
БЕЗПЕЧНІСТЬ І ЯКІСТЬ ФЕРМЕНТОВАНИХ НАПОЇВ НА ОСНОВІ НЕТРАДИЦІЙНОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

Карпуніна М. В., Вітряк О. П.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-445-0-13>

ВСТУП

Забезпечення якості харчової продукції є основою продовольчої безпеки держави і важливим фактором збереження здоров'я нації. У галузі харчової промисловості впроваджуються новітні технології переробки сировини, розширюється асортимент продукції. Тому в багатьох європейських країнах і в США питання, пов'язані з нормалізацією харчування, поставлені на рівні державної політики, а більше ніж 20 країн світу мають конкретні національні програми щодо харчування. В Україні з метою забезпечення потреб різних верств населення раціональним, збалансованим і безпечним харчуванням прийнято низку законів України^{1,2,3}.

Науково-технічний прогрес дозволяє цілеспрямовано створювати продукти харчування із заданими властивостями, у тому числі і такими, які впливають на відновлення фізичного здоров'я людини. Сьогодні актуальними завданнями, які ставлять перед собою дослідники і практики у галузі виробництва безалкогольних напоїв, є застосування нових фізіологічно значущих видів сировини, отримання якісних, оригінальних та безпечних напоїв з певними оздоровчими властивостями. Такою нетрадиційною сировиною, яка дозволяє

¹ Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: Закон України від 10 липня 2018 р. № 2496-VIII. Редакція Закону від 26.10.2023 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text> (дата звернення: 19.03.2024).

² Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23 грудня 1997 р. №771/97-ВР. Редакція Закону від 22.07.2014р. № 1602 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-ВР>

³ Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин: Закон України від 18 травня 2017 р. №2042-VIII. Редакція Закону від 31.12.2023 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text>.

створити цілу асортиментну лінійку напоїв нового покоління, збагачених біологічно активними речовинами (БАР) є цукрове сорго. На основі цієї сировини можна отримати як напої купажування, так і безалкогольні ферментовані напої, характерною ознакою яких є присутність технологічної стадії зброджування. Завдяки процесу бродіння сушло під дією мікроорганізмів біотрансформується в напій або його основу, при цьому вміст етанолу не перевищує 1,2% об. (за вимогами ДСТУ 4069:2016 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови»).

При впровадженні нових технологій та рецептур напоїв важливим фактором ефективного управління якістю та безпечністю продукції на підприємстві є забезпечення вимог міжнародних стандартів до систем менеджменту якості, безпеки харчової продукції (НАССР), екологічного менеджменту, менеджменту безпеки праці та охорони здоров'я, енергоефективності, соціальної відповідальності та інформаційної безпеки^{4,5,6}. Система НАССР, яка сьогодні є обов'язковою у виробництві безпечних харчових продуктів в Україні, дозволяє встановлювати та аналізувати небезпечні фактори на кожному технологічному етапі з метою виявлення можливих ризиків отримання невідповідної продукції.

У зв'язку з цим при розробленні та впровадженні технології виробництва безпечних безалкогольних напоїв на основі рослинної сировини вагомим важелем управління якістю та безпечністю готового продукту є контроль мікробіологічних та фізико-хімічних показників напівпродуктів виробництва.

Використання у виробництві безалкогольних напоїв соку цукрового сорго (СЦС), як основи в рецептурі продукту, дозволить отримати високоякісний напій, збагачений біологічно активними речовинами^{7,8}. У свою чергу застосування у складі безалкогольних напоїв на основі СЦС традиційних видів сировини, таких як плодово-ягідні концентрати,

⁴ Rampini G.H., Berssaneti G.H., Saut A.M. Insertion of Risk Management in Quality Management Systems with the Advent of ISO 9001:2015: Descriptive and Content Analyses. *Industrial Engineering and Operations Management II*. 2019. Vol. 281. P. 209-221. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14973-4_20

⁵ Kregiel, D. Health Safety of Soft Drinks: Contents, Containers, and Microorganisms. *BioMed Research International*. 2015. Vol. 2015. 15 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/128697>

⁶ Clotteau M. *Alicyclobacillus* spp. Control in the Fruit Juice Industry. *Pall Food and Beverage. Technical Bulletin*. 2014. P. 1-15.

⁷ Григоренко Н.О., Гусятинська Н.А., Вакулук П.В. Удосконалення технології цукровального соргового сиропу з використанням мембранних методів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. Т. 26. № 1. С. 142-152.

⁸ Содікова Ш.А., Додаєв К.О. Розробка технології отримання соків із стебла різних сортів цукрового сорго і дослідження хімічного складу. *Universum: технічні науки*. 2021. № 3(84). С. 82-85. DOI: 10.32743/UniTech.2021.84.3-2.82-86.

сприятиме покращенню їх органолептичних показників та розширенню асортименту.

1. Цукрове сорго як нетрадиційна сировина для ферментованих напоїв

При виборі нетрадиційної сировини для створення нових безпечних та якісних безалкогольних напоїв перевагу слід віддавати таким культурам рослин, які є легко відновлюваними та культивування яких буде економічно вигідним. Для України перспективною сировиною з цієї точки зору є цукрове сорго⁹.

Цукрове сорго (*Sorghum saccharatum*) – це однолітня, високоросла сільськогосподарська культура, яка належить до роду трав'янистих рослин, родини злакових. Здатність даної сільськогосподарської рослини акумулювати велику кількість розчинних цукрів робить його потенційною сировиною для харчової промисловості. Результати досліджень вчених ряду країн свідчать, що на сьогодні в природі не існує іншої рослини, котра могла б так швидко синтезувати сахарозу¹⁰.

Цукрове сорго є непримхливою культурою до кліматичних умов та складу ґрунтів. Воно містить у своїх стеблах від 14 до 22% загальних цукрів. Стебло сорго цукрового на 1–15% складається з клітковини та на 85–90% із водного розчину. У складі загальних цукрів соку переважають сахароза (55–75%), глюкоза та фруктоза (25–45% від кількості загальних цукрів), а також високомолекулярні сполуки (3–6,% до маси сухих речовин), зокрема, крохмаль – 0,2–3%, білки – 2,6–2,9%, пектинові речовини – 0,4–0,60%. У складі соку сорго міститься 19 амінокислот, з них 7 незамінних, та значна кількість макро– і мікроелементів; рН соку 4,8–5,2¹¹. Середня врожайність зеленої маси цукрового сорго становить 40–60 т/га. Сьогодні цукрове сорго застосовується у світі в технології біоетанолу, а також, у виробництві харчового цукрового сиропу та напоїв^{12,13}. Наявність у складі соку макро- і мікроелементів, вітамінів групи В, вітаміну С, незамінних амінокислот робить дану сировину

⁹ Фадеева Л.В. Сорго сьогодні і завтра. Частина 2. Використання в харчових, кормових, технічних цілях і особливості вирощування. AgroONE. 2019. № 7(44). С. 14-16.

¹⁰ Григоренко Н.О., Гусятинська Н.А., Вакулюк П.В. Удосконалення технології цукровмісного соргового сиропу з використанням мембранних методів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2020. Т. 26. № 1. С. 142-152.

¹¹ Гунчак Т. І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах Південно-західного Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2014. Вип. 21. С. 240-244.

¹² Фадеева Л.В. Сорго сьогодні і завтра. Частина 2. Використання в харчових, кормових, технічних цілях і особливості вирощування. AgroONE. 2019. № 7(44). С. 14-16.

¹³ Кусяк Г.Т., Думанська Ю.А., Кучерява В.А. Використання цукрового сорго, як біоенергетичної культури при виробництві біоетанолу. Екологічні проблеми традиційних і альтернативних видів енергії. Горбуновські читання. Чернівці: ЧФ НТУ «ХП». 2014. С. 56-58.

досить привабливою у виробництві оздоровчих безалкогольних напоїв^{14,15}.

Питанням технології виробництва безалкогольних напоїв на основі різноманітних видів нетрадиційної сировини займаються вчені з різних країн світу, що робить цей напрям перспективним з точки задоволення потреб споживачів^{16,17}. Усе популярнішими стають ферментовані безалкогольні напої на основі рослинної сировини. Ці нові напої мають у своєму складі більше біологічно активних речовин, ніж традиційні, але менші антимікробні бар'єри у зв'язку з більшою концентрацією поживних речовин, меншою кислотністю (рН вище 3,5–4,0) або нижчим рівнем карбонізації. У зв'язку із цим, технологія приготування суслу на основі нетрадиційної сировини, а саме цукрового сорго, потребує ретельного дослідження і дозволить розробити безпечні високоякісні напої із значним вмістом БАР^{18,19}.

Критеріями вибору сорту цукрового сорго для досліджень було визначення його відповідності вимогам щодо хімічного складу, зокрема вмісту цукрів та БАР, рекомендацій вітчизняних селекціонерів стосовно продуктивності та умов вирощування в кліматичних зонах України. Одним з найбільш перспективним за цими критеріями виявився сорт цукрового сорго Цукрове 1. Даний сорт занесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2015 р.

Сорт характеризується максимальною врожайністю зеленої маси (45 т/га), високою часткою загальних цукрів (17–22%) у соку стебел та значним виходом цукрів з 1 га (до 10,22 т). Сорт слабо реагує на прохолодні періоди весни; слабо пошкоджується злаковими попелицями, добре реагує на зрошення та добрива. Рекомендований для виробництва рідкого цукру²⁰.

¹⁴ Григоренко Н.О., Гусятинська Н.А., Вакулюк П.В. Удосконалення технології цукровмісного соргового сиропу з використанням мембранних методів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2020. Т. 26. № 1. С. 142-152.

¹⁵ Содікова Ш.А., Додаєв К.О. Розробка технології отримання соків із стебла різних сортів цукрового сорго і дослідження хімічного складу. *Universum: технічні науки*. 2021. № 3(84). С. 82-85. DOI: 10.32743/UniTech.2021.84.3-2.82-86.

¹⁶ Фадеева Л.В. Сорго сьогодні і завтра. Частина 2. Використання в харчових, кормових, технічних цілях і особливості вирощування. *AgroONE*. 2019. № 7(44). С. 14-16.

¹⁷ Кусяк Г.Т., Думанська Ю.А., Кучерява В.А. Використання цукрового сорго, як біоенергетичної культури при виробництві біоетанолу. Екологічні проблеми традиційних і альтернативних видів енергії. Горбуновські читання. Чернівці: ЧФ НТУ «ХП». 2014. С. 56-58.

¹⁸ Kregiel, D. Health Safety of Soft Drinks: Contents, Containers, and Microorganisms. *BioMed Research International*. 2015. Vol. 2015. 15 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/128697>

¹⁹ Clotteau M. *Alicyclobacillus* spp. Control in the Fruit Juice Industry. *Pall Food and Beverage. Technical Bulletin*. 2014. P. 1-15.

²⁰ Григоренко Н.О., Гусятинська Н.А., Вакулюк П.В. Удосконалення технології цукровмісного соргового сиропу з використанням мембранних методів. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2020. Т. 26. № 1. С. 142-152.

Аналіз соку цукрового сорго, як основи для напоїв, є важливим технологічним етапом, а його фізико-хімічні та мікробіологічні показники визначають та забезпечують якість майбутнього напою. У наших дослідженнях для оцінки цих показників було використано сучасні методи технохімічного контролю цукрової, пиво-безалкогольної галузі та широко розповсюджені методи мікробіологічного аналізу²¹.

Аналіз мікробіологічних показників зразків проводили шляхом висіву їх розведень з використанням наступних поживних середовищ: МПА, МПА з 10% глюкози, сушений агар, Кеслера, ЕНДО та MRS. Після термостатування колонії підраховували, виділяли ізольовані морфотипи та здійснювали дослідження їх морфолого-культуральних та фізіолого-біохімічних ознак методом «роздавлена крапля»^{22,23}.

Результати експериментальних досліджень піддавалися статистичній обробці з використанням стандартних пакетів програм Microsoft Office.

В результаті проведених досліджень були визначені фізико-хімічні і мікробіологічні показники соку цукрового сорго (СЦС) Цукрове 1 (табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники соку цукрового сорго сорту Цукрове 1

№ пор.	Назва показника	Значення
1	Масова частка сухих речовин, %	19,0 ± 0,2
2	Масова частка загальних цукрів, г/100 см ³	16,1 ± 0,1
3	Масова частка редукуючих речовин, г/100 см ³	3,5 ± 0,1
4	Масова частка крохмалю, г/100 см ³	1,4 ± 0,1
5	Масова частка целюлози і геміцелюлози, г/100 см ³	0,8 ± 0,1
6	Загальний азот, мг/100 см ³	65,0 ± 0,1
7	Амінний азот, мг/100 см ³	33,0 ± 0,1
8	Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH конц. 1 моль/дм ³ на 100 см ³ соку	1,6 ± 0,1
9	pH	5,10
10	Вміст мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФAM), КУО/см ³	1,5·10 ⁵
11	Спороутворювальні бактерії, КУО/см ³	8,1·10 ³
12	Дріжджі, КУО/см ³	1,6·10 ³

Слід зазначити, що у соці цукрового сорго не було виявлено бактерій групи кишкової палички БГКП (колі-форми), умовно-патогенних

²¹ Корольок Т.А., Усатюк С.І., Костінова Т.А. Методи контролю харчових продуктів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2017. 146 с.

²² Соломон А.М., Казмірук Н.М., С.Д. Тузова. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посібник. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.

²³ Карпугіна, М. В., Вітряк, О. П., Олійник, С. І., Романова, З. М., Харгелія, Д. Д. & Тетеріна, С. М. Дослідження мікробіологічних показників суслу з цукрового сорго та яблучного концентрату як сировини у виробництві безпечних харчових продуктів. SWorldJournal. Issue 11. Part 1. P. 30-34. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-11-01-032>

мікроорганізмів, у тому числі коагулазопозитивні стафілококів (*Staphylococcus aureus*) та патогенних мікроорганізмів, у тому числі сальмонели. Це є важливим елементом в оцінці якості соку, адже саме ці групи мікроорганізмів поряд з МАФАМ, спороутворювальними бактеріями та дріжджами характеризують харчові продукти щодо відповідності гігієнічним вимогам.

Фактично такий склад даного напівпродукту дозволить застосувати його не тільки для виробництва безалкогольних сокових напоїв²⁴, а й у виробництві ферментованих безалкогольних напоїв, збагачених БАР рослинної сировини.

2. Безпечність і якість ферментованих напоїв на основі сорго

В різних країнах світу в домашніх умовах або на крафтових виробництвах виготовляються популярні серед населення напої бродіння із застосуванням різноманітної рослинної сировини та мікроорганізмів. Серед них можна виділити: хлібний квас, комбучу, напої, отримані із використанням рисового гриба, різноманітної рослинної сировини тощо. Такі напої різняться за складом, використаними мікроорганізмами, умовами зброджування і, як наслідок, смаковими характеристиками. Однак, їх об'єднує те, що вони є ферментованими напоями, технологія яких містить процес бродіння. Вони відносяться до натуральних продуктів функціонального призначення, які здатні поліпшувати загальний стан здоров'я людини та покращувати діяльність організму. Технологія приготування таких напоїв ґрунтується на використанні натуральної сировини та мікроорганізмів визначеного складу. Під час життєдіяльності таких мікроорганізмів утворюється комплекс корисних для організму людини біологічно активних речовин, таких як органічні кислоти, амінокислоти, вітаміни, ферменти та інші.

Перспективним є використання соку цукрового сорго та фруктових концентратів, а саме яблучного концентрованого соку, як основи для виготовлення ферментованих безалкогольних напоїв. У виробництві безалкогольних напоїв особливу увагу приділяють якості і безпечності сировини. Зважаючи на використання визначених мікроорганізмів у процесі бродіння, сусло для виробництва ферментованих напоїв має відповідати додатковим вимогам.

Мета досліджень полягала у визначенні фізико-хімічних та мікробіологічних показників сусла, як напівпродукту, на основі СЦС сорту Цукрове 1 та яблучного концентрату, встановлення параметрів

²⁴ Карпугіна М.В., Харгелія Д.Д., Вітряк О.П. Безпечність і якість напоїв на основі сорго. Міжнародний науково-практичний журнал "Товари і ринки". 2022. № 3(43). С. 99-107. [https://doi.org/10.31617/2.2022\(43\)08](https://doi.org/10.31617/2.2022(43)08)

пастеризації сусла з даної сировини з метою отримання безпечних та високоякісних ферментованих безалкогольних напоїв у відповідності до вимог системи НАССР.

У складі сусла для приготування напою у дослідженнях було використано розбавлений (відновлений) стерильною бутильованою водою до вмісту сухих речовин $10 \pm 1\%$ концентрат яблучного соку виробництва АПК «Петриковський консервний завод», з початковим вмістом сухих речовин $68 \pm 2\%$ ²⁵. Співвідношення сусла з СЦС з вмістом СР в кількості $10 \pm 1\%$ та відновленого яблучного соку складало 70% та 30% відповідно.

Оскільки СЦС містить у своєму складі високомолекулярні сполуки, а саме крохмаль, целюлозу і геміцелюлозу з метою збільшення вмісту редуруючих речовин, покращення умов фільтрування та підвищення колоїдної стійкості готового напою, сік сорго перед купажуванням з підготовленою водою та розбавленим концентратом піддавали ферментативному гідролізу за оптимальних умов дії цитолітичних і амілолітичних ферментних препаратів Ламінекс Супер, Амілекс 3Т та Діазим Х4, виробник «Danisco».

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники непастеризованого сусла на основі прогідролізованого та профільтрованого СЦС та відновленого яблучного соку представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні та мікробіологічні показники сусла на основі СЦС та відновленого яблучного соку

№ пор.	Назва показника	Значення
1	Масова частка сухих речовин, %	$10,0 \pm 0,2$
2	Масова частка загальних цукрів, г/100 см ³	$8,9 \pm 0,1$
3	Масова частка редуруючих речовин, г/100 см ³	$3,3 \pm 0,1$
4	Масова частка крохмалю, г/100 см ³	-
5	Масова частка целюлози і геміцелюлози, г/100 см ³	-
6	Амінний азот, мг/100 см ³	$27,0 \pm 0,1$
7	Загальна кислотність, см ³ розчину NaOH конц. 1 моль/дм ³ на 100 см ³ соку	$2,2 \pm 0,1$
8	pH	4,50
9	Вміст мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ), КУО/см ³	$8,4 \cdot 10^4$
10	Спороутворювальні бактерії, КУО/см ³	$5,3 \cdot 10^3$
11	Дріжджі, КУО/см ³	$1,2 \cdot 10^3$

²⁵ Інноваційні напрями розвитку харчових технологій : колективна монографія / за заг. ред. Н.А. Нагурної. Черкаси: ЧДТУ, 2020. 154 с.

Як видно з даних фізико-хімічних показників сусла його якість забезпечується достатнім вмістом цукрів, відсутністю крохмалю, целюлози та геміцелюлози, підвищеною кислотністю. Наявність у складі сусла амінного азоту у кількості $27,0 \pm 0,1$ мг/100 см³, до складу якого входять амінокислоти та пептиди з низькою молекулярною масою, є достатнім для забезпечення азотного живлення для дріжджів.

При цьому слід відмітити, що наявність у суслі достатньої кількості мікроорганізмів може призвести до псування напоїв або спричинити небажаний перебіг процесу зброджування сусла у разі виготовлення ферментованого напою. У зв'язку з цим було обрано оптимальний режим пастеризації сусла, який з одного боку забезпечив зменшення вмісту мікроорганізмів до нормованої кількості, а з другого боку не спричинив суттєвого зменшення біологічно-активних речовин у суслі, зокрема, вітамінів та амінокислот.

У табл. 3 відображено динаміку зменшення кількості МАФАМ, споруотворювальних бактерій та дріжджів в залежності від тривалості процесу пастеризації сусла за температури $78 \pm 2,0$ °С.

Таблиця 3

Динаміка вмісту мікроорганізмів сусла на основі СЦС в залежності від тривалості процесу пастеризації

Час обробки, хв	Вміст мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів (МАФАМ), КУО/см ³	Споруотворювальні бактерії, КУО/см ³	Дріжджі, КУО/см ³
0	$8,4 \cdot 10^7$	$5,3 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^3$
5	$1,3 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	840
10	774	625	151
15	59	82	17
20	41	75	-

Як свідчать отримані дані, здійснення процесу пастеризації сусла за даної температури протягом 20 хвилин забезпечує суттєве зменшення вмісту мікроорганізмів у середовищі до кількості, яка відповідає мікробіологічним критеріям щодо показників безпеки харчових продуктів.

Вітаміни є важливими БАР, що забезпечують високу якість напоїв. Для підвищення харчової цінності напоїв вони можуть бути штучно внесені до рівня, який відповідає фізіологічним потребам людини. Так, безалкогольні напої збагачують аскорбіновою кислотою ($150\text{--}160$ мг/дм³), тіаміном ($1,0\text{--}1,2$ мг/дм³), рибофлавіном ($0,5\text{--}1,0$ мг/дм³), вітаміном В₆ ($1,5\text{--}2,5$) мг/дм³. Споживання таких напоїв

у кількості 200 см³ на день забезпечить 30–50 % добової потреби людини у вітаміні С і близько 30 % – у вітамінах групи В²⁶.

Результати досліджень щодо вмісту в пастеризованому суслі вітамінів групи В та вітаміну С, які були здійснені за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105» з джерелом високої напруги позитивної полярності, наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Вміст вітамінів групи В та вітаміну С у пастеризованому суслі на основі СЦС та відновленого яблучного соку

Вітаміни	Результати, мг/100 см ³
В ₁ (тіамінхлорид)	0,131 ± 0,006
В ₂ (рибофлавін)	0,226 ± 0,012
В ₆ (піридоксин)	0,344 ± 0,016
В ₃ (пантотенова кислота)	1,620 ± 0,083
В ₄ (нікотинова кислота)	сліди
В ₉ (фолієва кислота)	0,019 ± 0,001
С (аскорбінова кислота)	9,42 ± 0,39

Отримані дані дають можливість стверджувати, що даний напівпродукт на основі соку цукрового сорго та яблучного соку має у своєму складі достатню кількість вітамінів групи В, вітамін С і може бути використаний для виробництва сокових безалкогольних напоїв, збагачених біологічно активними речовинами натуральної рослинної сировини.

У результаті подальших досліджень отримано ферментований безалкогольний напій із вмістом СР 10 ± 1% шляхом зброджування сусла з цукрового сорго та відновленого яблучного соку у співвідношенні 7:3 відповідно. Для зброджування сусла застосовували хлібопекарські дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси 11.

Визначено раціональні параметри процесу зброджування сусла на основі СЦС та яблучного концентрату. Встановлено, що для отримання напою з якісними органолептичними показниками вміст засівних дріжджів повинен становити 4,5 ± 0,2 млн/см³. Процес бродіння при цьому має відбуватись за температури 28 ± 1,0 С протягом 12–14 год. Головними показником кінця процесу бродіння були: зниження вмісту сухих речовин на 1,0–1,5% та значення загальної кислотності у зразках в межах 2,0–2,5 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³.

Фізико-хімічні показники отриманого ферментованого безалкогольного напою при внесенні засівних дріжджів у пастеризоване сусло

²⁶ Кусяк Г.Т., Думанська Ю.А., Кучерява В.А. Використання цукрового сорго, як біоенергетичної культури при виробництві біоетанолу. Екологічні проблеми традиційних і альтернативних видів енергії. Горбуновські читання. Чернівці: ЧФ НТУ «ХП». 2014. С. 56-58.

на основі СЦС та яблучного концентрату кількості $4,5 \pm 0,2$ млн/см³ наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Фізико-хімічні показники готового ферментованого напою

Назва показника	Числове значення
Вміст дійсних сухих речовин, %	8,5
pH	4,46
Загальна кислотність, см ³ 1н NaOH на 100 см ³ соку	2,20
Загальні цукри, г/100 см ³	6,75
Редукуючі речовини, г/100 см ³	1,89
Амінний азот, мг/100 см ³	18,25
Вміст спирту, % об	0,49

Отже, встановлені параметри процесу зброджування сусла є оптимальними для виготовлення продукту із нормованим для ферментованих безалкогольних напоїв вмістом спирту (не вище 1,2%об. відповідно до ДСТУ 4069:2016 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови») та високими органолептичними показниками. Отриманий напій має світло солом'яний колір, свіжий кисло-солодкий смак, насичений діоксидом вуглецю, що утворився в процесі зброджування сусла.

Одержані дані підтверджують, що розроблений ферментований напій із підготовленого сусла з СЦС та яблучного концентрату є якісним і безпечним напоєм, із збереженням вітамінним складом та високими органолептичними показниками. Даний напій є перспективним до впровадження у рестораних та крафтових технологіях.

ВИСНОВКИ

Розроблено технологію сусла на основі соку цукрового сорго та яблучного концентрату, яке характеризується повноцінним складом щодо вмісту цукрів, амінного азоту, біологічно активних речовин. Отриманий напівпродукт може бути рекомендований як якісна та безпечна основа для виробництва ферментованих безалкогольних напоїв. Підібрані в результаті наукових досліджень умови пастеризації сусла, а саме: температура процесу $78 \pm 2,0$ °С, тривалість 20 хв., забезпечують відповідність готових напоїв мікробіологічним критеріям безпеки харчових продуктів.

Для отримання якісного та безпечного ферментованого безалкогольного напою на основі СЦС та яблучного концентрату при зброджуванні сусла дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 рекомендовано наступні технологічні параметри: вміст засівних дріжджів у середовищі $4,5 \pm 0,2$ млн/см³; температура бродіння $28 \pm 1,0$ °С, тривалість процесу 12–14 год до зниження вмісту сухих

речовин на 1,0–1,5% та значення загальної кислотності у зразках в межах 2,0–2,5 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³. Високі органолептичні показники та вітамінний склад отриманого ферментованого напою дозволяють рекомендувати його до впровадження у ресторанних та крафтових технологіях, як перспективну продукцію оздоровчого спрямування.

АНОТАЦІЯ

В роботі обґрунтовано вибір сорту цукрового сорго Цукрове 1 для отримання ферментованих безалкогольних напоїв з нетрадиційної рослинної сировини. Визначено, що вибір технологічних прийомів приготування сусла на основі соку цукрового сорго, як напівпродукту у виробництві, має важливе значення для створення безпечного та високоякісного харчового продукту. Визначено фізико-хімічні та мікробіологічні показники сусла на основі соку та яблучного концентрату. Встановлено, що мікробіота соку цукрового сорго та сусла на його основі представлена переважно мезофільними аеробними та факультативно-анаеробними мікроорганізмами, споруотворювальними бактеріями та дріжджами. При цьому у соку та суслі відсутні бактерії групи кишкової палички БГКП (колі-форми) та умовно-патогенні мікроорганізми, у тому числі коагулазопозитивні стафілококи. Для забезпечення відповідності сусла та безалкогольного напою на його основі гігієнічним вимогам щодо вмісту мікроорганізмів та збереження в продукті важливих біологічно активних речовин похідної сировини було встановлено режим пастеризації сусла, а саме: температура процесу $78 \pm 2,0$ °С, тривалість 20 хв. Визначено вміст вітамінів у пастеризованому суслі на основі соку цукрового сорго та яблучного концентрату. Для отримання якісного і безпечного ферментованого безалкогольного напою на основі СЦС та яблучного концентрату при зброджуванні сусла дріжджами *Saccharomyces cerevisiae* раси 11 рекомендовано наступні технологічні параметри: вміст засівних дріжджів у середовищі $4,5 \pm 0,2$ млн/см³; температура бродиння $28 \pm 1,0$ °С, тривалість процесу 12–14 год до зниження вмісту сухих речовин на 1,0–1,5% та значення загальної кислотності у зразках в межах 2,0–2,5 см³ розчину NaOH концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³.

Література

1. Про основні принципи та вимоги до органічного виробництва, обігу та маркування органічної продукції: Закон України від 10 липня 2018 р. № 2496-VIII. Редакція Закону від 26.10.2023 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2496-19#Text> (дата звернення: 19.03.2024).

2. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів: Закон України від 23 грудня 1997 р. №771/97-ВР. Редакція Закону від 22.07.2014р. № 1602 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-ВР>

3. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин: Закон України від 18 травня 2017 р. №2042-VIII. Редакція Закону від 31.12.2023 / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text>.

4. Rampini G.H., Berssaneti G.H., Saut A.M. Insertion of Risk Management in Quality Management Systems with the Advent of ISO 9001:2015: Descriptive and Content Analyzes. *Industrial Engineering and Operations Management II*. 2019. Vol. 281. P. 209-221. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14973-4_20

5. Kregiel, D. Health Safety of Soft Drinks: Contents, Containers, and Microorganisms. *BioMed Research International*. 2015. Vol. 2015. 15 p. DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/128697>

6. Clotteau M. Alicyclobacillus spp. Control in the Fruit Juice Industry. *Pall Food and Beverage. Technical Bulletin*. 2014. P. 1-15.

7. Григоренко Н.О., Гусятинська Н.А., Вакулюк П.В. Удосконалення технології цукровмісного соргового сиропу з використанням мембранних методів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. Т. 26. № 1. С. 142-152.

8. Содікова Ш.А., Додаєв К.О. Розробка технології отримання соків із стебла різних сортів цукрового сорго і дослідження хімічного складу. *Universum: технічні науки*. 2021. № 3(84). С. 82-85. DOI: 10.32743/UniTech.2021.84.3-2.82-86.

9. Фадеева Л.В. Сорго сьогодні і завтра. Частина 2. Використання в харчових, кормових, технічних цілях і особливості вирощування. *AgroONE*. 2019. № 7(44). С. 14-16.

10. Гунчак Т. І. Особливості вирощування сорго цукрового в якості сировини для виробництва біопалива в умовах Південно-західного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 240-244.

11. Кусяк Г.Т., Думанська Ю.А., Кучерява В.А. Використання цукрового сорго, як біоенергетичної культури при виробництві біоетанолу. *Екологічні проблеми традиційних і альтернативних видів енергії. Горбуновські читання*. Чернівці: ЧФ НТУ «ХПІ». 2014. С. 56-58.

12. Інноваційні напрями розвитку харчових технологій : колективна монографія / за заг. ред. Н.А. Нагурної. Черкаси: ЧДТУ, 2020. 154 с.

13. Корольок Т.А., Усатюк С.І., Костінова Т.А. Методи контролю харчових продуктів: навч. посіб. Київ: НУХТ, 2017. 146 с.

14. Соломон А.М., Казмірук Н.М., С.Д. Тузова. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посібник. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.

15. Карпутіна, М. В., Вітряк, О. П., Олійник, С. І., Романова, З. М., Харгелія, Д. Д. & Тетеріна, С. М. Дослідження мікробіологічних показників сусла з цукрового сорго та яблучного концентрату як сировини у виробництві безпечних харчових продуктів. *SWorldJournal*. Issue 11. Part 1. P. 30-34. DOI: <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2022-11-01-032>

16. Карпутіна М.В., Харгелія Д.Д., Вітряк О.П. Безпечність і якість напоїв на основі сорго. Міжнародний науково-практичний журнал "Товари і ринки". 2022. № 3(43). С. 99-107. [https://doi.org/10.31617/2.2022\(43\)08](https://doi.org/10.31617/2.2022(43)08)

Information about the authors:

Karputina Margaryta Vitaliivna,

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Biotechnology
of Fermented Products and Beverages
National University of Food Technologies
66, Volodymyrska str., Kyiv, 01033, Ukraine

Vitriak Oksana Pavlivna,

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor at the Department of Restaurant
and Craft technologies
State University of Trade and Economics
19, Kyoto str., Kyiv, 02156, Ukraine