тексту, містить 34 рисунка, 33 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зв'язок із науковими програмами, визначено мету і завдання досліджень, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, приведені дані щодо їх апробації, а також

відомості про особистий внесок здобувача в проведених дослідженнях і в підготовці публікацій за темою дисертаційної роботи.

У першому розділі «Сучасний стан виробництва оздоровчих ферментованих напоїв з використанням традиційної та нетрадиційної сировини» проаналізовано світові тенденції розвитку ринку продуктів оздоровчого призначення, в тому числі напоїв. Розглянуто сучасні технології безалкогольних ферментованих напоїв та надано характеристику різних видів мікроорганізмів для їх отримання. Аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел показав перспективність використання нетрадиційної сировини в технології ферментованих напоїв, зокрема, цукрового сорго, що обумовлено високим вмістом в його складі БАР. Відзначено, що цукрове сорго характеризується простотою вирощування, збирання, є високоврожайною і доступною культурою на теренах України, а технологія ферментованого оздоровчого напою на його основі може бути включена в загальну схему комплексного перероблення даної культури, що дозволить знизити собівартість готової продукції. На основі аналітичного огляду літератури зроблено висновки, які визначають актуальність обраного напрямку та сформульовано основні завдання досліджень.

У другому розділі «Об'єкти та методи досліджень» наведено характеристику об'єктів, методів та схему проведення досліджень.

Об'єктами досліджень були: сорт цукрового сорго Нектарний та гібрид Медовий F1; ферментні препарати – Tegamyl HS 70L, Tegamyl GA 400L, Tegamyl FAL, Ксилалад, Беталад, Целюлаза, Пектиназа; концентрат яблучного соку; пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 та 96, а також сухі пивоварні дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrew S-33, хлібопекарські дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси ЛК-14; підготовлена вода згідно вимог ТІ 10-5031536-73-90.

У роботі використано загальноприйняті та спеціальні методи досліджень для визначення якості вихідної сировини, сусла та готових напоїв. Вміст геміцелюлоз та целюлози визначали ферментативно-гравіметричним методом. Вміст амінокислот та вітамінів визначали за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105» з джерелом високої напруги позитивної полярності. Запис та обробку отриманих даних здійснювали за допомогою програмного забезпечення «МультиХром». Вміст макро- та мікроелементів у соку та готовому напої досліджували методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії. Визначення масової частки редукуючих та загальних цукрів проводили з використанням уточненого методу Люффа-Шорля. Вміст крохмалю у соку цукрового сорго та суслі визначали методом Морелл Ду Воїл.

При проведенні експериментів використовували методи математичного планування, результати піддавали статистичній обробці методами «крутого сходження» регресійного та кореляційного аналізів. Рівень довірчої ймовірності (Рд) – 95 %.

У третьому розділі «Дослідження технологічних процесів приготування та зброджування сусла на основі цукрового сорго» обґрунтовано використання цукрового сорго сорту Нектарний та гібриду Медовий F1 в технології оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв. Даний сорт та гібрид характеризуються високою продуктивністю зеленої маси та економічно вигідним вирощуванням. Для отримання

соку рекомендовано пресування стебел цукрового сорго на 3-х валковому пресі. В одержаних зразках соку визначали фізико-хімічні (табл. 1) та мікробіологічні показники. Досліджено амінокислотний склад, вміст вітамінів (табл. 2) та мінеральних речовин соку.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники соку цукрового сорго

Показники	Сорт та гібрид цукрового сорго	
	Нектарний	Медовий F1
Вміст сухих речовин (СР), %	18,0±0,2	16,8±0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т. ч. редукуючих цукрів, г/100 см ³	15,11±0,42	14,30±0,39
	3,62±0,12	2,94±0,10
Вміст крохмалю, г/100 см ³	1,5±0,1	1,3±0,1
Вміст геміцелюлоз і целюлози, г/100 см ³	0,70±0,03	0,40±0,02
Вміст загального азоту, мг/100 см ³	72,0±3,5	75,0±3,7
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	35,0±1,7	39,0±1,9
Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³	1,45±0,05	1,48±0,05
pH	5,30±0,05	5,16±0,04

З табл. 1 видно, що кількість загальних цукрів (14,30...15,11 г/100 см³), загального та амінного азоту (72,0...75,0 і 35,0...39,0 мг/100 см³ відповідно) у СЦС є достатньою для забезпечення вуглеводного та азотного живлення дріжджових клітин при зброджуванні суслу.

Експериментальні дані засвідчують наявність у СЦС високомолекулярних вуглеводів (ВМВ), зокрема, крохмалю, геміцелюлоз та целюлози, які ускладнюють фільтрування і погіршують якісні показники суслу. Ця обставина зумовила планування і проведення досліджень варіантів гідролізу ВМВ цукрового сорго.

Вміст вітамінів групи В у зразках соку досліджували методом капілярного електрофорезу, а вітаміну С – методом титрування розчином 2,6-дихлорфеноліндофенолятом натрію.

На рисунку 1 наведено електрофореграму вітамінного складу СЦС, а у табл. 2 представлено усереднені результати визначення вмісту вітамінів групи В за електрофореграмою та встановлення кількості вітаміну С у зразках СЦС.

Наведені дані засвідчують високий вміст у СЦС таких вітамінів як В₂, В₆, В₉ та С. При споживанні 250 см³ свіжого соку забезпечується добова потреба людини в даних вітамінах на, %: В₂ – 40,1...50,0; В₆ – 52,5...64,0; В₉ – 42,0...44,0; С – 44,7...49,7.

Мінеральний склад соку визначали атомно-абсорбційною спектрофотометрією. Отримані результати демонструють наявність у СЦС значної кількості калію та магнію – 238,70...259,16 мг/100 см³ та 29,21...31,05 мг/100 см³ відповідно. Із мікроелементів сік містить, мг/100 см³: залізо (2,56...2,67), цинк (1,04...1,13), мідь (0,15...0,16), марганець (0,27...0,35).

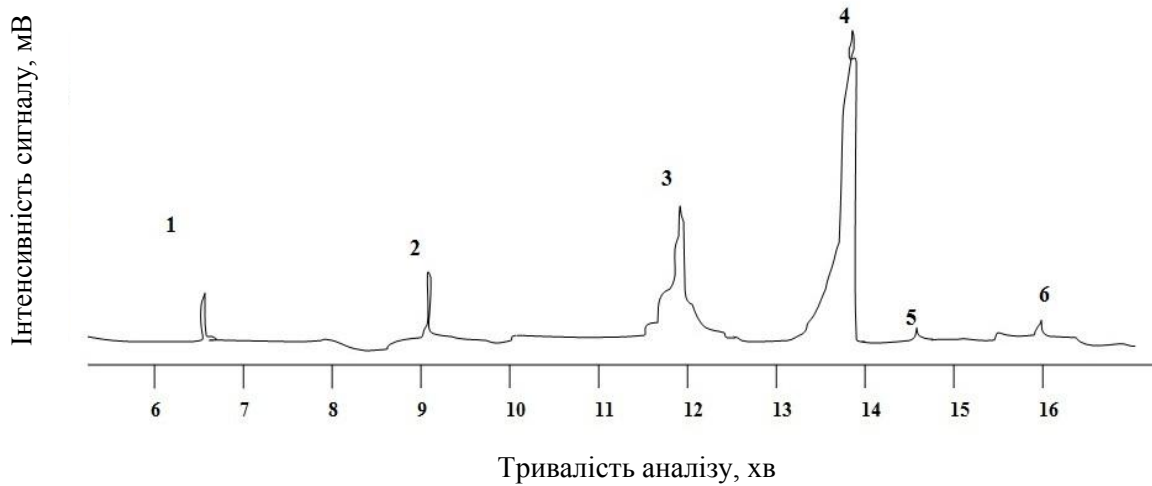


Рисунок 1 – Електрофореграма вітамінного складу соку цукрового сорго сорту Нектарний: 1 – В₁ (тіамінхлорид), 2 – В₂ (рибофлавін), 3 – В₆ (піридоксин), 4 – В₃ (пантотенова кислота), 5 – В₅ (нікотинова кислота), 6 – В₉ (фолієва кислота)

Таблиця 2 – Вітамінний склад соку цукрового сорго сорту Нектарний та гібриду Медовий F1

Вітаміни	Результати, мг/100 см ³	
	Нектарний	Медовий F1
В ₁ (тіамінхлорид)	0,173±0,006	0,151±0,005
В ₂ (рибофлавін)	0,366±0,017	0,292±0,013
В ₆ (піридоксин)	0,510±0,023	0,421±0,019
В ₃ (пантотенова кислота)	2,928±0,141	2,180±0,105
В ₅ (нікотинова кислота)	0,021±0,001	0,025±0,001
В ₉ (фолієва кислота)	0,045±0,003	0,042±0,003
С (аскорбінова кислота)	16,91±0,83	15,23±0,78

Проведені та проаналізовані дослідження повною мірою підтверджують перспективність використання соку обраних сортів цукрового сорго як сировини в технології ферментованих безалкогольних напоїв оздоровчого призначення.

Аналіз мікробіоти зразків соку не виявив бактерій групи кишкової палички, однак ідентифіковано бактерії родів *Bacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*. Також були виявлені дріжджі родів *Rhodotorula* та *Sacharomyces*. Отримані результати показали необхідність теплової обробки суслу на стадії його підготовки до процесу бродіння.

Беручи до уваги негативний вплив ВМВ соку на якість суслу, проведено серію досліджень щодо зниження їх вмісту у суслі під дією ферментних препаратів.

Досліджено два способи гідролізу крохмалю СЦС. Перший спосіб передбачав двостадійний гідроліз крохмалю з використанням спочатку термостабільної α -амілази ФП Tegamyl HS 70L, яку вносили у попередньо нагрітий сік до температури 80 °C у кількості 130...550 см³/т крохмалю (0,1...0,45±0,1 од/г АЗ) і витримували 20...40 хв.

Наступна стадія передбачала охолодження суслу до температури 55 °C і внесення глюकोамілази ФП Tegamyl GA 400L у кількості 660...1100 см³/т

крохмалю ($3,3...6,1 \pm 0,1$ од/г ГлЗ). Тривалість витримки – 15 хв. Результати експериментальних досліджень засвідчили (рис. 2), що максимальне зниження вмісту крохмалю досягається при внесенні ФП Tegamyl HS 70L у кількості $0,35 \pm 0,1$ од/г АЗ ($455 \text{ см}^3/\text{т}$ крохмалю) та Tegamyl GA 400L – $4,5 \pm 0,1$ од/г ГлЗ ($880 \text{ см}^3/\text{т}$ крохмалю). Також визначено, що оптимальний час дії ФП для повного гідролізу крохмалю соку для Tegamyl HS 70L становить 30 хв за температури 80°C , а для Tegamyl GA 400L – 15 хв за температури 55°C .

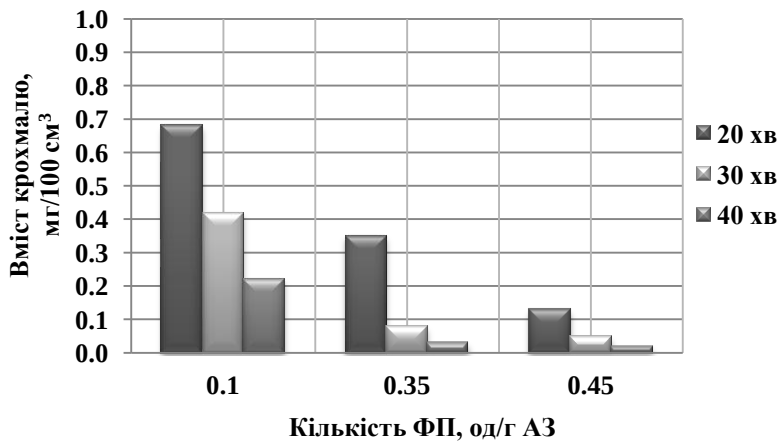


Рисунок 2 – Вміст крохмалю у соку цукрового сорго після гідролізу за різної тривалості дії та кількості α -амілази і при використанні ФП Tegamyl GA 400L у кількості $4,5 \pm 0,1$ од/г ГлЗ протягом 15 хв

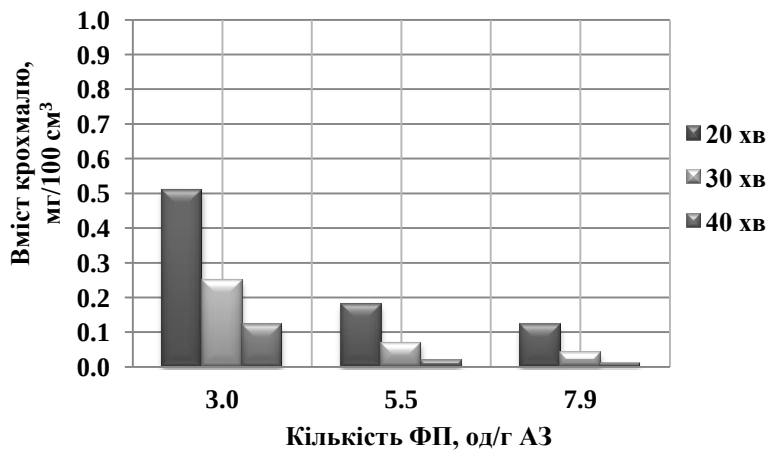


Рисунок 3 – Вміст крохмалю у соку цукрового сорго після гідролізу за різної тривалості дії та кількості ФП Tegamyl FAL

цукрів у суслі на 30...35-ту хвилину процесу гідролізу. В той же час, за першим способом гідролізу крохмалю із послідовною дією двох ФП максимальний вміст загальних цукрів накопичується лише на 45...50-ту хвилину гідролізу. Окрім того, суттєвим недоліком першого способу визнано значну тривалість процесу за підвищеної температури ($t = 80^\circ\text{C}$), що негативно впливатиме на вміст термолабільних вітамінів у готовому напої.

Другий спосіб проведення гідролізу крохмалю соку цукрового сорго передбачав використання ферментного препарату грибного походження комплексної дії Tegamyl FAL, який має α -амілазну та глюкоамілазну активності.

Зміни вмісту крохмалю у соку фіксували за різної тривалості дії Tegamyl FAL та кількості даного ФП (рис. 3). За отриманими результатами встановлено, що повний гідроліз крохмалю досягається внесенням у сік ФП Tegamyl FAL у кількості $140 \text{ см}^3/\text{т}$ крохмалю, що відповідає $5,5 \pm 0,1$ од/г АЗ та $1,6 \pm 0,1$ од/г ГлЗ і з подальшою витримкою за температури 55°C протягом 30...35 хв.

Порівняння результативності досліджуваних способів здійснювали за динамікою накопичення загальних цукрів у суслі (рис. 4). Так, другий спосіб гідролізу крохмалю з використанням одного ФП комплексної дії Tegamyl FAL за визначеними умовами забезпечує максимальне накопичення загальних

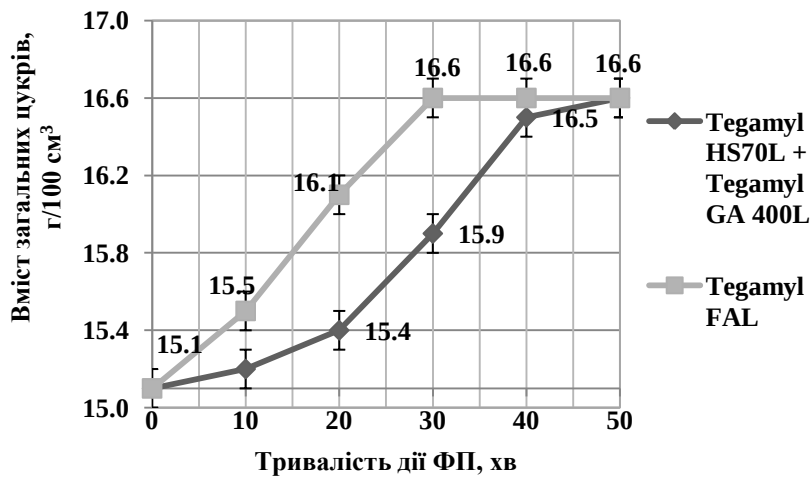


Рисунок 4 – Динаміка накопичення загальних цукрів у процесі гідролізу крохмалю під дією ферментних препаратів

глюканазною.

Цільовий параметр досліджень – рівень зниження кінематичної в'язкості суслу. Контрольний зразок – СЦС після дії ФП Tegamyl FAL за вищевказаною кількістю. Дані експериментів засвідчили зниження кінематичної в'язкості суслу під дією досліджуваних ФП у середньому на 10,1...14,5 %. Швидкість фільтрування при спільному використанні ФП Беталад та Tegamyl FAL збільшувалась у 1,2...2,4 рази, а при застосуванні ФП Ксилолад або Целлюлази разом з Tegamyl FAL – у 1,8...2,8 рази у порівнянні з контролем. Найкращі результати спостерігали при використанні ФП Ксилолад, який має найбільшу ксиланазну активність. При застосуванні даного ФП у кількості 20 см³/т сировини (0,4 од/г активності ксиланазу) кінематична в'язкість була найменшою і складала 1,35 мм²/с (рис.5).

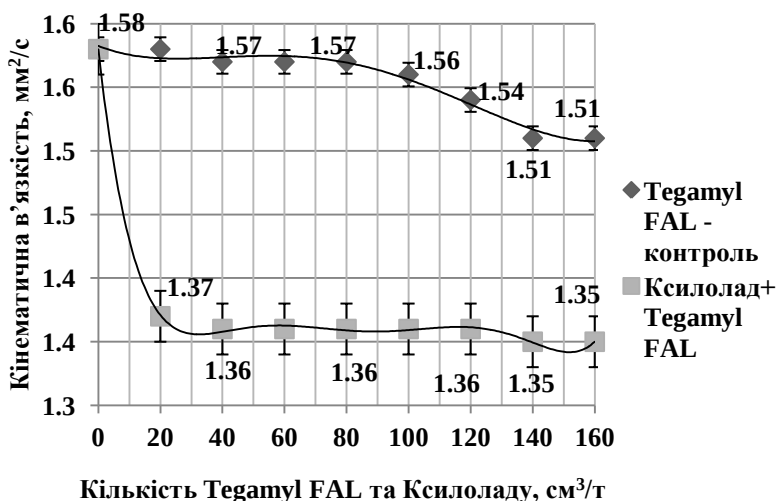


Рисунок 5 – Вплив ФП Ксилолад та Tegamyl FAL на показник кінематичної в'язкості суслу

між дозуванням ФП Ксилолад, тривалістю його дії та в'язкістю суслу (v). Вірогідність цільових функцій підтверджувалась розрахунком коефіцієнтом адекватності R^2 . Отримані залежності, окрім встановлення оптимальних режимів гідролізу дозволяють прогнозувати зміну кількості загальних цукрів суслу та його в'язкість

З даних таблиці 1 видно, що в СЦС з некрохмальних полісахаридів містяться целюлоза та геміцелюлози. Ця нерозчинна фракція ВМВ підвищує в'язкість суслу, ускладнює його фільтрування та освітлення.

У дослідженнях процесу гідролізу даних ВМВ було використано ФП з різними ферментативними активностями: Беталад – β -глюканазною, ксиланазною, целюлозною; Ксилолад – ксиланазною; Целлюлазу – целюлазною, ксиланазною, β -

За отриманими результатами можна стверджувати, що у соку цукрового сорго з геміцелюлоз переважають ксилани, які складаються із залишків β -D-ксилози, з'єднаних 1-4 зв'язками.

Методами математичної статистики отримана цільова функція зв'язку між керуючими факторами гідролізу, зокрема дозуванням Tegamyl FAL (x_1), тривалістю дії даного ФП (x_2) та вмістом загальних цукрів (C), а також цільова функція зв'язку

при виборі режимів переробки СЦС. Рівняння регресії, значення R^2 мають наступний вигляд:

$$\checkmark C = 67,4 - 1,47 \cdot x_1 + 0,58 \cdot x_2 + 23,7 x_1 \cdot x_2, \quad R^2 = 0,992,$$

де C – вміст загальних цукрів, г/100 см³; x_1 – дозування ФП Tegamyl FAL, см³/т;
 x_2 – тривалість дії ФП Tegamyl FAL, хв.

$$\checkmark v = 6,47 - 12,01 \cdot x_1 - 1,85 \cdot x_2 + 0,694 \cdot x_1 \cdot x_2, \quad R^2 = 0,984,$$

де v – кінематична в'язкість сусла, мм²/с; x_1 – дозування ФП Ксилолад, см³/т;
 x_2 – тривалість дії ФП Ксилолад, хв.

Аналіз відфільтрованих зразків сусла після гідролізу показує практично повну відсутність крохмалю та некрохмальних полісахаридів. Поряд з цим спостерігається високий вміст загальних цукрів – 15,5...16,6 г/100 см³ при вміст СР у суслі в межах 16,8...18,0 %.

Для зниження початкової концентрації СР та створення оптимальних умов стадії бродіння, сусло перед зброджуванням запропоновано розбавляти підготовленою водою до вмісту СР 10 % і підкислювати лимонною кислотою до рН 4,6...4,8.

Також нами отримані експериментальні дані досліджень альтернативної заміни лимонної кислоти на розбавлений до 10% СР концентрат яблучного соку (КЯС). Оцінювалися варіанти заміни сусла із СЦС на 10 ... 50 % КЯС, розбавленого до 10 % СР. Встановлено позитивний результат, який окрім регулювання кислотності середовища перед зброджуванням, сприятиме формуванню гармонійних смако-ароматичних характеристик та розширенню асортиментної лінійки ферментованих напоїв.

Досліджений вміст мікробіоти соку зумовив необхідність пастеризації сусла перед бродінням. Обґрунтовано раціональні режими пастеризації сусла, зокрема: температура 75...80 °С, тривалість – 15...20 хв. Такі режими дозволяють максимально зберегти БАР сировини, мінімізувати втрати вітаміну С, які за дослідними даними не перевищують 38 %.

При виборі рас дріжджів для зброджування сусла керувались їх фізіолого-біохімічними особливостями, зокрема седиментаційною властивістю та здатністю формувати високі органолептичні показники напоїв.

Встановлено параметри процесу зброджування сусла на основі СЦС з використанням пивоварних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 та 96, пивоварних сухих дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrew S-33 та хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси ЛК-14.

Визначальними критеріями закінчення стадії бродіння обрано показник кислотності при контрольованому зниженні вмісту сухих речовин. Так, кислотність готових напоїв, яка забезпечує їх високі органолептичні показники, повинна бути в межах 2,20...2,75 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ при вмісті спирту не більше 1,2 % об. Найважливішою та вирішальною ознакою при виборі оптимального режиму зброджування та раси дріжджів є органолептична оцінка ферментованих напоїв.

Встановлено режим зброджування сусла хлібопекарськими дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси ЛК-14. При внесенні засівних дріжджів у кількості 10±1,0 та 15±1,5 млн/см³ тривалість зброджування сусла за температури 25...28 °С складала 14...16 та 12...14 годин відповідно із накопиченням спирту до 1,2 % об.

На рис. 6 наведено динаміку зміни дійсних СР та спирту при зброджуванні сусла з СЦС дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 у кількості 4,5 млн/см³ (зразок № 1) та 6,5 млн/см³ (зразок № 2).

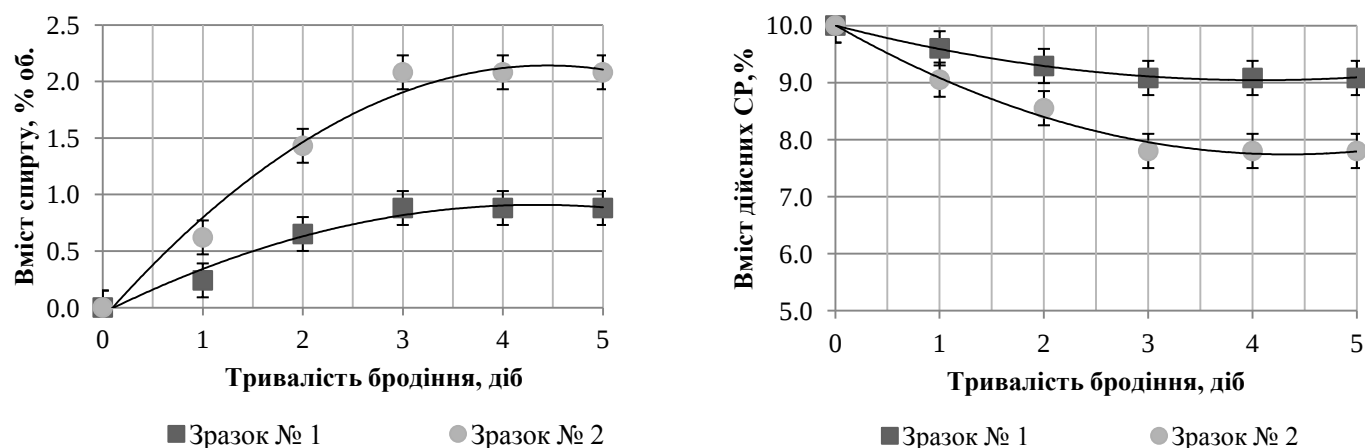


Рисунок 6 – Динаміка зміни вмісту спирту та дійсних сухих речовин у зразках сусла з СЦС при зброджуванні дріжджами *Sacch. cerevisiae* раси 11

Систематизація та узагальнення даних експериментальної роботи дозволило сформувати раціональні режими зброджування сусла всіма досліджуваними расами пивоварних дріжджів: тривалість бродіння – 2,5...3,0 доби за температури 10...12 °С та кількості засівних дріжджів 4,5±0,5 млн/см³, з наступним охолодженням та витримкою протягом 36...48 годин за температури 1...2 °С. Вказані режими забезпечують нормовані фізико-хімічні показники, седиментацію дріжджів, освітлення напою, формування смаку та аромату.

У таблиці 3 наведено узагальнені фізико-хімічні показники зразків сусла на основі СЦС, а також з частковою його заміною на КЯС (70÷30, 50÷50), зброджених пивоварними расами дріжджів за встановленими раціональними режимами.

Таблиця 3 – Фізико-хімічні показники зразків ферментованих напоїв, зброджених пивоварними расами дріжджів

Показники	100% сусла з СЦС	Із заміною на КЯС	
		30%	50%
Вміст дійсних СР, %	9,0...9,2	8,7...8,9	8,4...8,6
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т.ч. редукуючих цукрів, г/100 см ³	7,65...7,82	7,39...7,56	6,97...7,35
	2,76...3,03	1,84...1,87	1,25...1,32
Вміст амінного азоту, мг/100 см ³	11,52...12,63	8,69...9,52	6,76...7,55
Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм ³ на 100 см ³	2,35...2,46	2,55...2,67	2,90...3,05
рН	4,20...4,24	4,07...4,12	3,95...4,02
Вміст спирту, % об.	0,81...0,94	1,05...1,13	1,13...1,15

Слід зазначити, що у разі заміни частини сусла з СЦС розбавленим КЯС до 50% зразки, зброджені як пивоварними, так і хлібопекарськими дріжджами, мали підвищену кислотність, яка складала у середньому 2,90...3,05 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³.

За експериментальними даними встановлено, що термін зберігання непастеризованих ферментованих напоїв за температури не вище 12 °С становить 7 діб, що відповідає вимогам стандарту. Для підвищення стійкості рекомендовано короткочасну пастеризацію ферментованих напоїв за температури 72 °С тривалістю до 1 хв, що дозволяє подовжити термін зберігання до 30 діб без значних змін якісних показників.

У четвертому розділі «Оцінка якісних показників ферментованих напоїв на основі цукрового сорго та визначення їх оздоровчих властивостей» проведено аналіз вмісту летких побічних продуктів бродіння у дистилятах напоїв, зроблено оцінку органолептичних показників отриманих напоїв, встановлено їх відповідність вимогам стандарту та оцінені оздоровчі властивості розроблених ферментованих безалкогольних напоїв на основі цукрового сорго.

В роботі з метою формулювання остаточних рекомендацій щодо вибору раціональних параметрів процесу зброджування суслу та раси дріжджів, було здійснено дослідження органолептичних характеристик ферментованих напоїв, а також визначено вплив летких побічних продуктів бродіння на формування їх смако-ароматичних властивостей.

Аналіз органолептичних характеристик готових напоїв проводили за 25-ти бальною шкалою за такими показниками якості: прозорість, колір та зовнішній вигляд; смак і аромат; насиченість діоксидом вуглецю.

Встановлено, що ідентифіковані в дистилятах напоїв леткі побічні продукти бродіння знаходяться в концентраціях, що не перевищують їх порогових значень, проте впливають на смаковий профіль готових напоїв через можливий синергізм їх дії. Визначено, що при використанні різних рас дріжджів кількість окремих летких продуктів бродіння в напоях суттєво відрізняється (табл. 4).

Таблиця 4 – Вміст летких побічних продуктів бродіння у дистилятах напоїв на основі суслу з СЦС з заміною 30 % розбавленим КЯС при використанні різних рас дріжджів

Назва речовини, мг/дм ³	Раси дріжджів <i>Sacch. cerevisiae</i>			
	11	96	Safbrew S-33	ЛК-14
Ацетальдегід	0,377±0,016	0,579±0,020	0,291±0,011	0,260±0,009
Етилацетат	0,221±0,009	0,514±0,018	0,189±0,007	0,186±0,007
Н-пропанол	0,192±0,008	0,184±0,008	0,175±0,006	0,424±0,015
Ізобутанол	0,575±0,023	0,485±0,019	0,439±0,015	0,825±0,029
2-метил-1-бутанол	0,333±0,014	0,489±0,019	0,257±0,009	0,641±0,022
3- метил-1-бутанол	1,021±0,039	1,140±0,048	0,950±0,034	1,570±0,055

Так, наприклад, у напоях, зброджених хлібопекарськими дріжджами накопичуються значно більше вищих спиртів, ніж у всіх інших зразках. Ці напої за результатами органолептичної оцінки отримали незадовільний бал, оскільки характеризувались негармонійним смаком, відчутним дріжджовим присмаком та гіркотою.

Всі зразки напоїв, зброджені пивоварними дріжджами при внесенні їх у кількості 4,5±0,5 млн/см³, характеризувались повним, гармонійним кисло-солодким або солодко-кислим смаком з трав'яним та яблучним присмаком. Дані зразки отримали за результатами органолептичної оцінки високі бали (23...25 бали). За допомогою методу профілювання побудовано профілограми смаку і аромату напоїв.

На рис.7 наведено профілограми на прикладі таких зразків напоїв:

- зразок № 1 – напій на основі суслу з СЦС із заміною 50% розбавленим КЯС, зброджений пивоварними дріжджами *Sacch. cerevisiae* раси 11;
- зразок № 2 – напій на основі суслу з СЦС із заміною 30% розбавленим КЯС, зброджений пивоварними дріжджами *Sacch. cerevisiae* раси 11;
- зразок № 3 – напій на основі суслу з СЦС, зброджений хлібопекарськими дріжджами *Sacch. cerevisiae* раси ЛК-14;
- зразок № 4 – напій на основі суслу з СЦС, зброджений пивоварними дріжджами *Sacch. cerevisiae* раси 11.

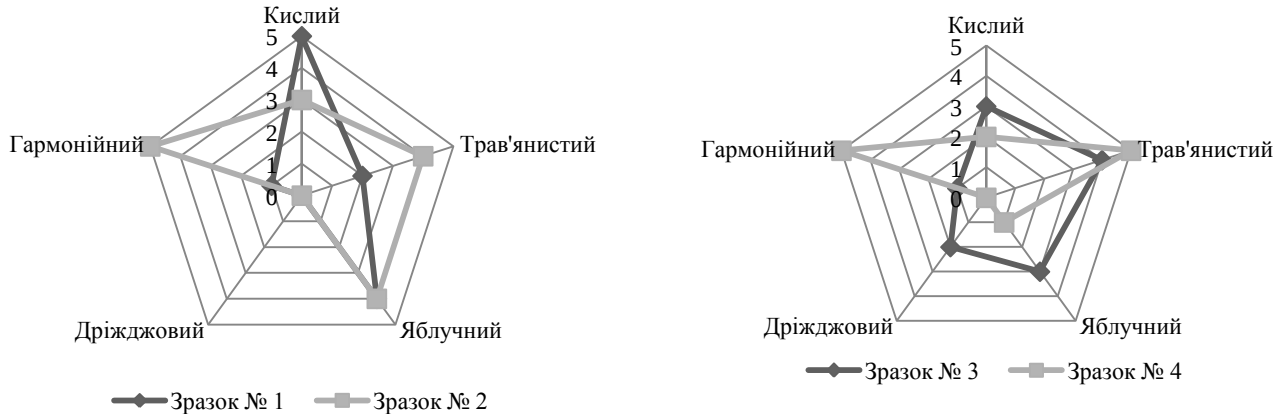


Рисунок 7 – Профілограми смаку і аромату ферментованих напоїв на основі цукрового сорго

На підставі проведених досліджень у виробництві оздоровчих ферментованих безалкогольних напоїв з гармонійним кисло-солодким смаком рекомендовано використовувати підкислене лимонною кислотою сусло з СЦС або сусло з заміною до від 10 до 40 % розбавленим КЯС. При цьому його зброджування рекомендовано здійснювати пивоварними дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* рас 11, 96 та Safbrew S-33 за визначеними у роботі раціональними режимами. Узагальнення експериментальних даних дослідження фізико-хімічних показників ферментованих напоїв дозволило встановити їх відповідність за якісними показниками вимогам ДСТУ 4069-2002 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови».

Оздоровчі властивості отриманих ферментованих безалкогольних напоїв визначали на підставі оцінки вмісту комплексу БАР, зокрема, вітамінів, макро- та мікроелементів.

У таблиці 6 наведено результати експериментальних досліджень по визначенню вмісту вітамінів групи В та вітаміну С на прикладі двох зразків напоїв: зразок № 1 – напій на основі СЦС; зразок № 2 – напій на основі СЦС з заміною 30 % розбавленим КЯС.

Встановлено, що під час зброджування суслу із СЦС відбувається збільшення вмісту вітаміну В₁ в середньому на 13,3...13,5%, В₂ – 7,8...7,9 %.

Визначено, що при споживанні готового непастеризованого напою у кількості 250 см³ забезпечується добова потреба людини у вітаміні В₁ на 18,8...24,4%, В₂ – 34,7...52,8%, В₃ – 23,5...30,9 %, В₆ – 41,0...52,6 %, В₉ – 23,8 %...32,9 % та у вітаміні С на 28,4...34,6%.

Також встановлено, що при споживанні 250 см³ готового непастеризованого напою забезпечується в середньому добова потреба людини у К на 20,7...26,9 %, у Са

на 4,3...6,2 %, у Mg на 12,8...17,0 %, у Fe на 36,2...37,0 %, у Zn на 8,6...15,8 %, у Cu на 7,7...21,2 %, у Mn на 11,3...17,1 %, у Co на 40,5...41,7%.

Таблиця 6 – Вітамінний склад напоїв на основі цукрового сорго

Вітаміни	Результати, мг/100 см ³	
	Зразок № 1	Зразок № 2
B ₁ (тіамінхлорид)	0,187±0,009	0,124±0,006
B ₂ (рибофлавін)	0,382±0,019	0,256±0,012
B ₆ (піридоксин)	0,410±0,020	0,325±0,016
B ₃ (пантотенова кислота)	2,291±0,110	1,740±0,083
B ₅ (нікотинова кислота)	0,012±0,001	сліди
B ₉ (фолієва кислота)	0,032±0,001	0,021±0,001
C (аскорбінова кислота)	11,78±0,57	8,62±0,39

Такий комплекс БАР дозволяє рекомендувати дані напої всім верствам населення як продукт оздоровчої дії щоденного вжитку, який дозволить запобігти розвитку аліментарних захворювань.

У п'ятому розділі «Розроблення технології оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго» описано технологію ферментованих напоїв на основі цукрового сорго, наведено технологічні схеми їх виробництва та результати промислових випробувань розробленої технології.

Апаратурно-технологічну схему виробництва ферментованих напоїв на основі СЦС та з заміною суслу від 10 до 40 % розбавленим КЯС наведено на рис. 8.

Технологія оздоровчих ферментованих напоїв на основі цукрового сорго передбачає наступні технологічні стадії. Стебло цукрового сорго пресують за допомогою валкового преса. Віджате стебло (багасу) відділяють і направляють на реалізацію. Отриманий сік очищують від зважених часток та використовують у технології напоїв. Після пресування у СЦС проводять гідроліз високомолекулярних вуглеводів. Для цього сік нагрівають до 45±1 °С, задають ФП Ксилолад з метою гідролізу геміцелюлоз та целюлози і витримують протягом 15...20 хв. Після чого сік підігрівають до температури 55±1 °С і вносять комплексний ФП амілолітичної дії Tegamyl FAL, за даної температури сік витримують протягом 30...35 хв. Після проведення гідролізу ВМВ сусло фільтрують і доводять підготовленою водою до вмісту СР 10%.

У разі використання КЯС його попередньо розбавляють підготовленою водою до вмісту СР 10 %. Передбачено заміну від 10 до 40 % суслу з СЦС розбавленим КЯС. Також передбачено виготовляти напої лише на основі СЦС. Для цього сусло з СЦС підкислюють 50 %-м розчином лимонної кислоти до рН 4,6...4,8.

Підкислене лимонною кислотою сусло або сусло з заміною розбавленим КЯС пастеризують за температури 75...80 °С протягом 15...20 хв.

Пастеризоване сусло охолоджують до температури 10...12 °С, вносять засівні дріжджі *Sacch. cerevisiae* раси 11 або 96, чи Saffbrew S-33 у кількості 4,5±0,5 млн/см³. Тривалість бродіння суслу складає 2,5...3,0 доби за температур 10...12 °С. Зброджене сусло охолоджують до температури 1...2 °С і витримують протягом 36...48 год з метою освітлення напоїв та формування гармонійного смаку та аромату. Осаджені дріжджі відділяють, а отримані напої направляють на фільтрування.

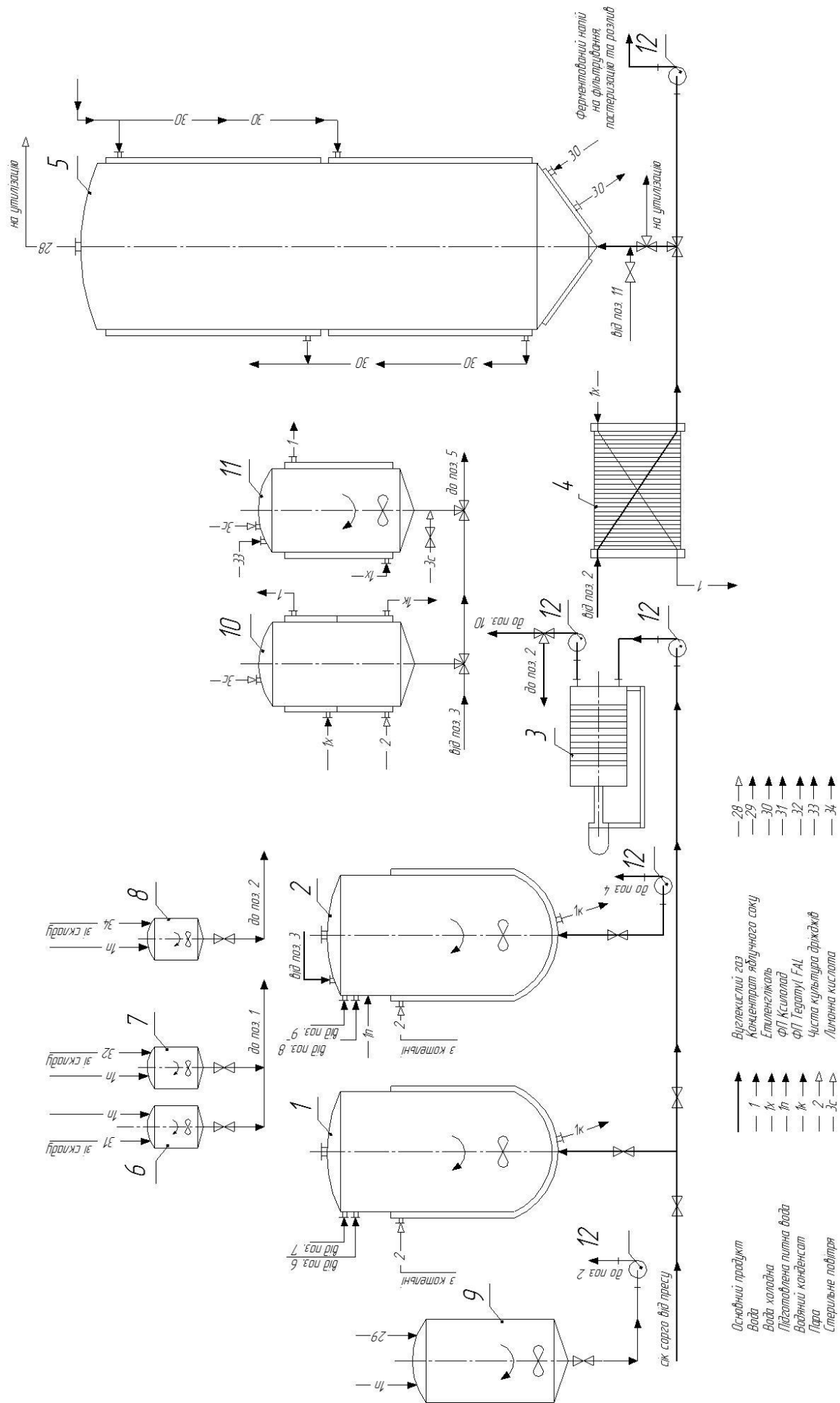


Рисунок 8 – Апаратурно-технологічна схема виробництва оздоровчих ферментованих напоїв на основі СЦС: 1,2 – апарати для приготування суслу, 3 – картонний фільтр-прес, 4– пластинчастий теплообмінник; 5– циліндро-конічний бродильний апарат, 6 – збірник ФП Ксиліолад, 7 – збірник ФП Тегатуї FAL, 8 – збірник для лимонної кислот, 9 – збірник для концентрату яблучного соку, 10 – стерилізатор суслу, 11 – пропагатор, 12 – відцентровий насос

За необхідності готові напої додатково карбонізують до вмісту діоксиду вуглецю – 0,35 % та розливають у споживчу тару.

За результатами досліджень органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників обґрунтовано термін зберігання ферментованих непастеризованих напоїв, який складає 7 діб з моменту виготовлення за температури зберігання не більше 12 °С. У разі отримання пастеризованих напоїв передбачено їх теплову обробку у пастеризаторі у потоці за температури 72±1 °С протягом 1 хв.

У «Додатках» дисертації наведено інформаційні таблиці, дані про розроблені патенти, проект нормативної документації, акти та протоколи виробничих випробувань технології на підприємстві безалкогольної галузі.

ВИСНОВКИ

На основі проведених аналітичних та експериментальних досліджень розроблено технологію оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго.

1. На підставі досліджень фізико-хімічних показників рекомендовано до використання в технології оздоровчих ферментованих напоїв цукрового сорго сорту Нектарний та гібриду Медовий F1.

2. Встановлено раціональні параметри процесу гідролізу високомолекулярних вуглеводів соку ферментними препаратами амілолітичної та цитолітичної дії, що дозволило підвищити швидкість фільтрування сусла, знизити його в'язкість та прискорити процес освітлення. Максимальний гідроліз крохмалю соку забезпечується при використанні комплексного ФП амілолітичної дії Tegamyl FAL у кількості 5,5±0,1 од./г АЗ та 1,6±0,1 од./г ГЛЗ за температури 55 °С протягом 30...35 хв, а повний гідроліз геміцелюлоз та целюлози забезпечується при використанні ФП Ксилалад в кількості 0,4 од/г активності ксиланази за температури 45 °С протягом 15...20 хв.

3. З метою забезпечення оптимальної кислотності сусла з соку цукрового сорго запропоновано підкислювати його 50%-м розчином лимонної кислоти до рН 4,6...4,8 або заміняти сусло від 10 до 40% розбавленим концентратом яблучного соку з вмістом СР 10%.

4. Визначено раціональні параметри пастеризації сусла, які забезпечують нормовані фізико-хімічні та мікробіологічні показники сусла при збереженні БАР вихідної сировини (температура – 75...80 °С, тривалість – 15...20 хв).

5. Визначено раціональні параметри зброджування сусла з СЦС пивоварними дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* рас 11, 96 та сухими пивоварними дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси Safbrew S-33 при внесенні їх у кількості 4,5±0,5 млн/см³: тривалість бродіння – 2,5...3,0 доби за температури 10...12 °С; охолодження та витримка зброженого сусла протягом 36...48 годин за температури 1...2 °С. При таких технологічних параметрах у напоях накопичується до 1,2 % об. спирту, забезпечується необхідна кислотність – 2,20...2,70 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³.

6. За зміною фізико-хімічних, мікробіологічними та органолептичних показників встановлено термін реалізації ферментованих непастеризованих напоїв – 7 діб з моменту виготовлення за температури зберігання не більше 12 °С. Для

підвищення терміну зберігання до 30 діб рекомендовано короткочасну пастеризацію за температури 72 ± 1 °C протягом 1 хв.

7. Визначено вміст БАР у напоях та зроблено оцінку забезпечення добової потреби людини в них при споживанні 250 см³ готового продукту. Отримані дані підтверджують оздоровчі властивості розроблених напоїв.

8. Розроблено технологічну схему виробництва оздоровчих ферментованих напоїв на основі цукрового сорго. Обґрунтованість технологічних параметрів підтверджена промисловою апробацією у виробничих умовах ТОВ «Дарл» (м. Одеса). Розроблено проект нормативної документації «Напої ферментовані на основі соку цукрового сорго» (ТУ У 15.9-02020938185:2014 та ТІ).

9. Встановлено, що приріст чистого прибутку від впровадження розробленої технології складає 14,3 тис. грн на 1000 дал напою.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Статті у фахових та іноземних виданнях:

1. Карпутіна Д.Д. Цукрове сорго – перспективна сировина в індустрії напоїв / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова, І.В. Мельник // Наукові праці ОНАХТ. – 2013. – № 44. – С. 282-285.

2. Карпутина Д. Исследование технологических процессов производства напитков оздоровительного направления на основе сахарного сорго / Д. Карпутина, Н. Фролова // Maisto chemija ir technologija / Kauno technologijos universiteto maisto insitutas. – 2014. – № 1. – С. 13-21. (**Литва, наукометрична база Index Copernicus**)

3. Карпутіна, Д.Д. Обґрунтування перспективності використання цукрового сорго в технології оздоровчих ферментованих напоїв / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова, С.І. Олійник // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 4. – С. 9-13.

4. Дослідження мікробіологічних і фізико-хімічних показників суслу в технології ферментованих безалкогольних напоїв на основі натуральної рослинної сировини / Д.Д. Карпутіна, С.М. Тетеріна, М.В. Карпутіна, А.В. Короленко // Наукові праці НУХТ. – 2014. – № 6, Т.20. – С. 49-55. (**Україна, наукометрична база РИНЦ**)

5. Розроблення ферментованих напоїв на основі цукрового сорго та концентрату яблучного соку / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова, К.Є. Королук, І.В. Мельник // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – 2015. – № 15, Т. 1. – С. 249-256.

6. Оцінка якісних показників цукрового сорго сорту Нектарний та гібриду Медовий в технології ферментованих напоїв оздоровчого напрямлення / Д.Д. Карпутіна, С.І. Олійник, С.М. Тетеріна, М.В. Карпутіна, А.В. Короленко // Наукові праці НУХТ. – 2015. – № 3, Т.21. – С. 228-235. (**Україна, наукометрична база РИНЦ**)

Патенти:

7. Пат. на винахід 110284 Україна, МПК А23L 2/02 (2006.01). Композиція ферментованого напою на основі рослинної сировини / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова: власн. НУХТ. – № u 2014 06555; заявл. 11.06.2014; опубл. 10.12.2015, Бюл. № 23.

8. Пат. на корисну модель 97187 Україна, МПК А23L 2/84 (2006.01). Композиція ферментованого безалкогольного напою / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова: власн. НУХТ. – № а 2014 заявл. 11.06.2014; опубл. 10.03.2015, Бюл. № 5.

Тези та матеріали конференцій:

9. Карпутіна Д.Д. Функциональный напиток брожения на основе сахарного сорго / Д.Д. Карпутіна, Н.А. Григоренко, Н.Э. Фролова // Технологии и продукты здорового питания. Функциональные пищевые продукты: X научно-практическая конференция с международным участием, 27-28 ноября, 2012 г.: материалы конференции. – М.: МГУПП, 2012 г. – С. 151-153.

10. Незнайко І.В. Дослідження фізико-хімічних показників соку та суслу цукрового сорго в технології слабоалкогольних напоїв / І.В. Незнайко, М.В., Карпутіна, Д.Д. Карпутіна // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 79-ї міжнар. наук. конф. молодих вчених і студ., 15-16 квітня 2013 р. – К.НУХТ, 2013 р. – С. 315- 316.

11. Карпутіна Д. Д. Новое направление в использовании сахарного сорго / Д.Д. Карпутіна, М.В. Карпутіна, Н. Е. Фролова // Пищевая наука, техника, технологии: материалы научной конференции с международным участием, 18-19 октября 2013 г., г. Пловдив. – 2013. – С. 464-468.

12. Карпутіна Д.Д. Аналіз придатності соку цукрового сорго для використання в індустрії напоїв / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 79-ї міжнар. наук. конф. молодих вчених і студ., 15-16 квітня 2013 р. – К.:НУХТ, 2013 р. – С. 21- 23.

13. Karputina M. Expansion of assortment of beverages with use of natural unconventional raw materials / M. Karputina, N. Frolova, D. Karputina // The Second North and East European Congress on Food. Book of abstracts, 26-29 may 2013 y. – К.:NUFT, 2013. – Р. 232.

14. The analysis of sweet sorghum juice microflora / Y. P. Ustymchuk, A.V. Korolenko, D.D. Karputina, S. N. Teterina // Биотехнология. Взгляд в будущее: материалы 3-й международной интернет-конференции, 25-26 марта 2014 г. – Казань: ТИБОУ, 2014. – С. 164-166.

15. Determination of microbiological and physicochemical characteristics of sweet sorghum and wort on its base in the non-alcoholic drinks technology / A.V. Korolenko, D.D. Karputina, S.N. Teterina, M.V. Karputina // Scientific horizons. Medicine. Biological sciences. Science and education LTD: materials of XI international research and practice conference, September 30 - October 7. – 2014. – V.8. – P. 73-78.

16. Карпутіна Д.Д. Дослідження впливу сортової приналежності цукрового сорго на якісні показники суслу в технології безалкогольних ферментованих напоїв / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 80-ї міжнар. наук. конф. молодих вчених і студ., 10-11 квітня 2014 р.– К.: НУХТ, 2014 р. – С. 20-21.

17. Карпутіна Д.Д. Використання цукрового сорго в якості нетрадиційної сировини в технології ферментованих безалкогольних напоїв / Д.Д. Карпутіна, Н.Е. Фролова // Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та

безпеки: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 22-23 травня 2014 р. – К.: НУХТ, 2014 р. – С. 72-73.

18. Оцінка мікробіологічних показників суслу в технології ферментованих напоїв на основі цукрового сорго та яблучного концентрату як додаткового інгредієнту/ А.В. Короленко, Д.Д. Карпутіна, С.М. Тетеріна, М.В. Карпутіна // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали міжнар. наук. конфр., присвяч.130-річчю НУХТ, 13-17 жовт. 2014 р. – К.: НУХТ, 2014. – С. 481.

19. Кудрявцева В. Вплив технологічних параметрів на вміст вітаміну С в безалкогольних ферментованих напоях на основі соку цукрового сорго / В. Кудрявцева, Д. Карпутіна, М. Карпутіна // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 81-ї міжнар. наук. конф. молодих вчених і студ., 23-24 квіт. 2015 р. – К.: НУХТ, 2015. – С. 209.

20. Карпутіна Д. Цукрове сорго – нетрадиційне джерело вітамінів та мінеральних речовин в технології харчових продуктів / Д.Карпутіна, Н. Фролова // Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 28-29 травня 2015 р. – К.: НУХТ, 2015. – С.84-85.

Особистий внесок: підбір і аналіз літературних джерел, проведення експериментальних досліджень, аналіз та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку [1-6, 9-20], проведення патентного пошуку, розроблення патентів, підготовка матеріалів до патентування [7-8].

АНОТАЦІЯ

Харгелія Д.Д. Технологія оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2016.

Дисертація присвячена актуальному питанню – розробленню технології оздоровчого ферментованого напою на основі нетрадиційної сировини цукрового сорго, яка є цінним джерелом біологічно активних речовин.

Експериментально визначено оптимальне дозування та тривалість дії ферментних препаратів амілолітичної та цитолітичної дії для гідролізу високомолекулярних вуглеводів соку і отримання суслу високої якості.

Встановлено режим пастеризації суслу, який забезпечує нормовані фізико-хімічні, мікробіологічні показники суслу та максимальне збереження БАР вихідної сировини. Визначено оптимальне співвідношення розбавленого концентрату яблучного соку та суслу з соку цукрового сорго в рецептурі ферментованих напоїв.

Підібрано раси дріжджів та розроблено оптимальний режим зброджування суслу з соку цукрового сорго та суслу з частковою заміною концентратом яблучного соку. Визначено вміст летких побічних продуктів бродіння у дистилятах ферментованих напоїв, зброджених різними расами дріжджів, та встановлено їх вплив на смак і аромат напоїв. Проведено комплексну оцінку харчової цінності ферментованих

напоїв на основі цукрового сорго та доведено їх оздоровчі властивості. Розроблено проект нормативної документації на ферментовані напої.

Ключові слова: ферментовані напої, цукрове сорго, концентрат яблучного соку, біологічно активні речовини, дріжджі.

АННОТАЦІЯ

Харгелія Д.Д. Технологія оздоровительного ферментованого напінка на основі сахарного сорго. – 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, Киев, 2016.

Диссертационная работа посвящена актуальному вопросу – разработке технологии оздоровительного ферментованого напінка на основе нетрадиционного сырья сахарного сорго, которое является ценным источником биологически активных веществ. На основании результатов исследований рекомендовано к применению в технологии оздоровительных напінков сорт сахарного сорго Нектарный и гибрид Медовый F1.

Предложено дополнительную обработку сока сахарного сорго ферментными препаратами амилалитического и цитолизического действия, а именно Tegamyl FAL в количестве $5,5 \pm 0,1$ ед/г АС и $1,6 \pm 0,1$ ед/г ГлС и Ксилолад в количестве 0,4 ед/г ксиланазной активности. В результате такой обработки повышается скорость фильтрования, улучшается осветление сусла, снижается его вязкость.

Обосновано замену сусла из сока сахарного сорго разбавленным концентратом яблочного сока в количестве до 40%, что обеспечивает необходимую кислотность сусла и позволяет расширить ассортимент напінков. Также предусмотрено изготавливать напінки только на основе сока сахарного сорго. Для этого предложено подкислять сусло 50%-ным раствором лимонной кислоты до pH 4,6...4,8.

Установлен режим пастеризации сусла, который обеспечивает нормативные физико-химические, микробиологические показатели сусла и максимальное сохранение биологически активных веществ исходного сырья.

Обоснован выбор рас дрожжей для сбраживания сусла исходя из их физиолого-биохимических особенностей, в частности седиментационных свойств и способности формировать высокие органолептические показатели напінков.

Разработан оптимальный режим сбраживания сусла на основе сахарного сорго пивоваренными дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* рас 11 и 96, а также сухими пивоваренными дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* расы Safbrew S-33. Рекомендован следующий режим сбраживания сусла: продолжительность брожения – 2,5...3,0 суток при температуре 10...12 °С, охлаждение и выдержка сброженного сусла в течение 36...48 часов при температуре 1...2 °С, что обеспечивает седиментацию дрожжей, осветление напінка, формирование вкуса и аромата. При таком режиме в напінках накапливается до 1,2 % об. спирта, содержание сухих веществ уменьшается на 1,1...1,5 %, обеспечивается необходимая кислотность.

За результатами газохроматографического анализа сделана сравнительная оценка содержания летучих побочных продуктов брожения в дистиллятах ферментованых напінков на основе сусла сахарного сорго, сброженных

различными расами дрожжей. Установлено, что при использовании пивоваренных рас дрожжей концентрация ароматических соединений в сброженном сусле является оптимальной для формирования гармоничного вкуса и аромата ферментированных напитков.

Определено содержание биологически активных веществ в напитках и осуществлена оценка обеспечения суточной потребности человека в них при потреблении 250 см³ готового продукта. Полученные данные подтверждают оздоровительные свойства разработанных напитков.

Разработана технология оздоровительных ферментированных напитков на основе сахарного сорго. По результатам теоретических и экспериментальных исследований создана композиция ферментированного безалкогольного напитка (патент Украины на изобретение № 110284) и композиция ферментированного напитка на основе растительного сырья (патент Украины на полезную модель № 97188). Разработан проект нормативной документации на ферментированные напитки. Обоснованность технологических параметров подтверждена промышленной апробацией в производственных условиях на ООО «Дарл» (г. Одесса).

Ключевые слова: ферментированные напитки, сахарное сорго, концентрат яблочного сока, биологически активные вещества, дрожжи.

ANNOTATION

D.D. Khargeliia. Technology of a healthy fermented beverage based on sweet sorghum. – The manuscript.

Thesis for obtaining PhD in Technical Sciences, Specialization 05.18.05 – Technology of Sugary Substances and Fermentation products. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2016.

The thesis is devoted to the topical issue related to the development of technology of a healthy fermented beverage based on non-traditional material of sweet sorghum, which is a valuable source of biologically active substances.

Optimal dosage and effective duration of amylolytic and cytolytic enzymes, used for hydrolysis of macromolecular juice carbohydrates and obtaining high-quality wort, have been determined experimentally.

Wort pasteurization mode ensuring standardized physical, chemical and microbiological parameters of wort and maximum preservation of feedstock BAS has been set.

The optimal ratio of apple juice concentrate and sweet sorghum juice wort is defined in the fermented beverage formula.

Appropriate yeast races have been selected and the optimal mode for fermentation of sweet sorghum juice wort and wort with partial substitution for apple juice concentrate has been developed. The content of volatile fermentation products has been identified in distillates of beverages, fermented by yeast of different races, and their influence on beverage taste and aroma has been determined.

The paper presents comprehensive assessment of nutritional value of the fermented beverages based on sweet sorghum and proves their revitalizing effect.

Key words: fermented beverages, sweet sorghum, apple juice concentrate, biologically active substances, yeast.