

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ М.М. Барановський
«__» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 162 «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ФАРМАЦЕВТИЧНА БІОТЕХНОЛОГІЯ»

**Тема: «Технологія виробництва ферментованих напоїв для пілотів з
використанням цукрового сорго»**

Виконавець: студентка ФБ - 402

Абрамович Я.В.

Керівник: к.т.н., доцент

Косоголова Л.О.

Нормоконтролер:

Дражнікова А.В.

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біотехнології

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо - професійна програма «Фармацевтична біотехнологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____ М.М. Барановський

« ____ » _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Абрамович Яни Віталіївни

1. Тема дипломної роботи: «Технологія виробництва ферментованих напоїв для пілотів з використанням цукрового сорго.» затверджена наказом ректора від «11» травня 2021 р. № 715/ст.

2. Термін виконання роботи: з 10 травня по 20 червня 2021 р.

3. Вихідні дані роботи: Об'єктом дослідження є оздоровчий ферментований напій на основі цукрового сорго.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Літературний огляд. Об'єкти та методи дослідження. Технологія отримання ферментованого напою з використанням цукрового сорго. Висновки. Список використаних джерел. Додаток 1 .

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиць 4, рисунків 4.

6. Календарний план-графік

№	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Узгодження змісту дипломної роботи з дипломним керівником.	10.05.2021	
2	Збір інформації за темою дипломної роботи: «Технологія виробництва ферментованих напоїв для пілотів з використанням цукрового сорго.».	12 – 15.05.2021	
3	Складання плану виконання бакалаврської дипломної роботи.	16-18.05.2021	
4	Ознайомлення з методиками дослідження	19.05.2021	
5	Аналіз та обробка отриманих даних.	20 – 21.05.2021	
6	Оформлення практичної частини дипломної роботи на основі отриманих результатів.	22 – 24.05.2021	
7	Формулювання висновків та рекомендацій.	25.05.2021	
8	Перевірка дипломної роботи керівником.	26.05.2021	
9	Попередній захист дипломної роботи.	1.06.2021	
10	Захист дипломної роботи.	15.06.2021	

7. Дата видачі завдання: «10» травня 2021 р.

Керівник дипломної роботи _____ к.т.н. доцент. Косоголова Л.О.

Завдання прийняла до виконання _____ Абрамович Я.В.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	9
1.1. Сучасний стан виробництва ферментованих напоїв.....	9
1.2. Характеристика сировини	12
1.2.1. Характеристика цукрового сорго.....	12
1.2.2. Характеристика житнього солоду	13
1.2.3. Характеристика квасного сусла.....	15
1.2.4. Характеристика мікрофлори солодів і солодових екстрактів.....	18
1.3. Особливості раціону харчування пілотів.....	20
1.4. Висновки до розділу	22
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Об'єкти досліджень.....	23
2.1.1. Характеристика цукрового сорго Медового та Нектарного.....	23
2.2. Методи досліджень.....	25
2.2.1. Визначення вмісту сухих речовин у ферментованому напої рефрактометричним методом.....	25
2.2.2. Метод визначення титрованої та активної кислотності у ферментованих напоях.....	27
2.2.3. Визначення кольору ферментованого напою методом порівняння з розчином йоду та за допомогою фотоелектроколориметра.....	28
2.2.4. Визначення загальної кількості дріжджів та пліснявих грибів	29
2.3. Висновки до розділу	30
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ НАПОЇВ	31
3.1. Підготовка соку цукрового сорго	31
3.2. Приготування посівного матеріалу.....	34

3.3. Підготовка води.....	36
3.4. Основний процес ферментації.....	37
3.5. Характеристика одержання готового ферментованого напою та його зберігання.....	39
3.6. Висновки до розділу	41
ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43
ДОДАТОК	48

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Технологія виробництва ферментованих напоїв для пілотів з використанням цукрового сорго»: 48 сторінки, 4 рисунки, 4 таблиці, 51 використаних джерел, 1 додаток.

Мета – розроблення технології оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго.

Об'єкт дослідження - технологія виробництва ферментованих напоїв на основі цукрового сорго.

Предмет дослідження - сік цукрового сорго, житній солод, квасне сусло, ферментні препарати, дріжджі.

Методи дослідження - для виконання поставлених завдань використовували фізико-хімічні та аналітичні методи.

У першому розділі «Сучасний стан виробництва ферментованих напоїв» розглянуто тенденції розвитку ферментованих напоїв. Аналіз літературних джерел показав перспективність використання нетрадиційної сировини, а саме цукрового сорго, яке містить в своєму складі біологічно активні речовини.

У другому розділі «Об'єкти та методи досліджень» розглянуто характеристику об'єктів та досліджень.

У третьому розділі «Технологія одержання ферментованих напоїв» обгрунтовано використання цукрового сорго, в тому числі сортів Нектарний та Медовий в технології виробництва ферментованих напоїв. Розглянуто підготовку соку цукрового сорго, дріжджів та води до процесу ферментації та основний процес ферментації. Дано характеристику готовому напою.

ФЕРМЕНТОВАНІ НАПОЇ, ЦУКРОВЕ СОРГО, ЖИТНІЙ СОЛОД, КВАСНЕ
СУСЛО, *SACCHAROMYCES CEREVISIAE*.

ВСТУП

Попит суспільства на відновлення та захист здоров'я населення та ринкових економічних умов змусив виробників постати перед важливим завданням розробки харчових технологій з високою біологічною цінністю, у тому числі напоїв оздоровчого призначення, які мають відмінні смакові властивості, функціональність, доступну ціну та високу якість. У цій галузі перспективні напої забезпечують організм людини різноманітними біологічно активними речовинами (БАР). Недостатнє споживання може призвести до порушення імунного статусу, зниження стійкості до інфекцій та збільшення ризику захворювання. Серед виробників та вчених є питання пошуку сировини для збагачення напоїв біологічно активними речовинами. Така сировина повинна легко регенерувати, бути відносно доступною, а її вирощування на території України бути економічно вигідним. Як сировину для виробництва оздоровчих ферментованих напоїв було обрано цукрове сорго, яке відповідає вище перерахованим характеристикам. Розвиток технології ферментованих оздоровчих напоїв із використанням цукрового сорго як сировини, який є джерелом комплексу БАР, розширить існуючий асортимент ферментованих безалкогольних напоїв на українському ринку та підвищить конкурентоспроможність вітчизняних медичних продуктів на світовому ринку. Крім того, запропоноване рішення дозволить комплексно переробляти цукрове сорго у харчовій, паливно-енергетичній промисловості та технології ферментованих здорових напоїв на основі цукру, забезпечуючи тим самим економічно вигідну продукцію для худоби. Таким чином, розвиток сорго є актуальним завданням.

Мета – розроблення технології оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго.

Для досягнення цієї мети було поставлено такі **завдання**:

1. Провести аналіз сучасного стану виробництва ферментованих напоїв з використанням нетрадиційної сировини.

2. Розглянути сорти цукрового сорго та раси дріжджів для технології виробництва ферментованих напоїв
3. Обґрунтувати перспективність використання соку цукрового сорго для приготування ферментованих напоїв
4. Розробити технологічну схему виробництва ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго
5. Визначити органолептичні показники оздоровчих ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго.

Об'єкт дослідження - технологія виробництва ферментованих напоїв на основі цукрового сорго.

Предмет дослідження - сік цукрового сорго, житній солод, квасне сусло, ферментні препарати, дріжджі.

Методи дослідження - для виконання поставлених завдань використовували фізико-хімічні та аналітичні методи.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Сучасний стан виробництва ферментованих напоїв

Ферментовані напої не є продуктом першої необхідності, однак відіграють важливу роль у обміні речовин людини. Їх вважають однією з перспективних груп продуктів для збагачення цінними харчовими компонентами, а низька вартість і високі споживчі властивості забезпечують масовість вживання і попит у населення. Такі напої отримують шляхом зброджування водних розчинів натуральної сировини (сусло), що містить поживні для мікроорганізмів речовини. До них відносяться вино, пиво, квас, сидр, комбуха, та ін.

Традиційно технологія ферментованих напоїв передбачає використання спеціально підготовленої води, цукру, органічних кислот (головним чином лимонної) та інгредієнтів, що обумовлюють певні смако-ароматичні особливості (спиртовані та концентровані соки, настої, есенції, ароматизатори, барвники та ін.) [1-3].

Готові напої за фізико-хімічними показниками повинні відповідати вимогам нормативної документації для ферментованих безалкогольних напоїв. У напоях визначено мінеральний склад (табл. 1.1) та % забезпечення добової потреби в них за рахунок споживання 100 мл готового продукту [4-6].

Таблиця 1.1

Вміст мінеральних речовин у готовому напої

Мінеральні Елементи	Вміст у напої, Мг/100г	Добова потреба, мг	% забезпечення добової потреби/100мл
Калій	245,2±0,1	3500	7,0
Кальцій	48,6±0,1	800	6,1

Магній	28,5+-0,1	4000	0,7
Залізо	2,05+-0,01	15	13,7
Цинк	1,65+-0,01	15	11,0
Мідь	0,22+-0,01	2,5	8,7

Як ми всі знаємо, у порівнянні із сусликом до ферментації будь-який ферментований напій є більш корисним для людського організму, це пов'язано зі збагаченням біоактивних речовин, що утворюються в процесі бродіння, і перетворенням біологічно активних компонентів мікроорганізмів у ферментоване суслик. До них в основному належать незамінні амінокислоти (треонін, ізолейцин, лейцин, триптофан, метіонін, лізин, валін, фенілаланін, гістидин) та надзвичайно важливі вітаміни групи В, включаючи В1 (тіамін), В2 (рибофлавін), В6 піридоксин), В9 (фолієва кислота), В12 (ціанокобаламін) відіграють активну роль у багатьох обмінних процесах і позитивно впливають на здоров'я людини. Позитивно впливають та забезпечують кровотворний ефект. Незброджувані вуглеводи (геміцелюлоза, целюлоза та ін.), а також пектинові речовини відіграють важливу роль у процесах травлення [1,2].

Ферментовані напої містять необхідні для організму людини ферменти, зокрема гідролітичні (амілази, протеази, ліпази та ін) та інші типи ферментів (оксидоредуктазу, лігазу, ізомеразу). Серед інших органічних та мінеральних речовин такі напої містять важливі мікроелементи та макроелементи (цинк, залізо, фосфор, кальцій, калій) та кислоти (глюконову кислоту, молочну кислоту, шавлеву кислоту, лимонну кислоту, оцтову кислоту, фосфорну кислоту) [1,2].

Аналізуючи розвиток виробництва безалкогольних напоїв протягом останніх років, спостерігається тенденція до його «натуралізації» - від використання основ штучного походження до натуральних. Досвід світового виробництва напоїв це підтверджує. Тому стратегічним напрямком розвитку є використання природних інгредієнтів, вдосконалення існуючих технологій та впровадження нових технологій [7,8].

Ферментовані напої представлені широким різномаяттям. Як відомо, найпоширенішим ферментованим напоєм є вино. Його виробляють у різних куточках світу за подібними технологіями. Сучасні технології вина передбачають використання як основної сировини виключно виноград традиційних та селекціонованих сортів. Як збудники бродіння застосовують чисті культури винних дріжджів [1,10].

Досить популярним із ферментованих напоїв є пиво, яке за рівнем споживання у наш час займає одне з провідних місць у світі. Пиво є стародавнім освіжаючим напоєм, відомим вже понад 4000 років. На сьогоднішній день Україна має потенціал посісти провідне місце по виготовленню пива на світовому ринку. Цьому сприяють ґрунтово-кліматичні умови, які повністю задовольняють потреби у сировині [10,11].

Квас - досить поширена група ферментованих напоїв. Це освіжаючий напій, що містить корисні мікроорганізми (дріжджі та молочнокислі бактерії) та різноманітні поживні речовини. За якістю його можна віднести до числа найбільш біологічно повноцінних продуктів харчування [10,11].

Як продукт неповного бродіння, ферментовані напої містять живі клітини мікробних культур, що значно знижує їх стійкість і перешкоджає розливу в пляшки. Це головна причина обмеженого сезонного ринку збуту та виробництва.

Тому з метою забезпечення можливості їх довгострокового зберігання та забезпечення конкурентоспроможності ферментованих напоїв розробили ефективні способи обробки готового напою, такі як ультразвукова, магнітна та надвисокочастотна [12,13].

Світові тенденції у галузі безалкогольних напоїв свідчать про те, що частка ферментованих напоїв значно зростає. Тому, беручи до уваги традиційний режим споживання цього напою, багаторічний досвід виробництва вітчизняних компаній та здатність впроваджувати новітні технології, не витрачаючи великих капітальних витрат, ми маємо всі підстави сподіватися, що Україна може досягти швидкого зростання в найближче майбутнє. Ферментований напій заснований на новітніх науках [1].

1.2. Характеристика сировини

1.2.1. Характеристика цукрового сорго

Одним з видів нетрадиційної сировини, яка може бути використана в технології ферментованих безалкогольних напоїв є цукрове сорго [18].

Сорго (*Sorghum saccharatum*) - рід однорічних та багаторічних рослин родини *Lepidaceae*, що охоплює до 50 диких та культурних видів. З економічної точки зору та сфери використання культурні види сорго поділяються на зернове, цукрове, віничне, трав'янисте. Для харчової промисловості найбільший інтерес викликає цукрове сорго [17,42]. В Україні культивується біля десятка різних сортів та гібридів цукрового сорго (наприклад, Бізон, Медовий, Нектарний, Цукрове), переважно в південних частинах країни.

Якщо сік цукрової тростини містить лише сахарозу, то сік цукрового сорго крім сахарози містить ще багато глюкози та розчинного крохмалю, які гальмують кристалізацію цукру. Цукор із сорго, на відміну від цукрових буряків, є дієтичним продуктом, який можна вживати хворим на цукровий діабет, чисельність яких щороку збільшується [18,20].

Сорго має товсте стебло, висотою понад 2,5-3,0 м, а в тропічних країнах може досягати 5,0-6,0 м, має гладку поверхню бурштиново - зеленого кольору вкриту восковим нальотом [19].

Однією з характеристик цукрового сорго є те, що воно може рости за високих температур і мінімальних запасах води, що дуже важливо для вирощування його в посушливих регіонах півдня України. В умовах посухи сорго переходить у регенеруючий стан - листя скручуються і ріст призупиняється до сприятливих умов. Після падіння рослина відновлює вегетативний розвиток і гарантує урожай [18].

Сік цукрового сорго характеризується високим вмістом біологічно активних речовин, які впливають на регулювання життєвих процесів в організмі людини (табл. 1.2.) [19].

Хімічний склад соку цукрового сорго

Назва речовин	% вміст речовини в соку цукрового сорго
сухі речовини	15,0 – 25,0%
сахароза	55 - 75%
глюкоза та фруктоза	25 – 45% від загальної кількості цукрів
крохмаль	0,2 – 3%
пектинові речовини	0,08 – 0,2%
геміцелюлоза та целюлоза	0,5 – 2%

В соку сорго виявлено 19 амінокислот із яких сім є незамінні для людини. Наявність у соку сорго широкого спектру амінокислот дає можливість отримати біологічно цінний харчовий продукт, який буде корисний в оздоровчому харчуванні [19].

1.2.2. Характеристика житнього солоду

Житній солод є основною сировиною для виробництва концентрату квасного суслу та хлібного квасу [21].

Існує два типи житнього солоду: ферментований і неферментований. Перший використовується для виготовлення квасу та хліба, а другий - лише для квасу як джерела ферментів [22].

Першим етапом є замочування і пророщування жита. Для отримання житнього солоду рекомендується використовувати найкращий сорт озимого жита з високим вмістом білка. Ферментативний гідроліз може забезпечити достатню кількість попередника для утворення кольорових та ароматичних речовин. Жито слід ретельно очистити від домішок на повітряному ситовому сепараторі та випробувальній машині

та розділити на різні сорти відповідно до розміру. Замочувати слід однорідне, за сортом, чисте зерно жита.

Для замочування найкращим методом слід вважати повітряно-зрошувальний, особливо коли він застосовується в апараті для пророщування. За допомогою цього методу можна швидко та рівномірно зволожити зерно за допомогою ефективної аерації, оскільки тут при дійсно невисокому шарі жита здійснюється повне видалення продуктів обміну речовин, які гальмують розвиток зародків зерна [22,23].

Перед замочуванням жито слід ретельно очистити та продезінфікувати, а потім ретельно очистити від дезінфікуючого засобу, оскільки саме від цих операцій залежить висока якість солоду, не залежно від того, яка культура переробляється у солод. Якісне очищення та дезінфекція жита дозволяє не тільки видалити забруднення, але і видалити більшість мікроорганізмів. Це особливо важливо при виробництві ферментованого солоду [22,23].

Наступним етапом є ферментація та сушіння житнього солоду. Для значного утворення кольорових та ароматичних речовин необхідно накопичити якомога більше попередників у солоді, тобто створити найкращі умови для подальшого гідролізу білка та крохмалю.

Для цього щойно пророщений солод додатково зволожується. Для збалансування вологи зерно перелопачують. Температура в солоді повільно підвищується, досягаючи 50 - 55° С в кінці наступного дня, а пізніше досягає 60°С. Температура в перші 4-5 днів становить 63 - 68° С. Зазвичай, набагато простіше підвищити температуру в ящиківих солодовнях, але під час процесу солодування солод стає дуже м'яким і його легше травмувати. Тому, найкраще процес ферментації здійснювати у барабанних солодовнях [23].

При підвищенні температури при ферментації створюються сприятливі умови для глибокого гідролізу споживчих речовин ендосперму.

Сучасні засоби інтенсифікації дозволяють здійснювати вирощування солоду за 4-5 діб, а ферментацію за 1,5-2 доби завдяки швидкому підвищенню температури у пневматичних солодовнях за допомогою водяної пари.

Сушіння солоду здійснюють на 2- і 3-ярусних горизонтальних сушарках. При висушуванні солоду відбувається його зневоднення до 8 – 10% і накопичення кольорутворюючих речовин. Під час сушіння неферментованого солоду потрібно не тільки видаляти надлишки води, але й підтримувати високу ферментну активність. Тому режим його сушіння близький до режиму легкого ячмінного солоду, але кінцева температура сушіння не перевищує 70° С. У цьому "м'якому" стані сушіння амілази спочатку збільшує активність, а потім зменшує активність. Але в сухому солоді рівень його утримання в щойно пророщеному солоді все ще високий [23].

Час висихання солоду становить близько 20 годин, солод висушується до вологості 6%, а паростки видаляються. Температура може бути вищою, забезпечує більш сильне утворення меланіну. Барвники починають утворюватися на етапі бродіння солоду, але із збільшенням температури швидкість їх утворення значно зростає. Це пов'язано з утворенням меланіну. В кінці висушування ферментованого солоду вміст амінокислот і цукрів значно зменшується, але його колір збільшується [22].

Для житнього солоду характерний приємний хлібний запах, кисло-солодковатий смак та коричневий колір. Якщо він призначений для виробництва квасу або концентрату квасного суслу, то його подрібнюють, упаковують у мішки і відправляють за призначенням споживачам.

1.2.3. Характеристика квасного суслу

Концентрат суслу з квасу (ККС) - це хлібний екстракт, напівфабрикат, який використовується у виробництві квасу. ККС - це темно-коричнева в'язка рідина, кисло-солодка, з гірким смаком та ароматом житнього хліба. ККС повністю розчиняється у воді, допускається опалесценція його розчину. Вміст сухої речовини в концентраті становить 68-72%, Консерванти та механічні домішки заборонені [24].

Квасне сусло є сприятливим середовищем для дріжджових і молочнокислих бактерій. Його склад залежить від використовуваної сировини та технології виробництва. Суха речовина дріжджового суислового концентрату містить в

середньому 74% вуглеводів, з них фруктоза - 2%, глюкоза - 10%, мальтоза - 32%, мальтотріоза - 12% та декстрин - 18%. Масова частка амінного азоту становить 0,4 - 0,9% сухої речовини. Отже, сушло містить достатню кількість ферментованих цукрів та амінного азоту [24].

Концентрат квасного сушла (ККО) використовують не тільки для виготовлення хлібного квасу, а й інших напоїв і концентратів різних квасів.

На заводах використовують два способи приготування квасного сушла: настійний і з екстракту квасного сушла. Найпростіший і досконаліший спосіб отримання сушла з екстракту квасного сушла, що полягає в його розчиненні в воді.

За сучасною технологією ККС виготовляють із житнього ферментованого, житнього неферментованого чи ячмінного солоду. Всі зернопродукти змішують із водою, затирають і оцукрюють затір, потім його фільтрують. Далі сушло концентрують під вакуумом, а потім концентрат термічно обробляють і потім відправляють на розлив. Готовий солод подрібнюють у молотковій дробарці з водою у співвідношенні 1:3-1:4, а потім переносять на подрібнення. Ступінь подрібнення залежить від обладнання, за допомогою якого розділяють затір [23].

Із збільшенням частки несолоджених зернопродуктів до 30—50 % доцільно здійснювати їх попередню теплову обробку, що забезпечує вищий порівняно з настійним способом вихід екстракту. При переробці житнього ферментованого солоду з поганим розчиненням також бажано проводити попередню теплову обробку.

Складові речовини всіх несолоджених зернопродуктів не підготовлені до дії ферментів. У зв'язку з цим для їхнього гідролізу використовують ферменти солоду (ячмінного або нього неферментованого) чи ферментні препарати. Найчастіше застосовують ферментні препарати з цитолітичною, лолітичною і протеолітичною (амілоризин ПХ, амилосублін ГХ, глюкаваморин 1Х) активністю. Добрі результати одержують при сумісному використанні різних ферментних препаратів, наприклад амлоризину ПХ і глюкаваморину Пх, цитороземіну ПХ й амилоризину ПХ та ін.

Ферментні препарати типу ПХ вносять у затір разом із сировиною. Для препаратів типу 10Х рекомендується така підготовка: зважений фермент за 20 - 30 хв до внесення в затір розчиняють у невеликій кількості води до утворення густої кашки,

потім змішують із водопровідною водою при температурі 10 - 20 С у масовому співвідношенні 1:40. Місткість для розчинення препарату повинна бути емальованою, алюмінієвою або з нержавіючої сталі й мати мішалку.

Упарювання сусла - одна з основних стадій виробництва ККС. Від режиму роботи випарної установки залежать якість готового продукту, втрати екстрактивних речовин, загальна продуктивність технологічної лінії.

Квасне сусло перед подачею на упарювання необхідно прокип'ятити, потім освітлити, При кип'ятінні білкові речовини стерилізуються і коагулюються.

Під час відстоювання сусла утворюється білковий відстій із вмістом значної кількості (60 - 70 %) сусла: тому його доцільно використовувати при підготовці наступного затору. Освітлене сусло потім направляється у збірник, звідки надходить на упарювання.

Квасне сусло містить білки, полісахариди, гумінові та інші поверхнево активні речовини. Тому при упарюванні воно схильне до сильного піноутворення, особливо при вмісті сухої речовини менш як 30 %. У зв'язку з цим необхідно використовувати таке випарне обладнання, яке б могло забезпечити гасіння піни і високу якість очищення вторинної пари від частинок продукту [24].

Для упарювання квасного сусла використовують одно-, дво- і триступінчасті випарні установки. При їх виборі слід виходити із того, що з підвищенням концентрації сусла в останньому ступені значно знижується інтенсивність тепловіддачі у процесі його кип'ятіння. Оскільки в міру упарювання розчину кількість вологи, що випарувалася, зменшується, доцільно встановити в останньому ступені випарної установки апарат із більшою поверхнею нагрівання, ніж у першому і другому ступенях. Найпростіші в технічному оформленні - однокорпусні випарні установки [25].

При багатоступінчастому упарюванні забезпечується висока економічність процесу, яка зростає із збільшенням кількості ступенів. Але при упарюванні квасного сусла в апаратах циркуляційного типу кількість ступенів вибирають, керуючись технологічними вимогами, згідно з якими максимальна температура кипіння становить 105—110 °С, а мінімальна - 60—65 °С.

Для упарювання квасного сусла найдоцільніше використовувати триступінчасті випарні установки. На упарювання, як правило, надходить сусло із вмістом сухої речовини 8 -12 % і згущується воно до її концентрації 70+2 % [25,26].

Для упареного квасного сусла характерна відсутність достатнього аромату, воно, як правило, має високу в'язкість, низький показник кольору і кислотність. У сусло із сировини переходить тільки незначна частина барвних речовин.

Основна їхня кількість нагромаджується на останній стадії - тепловій обробці ККС при певних температурі й тривалості. За таких умов продукти гідролізу крохмалю і білків, що утворилися при солодоращенні й затиранні зернопродуктів, реагують між собою з утворенням меланоїдинів, які є основою барвних та ароматичних речовин [24].

1.2.4. Характеристика мікрофлори солодів і солодових екстрактів

Важливим показником якості екстрактів зернових культур є біологічна стійкість, яка характеризується розвитком у готовій продукції мікроорганізмів. У результаті їхньої життєдіяльності змінюються смакові якості продукту, в ньому наромаджуються токсини, крім того, він втрачає свій товарний вигляд [27].

Мікрофлора солодів та солодових екстрактів є досить різноманітною та представлена молочнокислими, оцтовокислими, термофільними спороутворювальними бактеріями, деякими видами мікроскопічних грибів і дріжджів.

Молочнокислі бактерії, які зустрічаються в солодових екстрактах, належать до роду *Lactobacillus*. Вони можуть розвиватися на всіх етапах технологічного процесу. Оптимум рН для росту 5,5, деякі види здатні рости при рН 3,5. Лактобацили ними продуктами їхнього метаболізму є пігмент гліцерин, діоксид вуглецю, етанол, молочна і мурашина кислоти. Вони підвищують кислотність сусла. Найнебезпечніші серед педіококів — *P. cerevisiae*, що утворюють велику кількість молочної кислоти, викликаючи цим прокисання сусла [28].

Мезофільні клостридії розвиваються при температурі 10— 55 °С. Вони здатні розкладати білки, зброджувати вуглеводи.

Мікроскопічні гриби є аеробними мікроорганізмами, але деякі види плісневих здатні рости при зниженому тиску кисню. Мікроскопічні гриби, розвиваючись на солодових екстрактах, не тільки знижують їхню харчову цінність, а й викликають захворювання людини (мікози). Температура розвитку грибів різних видів 3—80 °С. Розвиток міцеліальних грибів на стінах, стелях у цеху розливу, на обладнанні, тарі може бути причиною зміни якості смаку солодових екстрактів.

Дріжджі - аеробні мікроорганізми, але трапляються серед них і факультативні анаероби. Температурний оптимум розвитку дріжджів 28 - 30 °С. Вони не термостійкі й починають відмирати при нагріванні продукту до 50°С. Джерелом дріжджової інфекції при виробництві солодових екстрактів можуть бути недостатньо чисто вимиті обладнання та комунікації [28].

Кількість мікроорганізмів значно зменшується у процесі затирання солоду, який відбувається при підвищеній температурі (52-78 °С). Усі технологічні паузи для гідролізу некрохмальних полісахаридів, крохмалю і білків також сприяють сповільненню росту інфікуючої мікрофлори затору. В життєздатному стані залишаються в основному термофільні форми бактерій, а також деякі мезофіли. Пастеризація суслу позитивно впливає на загальну кількість мікроорганізмів. Витримка його при температурі 75-78°С протягом 60хв дає змогу знизити загальний вміст бактерій та забезпечує одержання стандартного готового продукту [29].

Інгібування мікроорганізмів може здійснюватись і іншими способами, наприклад хімічним. Як приклад, для консервування напоїв та готової продукції використовують алкіловий ефір, ізотіоціанат тощо. Консервант інгібує ріст і розвиток дріжджів, бактерій та плісені.

Ще одним способом є фізичний спосіб інактивації мікроорганізмів. Особлива увага приділяється лазерним діям – тонкий лазерний промінь може проявляти вибірковий вплив як на досить малі об'єми досліджуваного об'єкта, так і на більші площі.

Новим напрямом електрофізичної обробки харчових продуктів є використання електромагнітних полів надвисокочастотного діапазону. Мета більшості проведених досліджень – визначення бактерицидного та бактеріостатичного впливу на мікроорганізми.

Розроблені режими НВЧ-дії на солодові екстракти, які дають змогу знизити обсіменіння готового продукту на три порядки, що суттєво позначається на його біологічній стійкості. Цей метод можна застосовувати при одержанні біологічно стійких продуктів солодових екстрактів. Перевага НВЧ-обробки перед звичайними способами підігріву полягає у проникненні НВЧ-енергії в товщину продукту, яке забезпечує рівномірний підігрів. НВЧ-підігрів дозволяє не тільки зекономити час, а й виробничі площі [30].

Якість і біологічна стійкість солодових екстрактів значною мірою залежать від способів дезинфекції, якості миття обладнання, комунікацій, тари як у процесі приготування солоду, так і при виробництві солодових екстрактів. Частинок як на досить малі об'єми органічних речовин, що залишаються на внутрішніх стінках обладнання, є постійним джерелом розмноження мікроорганізмів [27,28].

Інфікуючу мікрофлору солодових екстрактів визначають прямими методами, тобто висівом на щільні поживні середовища.

1.3. Особливості раціону харчування пілотів

Особливістю дієти пілотів і пасажирів є те, що вона містить бездріжджовий зерновий хліб грубого помелу, з екстрактами насіння амарату в подрібненому і / або протертому вигляді до порушення оболонки та інші продукти: голландський сир, цибуля, червоний перець і / або зелений перець, яловича вирізка, смажена свинина, гострий томатний соус або голландський сир, цибуля, червоний перець і / або зелений перець, яловича печінка або скумбрія, гострий томатний соус, голландський сир, червоний і / або зелений перець, лактони, морква, буряк, курага. Це дозволяє збільшити баланс їжі за рахунок оптимізації іонного обміну в організмі, тим самим

допомагаючи доставити необхідні поживні речовини в лімфу, а потім безпосередньо в клітини.

Винахід стосується харчової промисловості і може бути використаний в дієтах і харчуванні, особливо в харчуванні людей, пов'язаних з роботою з підвищеним ризиком, таких як пілоти, космонавти, моряки, космонавти, моряки і т.д. Його також можна використовувати для харчування спортсменів, і при звичайній дієті [31].

Відомо з річних бюлетенів міжнародної організації цивільної авіації, що щорічно за штурвалами літаків відбувається до десятка смертей пілотів від гострої серцевої недостатності, хоча всі вони пройшли передпольотний лікарський контроль, а до цього повну щорічну медичну комісію і були визнані здоровими і допущені для проведення польотів.

Також відомо, що багато автомобільних аварій відбувається з причини короткочасної втрати орієнтування в просторі або втрати зору до 1 секунди, що цілком достатньо для створення аварійної ситуації, особливо на гірській дорозі або на міському перехресті.

Поширеною причиною цих двох невдалих прикладів є недоїдання, яке призводить до перевантаження підшлункової залози і спалюванню кисню, необхідного для живлення клітин залоз і прилеглих органів. Це пов'язано з частим вживанням дріжджового хліба, цукру і легкозасвоюваного крохмалю. Ця дисфункція підшлункової залози буде «витягати» дисфункцію сусідніх органів, і ці органи будуть резонувати один з одним, утворюючи так званий «модульний кластер». Щоб запобігти або усунути це явище кластеризації в організмі людини, існує важливий комплекс, який централізовано контролює природну і повну регенерацію (CUPR). Його центральний орган складається з особливого відростка нервової тканини, який вчені зазвичай називають третім серцем.

Сьогодні, в основному через забруднення навколишнього середовища, переохолодження і частих стресів, практично цей комплекс ні у кого не працює нормально, але він повинен концентруватися в своїх органах для регенерації, що, в свою чергу, є сигналом для забезпечення організму необхідними поживними речовинами. Кров, лімфа і далі потрапляють в тканини. Іншими словами, поки не

почалося відновлення хімії обміну речовин на клітинному рівні, стимулів для повернення обміну речовин до повноцінного здоров'я не буде. Відзначається ще одна неприємна властивість кластерного модуля, в структуру якого входять осередки пошкоджених клітин з однаковим відхиленням хімії обміну навколоносових гайморових пазух, або лобових пазух, або шлуночків півкуль мозку і гіпоталамуса. Найгірша особливість цього кластера полягає в його здатності згодом «втручатися» патологічно, а потім примусово пригнічувати хімічні ефекти метаболізму в тканинних клітинах, прилеглих до гіпоталамусу зорової частки, а потім поширюватися на сітківку. Це ззовні проявляється в короткочасній втраті пам'яті [31].

І тому, дивлячись на склад та властивості ферментованих напоїв було б доцільно ввести їх в раціон пілотів та авіапасажирів.

1.4. Висновки до розділу

Отже, аналізуючи літературні джерела можна сказати, що ферментовані напої є досить перспективною групою напоїв, оскільки містять в своєму складі необхідні біологічно активні речовини, зокрема ферменти та вітаміни. А використання цукрового сорго, як сировини розширить існуючий асортимент ферментованих напоїв на українському ринку та підвищить конкурентоспроможність вітчизняних продуктів на світовому ринку.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

2.1.1. Характеристика цукрового сорго Медового та Нектарного

Один з видів сорго, найбільш сухостійка культура в світі, - сорго цукрове (*Sorghum saccharatum*) характеризується тим, що, на відміну від зернового і веничного сорго, в соку його стебла міститься більше 10-20% цукрів. У природі не існує інших рослини, які могло б так швидко синтезувати сахарозу [16].

Завдяки своїм біологічним характеристикам цукрове сорго може за короткий час утворити високі врожаї зеленої маси і може використовуватися як сировина для високоякісної продукції. Головним фактором використання цієї сировини є наявність соковитих стебел і листя, які містять багато поживних речовин [19].

Розширення площ цукрового сорго може задовольнити попит населення на цукор, але в довгостроковій перспективі переробка цукрового сорго є більш економічною. Вміст цукру в соку стебла сорго цукру не менше, ніж у соку цукрової тростини, але склад, очевидно, відрізняється. Якщо в соку цукрової тростини міститься лише сахароза (цукор кристалізується), то крім сахарози, в соку цукрового сорго міститься також багато глюкози та розчинного крохмалю, що заважає кристалізації цукру. Тому сік сорго використовується не для отримання кристалічного сухого цукру, а для отримання соргового меду та патоки, оскільки через високий вміст глюкози він має високу харчову цінність. Ось чому кореляція використання солодкого сиропу сорго значно зросла [17].

Крім того, при вирощуванні сорго використовується в 3-4 рази менше пестицидів, ніж при вирощуванні цукрових буряків.

Зерна цукрового сорго є плівкоподібними або злегка відкритими. Після обмолоту воно залишається у плівці, тому корисні корми та їжа не такі хороші, як

зерно сорго. Найсильніший цукор у стеблі накопичується після цвітіння. Максимальна кількість цукру, що міститься у рослинах у воскоподібній та повністю зрілій стадії зерна.

Взагалі кажучи, ця культура використовується у трьох основних сферах: харчова промисловість, виробництво кормів та біоенергетика [16,17].

До районованих в Україні сортів і гібридів зернового сорго належать: Генічеський 5/11, Кактус, Кримдар 10, Крим-бел, Одеський 205, Степовий 13 та ін.; кормового —Кормове 5 (гібрид), Нектарний, Медовий F1, Одеський 220, Сєвер 2, Силосне 88, Ювілейне та ін.; віничного — Вавіган 100, Донське 35, Українське 20 та ін. Розглянемо декілька з них – Нектарний та Медовий [32,33].

Урожайність зеленої маси - головний показник, за яким ведеться відбір сортів і зразків.

Нектарний. Стебло прямостояче, добре облиственний, рослини добре вирівняні по висоті розташування волоті. Надземних вузлів і листя 11. Метелка велика, пухка, від темно-коричневого до чорного забарвлення. Висота рослин досягає 255 см. Зернівка відкрита на 7з, темно-коричнева, маса 1000 насінин 22-26 г. Стійкий проти вилягання. Період від сходів до молочно-воскової стиглості 95-100 днів. На багатьох сортодільницях України збирають 450-500 ц / га зеленої маси. Районований в Дніпропетровській, Запорізькій, Сумській, Херсонській областях.

Медовий. Висота стебел досягає 250 см і має 9-10 надземних міжвузлів, добре облиственний, листя довжиною 40-50 см. Містить в соку близько 18% цукру. Зернівка жовто-бура в чорних блискучих плівках. Сорт середньостиглий, посухостійка. Середня врожайність на суходолі понад 400 ц / га. Районований в Дніпропетровській, Донецькій, Кіровоградській, Миколаївській, Одеській, Харківській та Хмельницькій областях.

Даний сорт та гібрид характеризуються високою продуктивністю зеленої маси та економічно вигідним вирощуванням [32,33].

2.2. Методи досліджень

2.2.1. Визначення вмісту сухих речовин у ферментованому напої рефрактометричним методом

Рефрактометричний метод - це метод, який заснований на тому, що при переході світлового променя з середовища 1 в середовище 2 внаслідок відмінності їх фізичних властивостей відбувається зміна швидкості і напрямку поширення електромагнітних хвиль. Експериментально вимірюваною характеристикою цих змін є показник (коефіцієнт) заломлення n [34].

Визначення сухих речовин за допомогою рефрактометра (рис.2.1.) зазвичай проводять при оцінці якості готової продукції. Рефрактометричний метод заснований на вимірюванні величини коефіцієнта заломлення досліджуваної рідини [34,35].

Відомо, що при однакових температурі і тиску існує постійна величина відношення синуса кута падіння променя α до синусу кута заломлення β

$$\sin \alpha / \sin \beta = \text{const}$$

Ця постійна величина називається показником або коефіцієнтом заломлення і залежить від концентрації сухих речовин у розчині. Показник заломлення для хімічно чистої речовини є константою, як і властиві даній речовині питома вага, точка кипіння і інші фізичні характеристики [34,36].

Абсолютний показник заломлення – це відношення швидкості розповсюдження світла у вакуумі до швидкості розповсюдження світла у речовині, що досліджується [36].

На практиці визначають відносний показник заломлення – відношення швидкості розповсюдження світла у повітрі до швидкості розповсюдження світла у речовині або в розчині [36]. Відносний показник заломлення середовища 2 по відношенню до середовища 1 виражається рівнянням:

$$n = \sin \alpha / \sin \beta = v_1 / v_2,$$

де v_1/v_2 - швидкості поширення світлової хвилі в середовищах 1 і 2 відповідно; α - кут падіння променя; β - кут заломлення [34].

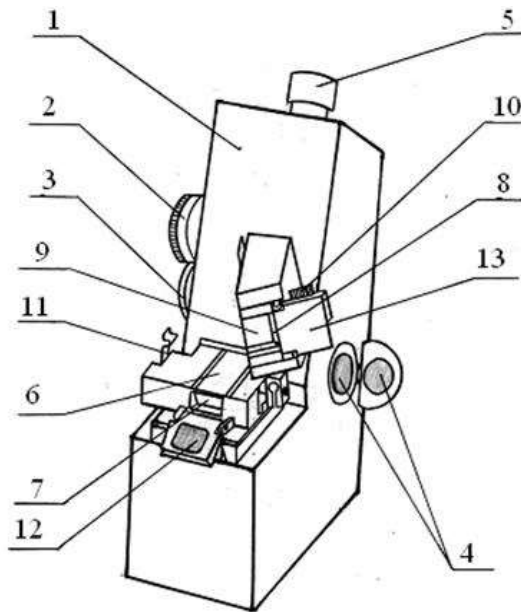


Рис. 2.1. Будова рефрактометра :

1 – металевий корпус; 2 – маховик для усунення спектрального фарбування світлової границі; 3 – маховик для зміщення світлової границі; 4 – світлофільтр і дзеркало; 5 – окуляр; 6 – вимірювальна призма; 7 – вхідне вікно вимірювальної призми з дзеркалами; 8 – освітлювальна призма; 9 – вхідне вікно освітлювальної призми; 10 – рукоятка; 11 – гачок; 12 – заслонка; 13 – заслонка.

Якщо промінь світла переходить із середовища 1 з меншою заломлюючою здатністю в середовище 2 з більшою заломлюючою здатністю, то кут заломлення β буде менше кута падіння α [35].

Переваги методу:

- простота і доступність використовуваного обладнання,
- простота виконання вимірювань, і, як наслідок, відсутність необхідності в висококваліфікованому персоналі;
- мінімальна кількість проби, яка використовується при вимірах;
- економічність.

Недоліки методу:

- невисока чутливість. Його можна використовувати для цілей кількісного аналізу, якщо концентрація визначається компонента в розчині не нижче 1%;

- порівняно низька точність кількісного рефрактометричних аналізу;
- низька селективність, обумовлена тим, що показники заломлення для різних речовин можуть мати дуже близькі і навіть збігаються значення, тому метод можна надійно використовувати тільки при аналізі індивідуальних речовин або розчинів, що містять максимум два розчинених речовини [34].

2.2.2. Метод визначення титрованої та активної кислотності у ферментованих напоях

Розрізняють титровану і активну кислотності. Титрована (загальна) кислотність залежить від вмісту вільних органічних та неорганічних кислот та їх кислотних солей у продукті аналізу. На додаток до правильного технічного процесу або оцінки титру кислотності товарного продукту, як правило, необхідно знати активну кислотність (рН), яка обумовлена вмістом іонів водню в середній концентрації.

Титрована кислотність - це загальний вміст вільної кислоти та її кислої солі у сировині, проміжних продуктах та готових продуктах, виміряний титруванням розчином луку.

Метод заснований на нейтралізації кислот і кислотних солей, що містяться у ферментованих напоях, розчином гідроксиду натрію. Титрування проводять з видаленням крапель та використанням індикатора фенолфталеїну червоного. Кислотність виражається в см³ розчину гідроксиду натрію з концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ напою.

Розрахунок кислотності ведуть за формулою:

$$X=VK10A$$

де V – об'єм розчину гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³, витрачений на титрування, см³;

K – поправочний коефіцієнт розчину гідроксиду натрію;

A – об'єм напою або сиропу, взятий на визначення, см³.

Кінцевим результатом дослідження є середнє арифметичне результатів двох паралельних визначень. У лабораторії допустима різниця в абсолютних значеннях не повинна перевищувати $0,05 \text{ см}^3$

Кислотність дуже важлива як показник якості, оскільки вона не тільки визначає смак, а й свідчить про свіжість та якість продукту.

Активна кислотність - це концентрація вільних іонів водню в досліджуваному розчині. Тобто частина кислоти речовини в розчині у вигляді іонів H^+ . Активну кислотність також називають водним індексом, що означає значення рН, тобто $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$.

Активну кислотність розчину встановлюють з точністю до 0,05 одиниці рН. Через 0,5-1 хвилини після увімкнення відповідного перемикача, коли показники рН-метра стають постійними, зчитують показники рН-метра. Температура вимірювання повинна знаходитися в межах $20-30^\circ \text{C}$.

Кінцевим результатом є середнє арифметичне двох вимірювань [38].

2.2.3. Визначення кольору ферментованого напою методом порівняння з розчином йоду та за допомогою фотоелектроколориметра

Спосіб передбачає візуальне порівняння кольору ферментованих напоїв з кольором розчинів йоду різної концентрації в 100 см^3 води.

За одиницю кольору приймають забарвлення розчину, отриманого додаванням 1 см^3 розчину йоду з концентрацією $0,1 \text{ моль} / \text{дм}^3$ у 100 см^3 води.

Послідовність виконання роботи

Ферментований напій звільняють від вуглекислого газу, як при визначенні кислотності. Далі його фільтрують крізь паперовий фільтр. Напій з кольором більше 2,0 од. розбавляють водою у співвідношенні 1:3 у циліндрі.

Далі в один стакан відміряють досліджуваний напій об'ємом 100 см^3 , а в другий – дистильовану воду об'ємом 100 см^3 .

В стакан з водою доливають з бюретки при розмішуванні скляною мішалкою розчин йоду, поки колір рідини в ньому не стане однаковим з кольором

ферментованого напою, що встановлюють, спостерігаючи за зміною забарвлення при денному освітленні.

За формулою визначають колір напою:

$$КП = V \times K \text{ см}^3,$$

де V - об'єм розчину йоду концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$, доданий до 100 см^3 води до моменту зрівняння забарвлення пива, см^3 ; K – коефіцієнт розбавлення темного пива ($K = 4$).

Використовуючи фотоелектроколориметр (рис.2.2.), перед основним вимірюванням будують калібрувальну криву залежності оптичної щільності від концентрації йоду [38].



Рис. 2.2. Зовнішній вигляд фотоелектроколориметр APEL AP-101

2.2.4. . Визначення загальної кількості дріжджів та пліснявих грибів

Цей метод заснований на кількісному підрахунку кількості колоній дріжджів і грибів, вирощених на поживному середовищі протягом 5 днів при температурі $24 \text{ }^\circ\text{C}$.

Для визначення кількості дріжджів та пліснявих грибів з кожної проби роблять посів по 1 см^3 нативного продукту і розведення $1 \cdot 10^{-1}$ або по 1 см^3 з розведень $1 \cdot 10^{-1}$ та $1 \cdot 10^{-2}$ на дві чашки Петрі (паралельний висів). Не пізніше, ніж (15-20) хвилин, додають приблизно 15 см^3 агарового середовища в кожну чашку Петрі з попередньо

позначеною кришкою, попередньо розтопленого і охолодженого до температури (40-45) ° C і обережно перемішують та залишають для застигання.

Поміщають чашку Петрі в термостат при температурі (24 ± 1) ° C на 5 днів і виконують підрахунок через 3 дні. Посіви можна зберігати при кімнатній температурі (не нижче 20 ° C).

Виберіть чашку, на якій для кількісного підрахунку виросло від 15 до 150 колоній дріжджів та грибів. Колонії дріжджів жовтувато-білі з гладкою текстурою. У процесі росту і розширення колонії отримують перламутровий відтінок і куполоподібні хребти. Розвиток пліснявих грибів супроводжується появою на поверхні середовища пухнастих павутинних або валоподібних утворень. Колір неоднаковий.

Кількість колоній дріжджів та пліснявих грибів підраховують окремо на кожній чашці. Обчислюють середнє арифметичне число колоній, які виросли на чашках. Остаточним підрахунком є середнє арифметичне результатів, які обчислили за паралельними чашками [37].

2.3. Висновки ро розділу

Отже, було розглянуто методи дослідження, які дозволяють визначити якість та свіжість готового продукту.

Було розглянуто такі методи :

- рефрактометричний – заснований на вимірюванні показника заломлення;
- визначення титрованої та активної кислотності;
- визначення кольору напою шляхом порівняння його з розчином йоду;
- визначення загальної кількості мікроорганізмів, зокрема дріжджів та пліснявих грибів.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ ФЕРМЕНТОВАНИХ НАПОЇВ

3.1. Підготовка соку цукрового сорго

Для отримання соку рекомендовано пресування стебел цукрового сорго на 3-х валковому пресі. Віджате стебло відділяють і направляють на реалізацію. Далі визначають фізико – хімічні та мікробіологічні показники (табл.3.1.) та досліджують амінокислотний склад, вміст вітамінів та мінеральних речовин соку (табл. 3.2.) [29].

Таблиця 3.1

Фізико-хімічні показники соку цукрового сорго

Показники	Сорт та гібрид цукрового сорго	
	Нектарний	Медовий
Вміст сухих речовин, %	18,0 – 0,2	16,8 – 0,2
Вміст загальних цукрів, г/100 см ³ , у т.ч. редукуючих цукрів	15,11 – 0,42	14,30 – 0,39
	3,62 – 0,12	2,94 – 0,10
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
Вміст крохмалю, г/100 см ³	1,5 – 0,1	1,3 – 0,1
Загальна кислотність, 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. 3.1. бачимо, що кількість загальних цукрів, загального та амінного азоту у соку цукрового соку (СЦС) є достатньою для забезпечення вуглеводного та азотного живлення дріжджових клітин при зброджуванні сусла.

Наявність у СЦС високомолекулярних вуглеводнів, таких як крохмаль, геміцелюлоза та целюлоза ускладнюють фільтрування і погіршують якісні показники сусла. Ця обставина зумовлює планування і проведення досліджень варіантів гідролізу вуглеводнів цукрового сорго [11].

Існує 2 способи гідролізу крохмалю СЦС. Перший спосіб передбачає двостадійний гідроліз крохмалю з використанням термостабільної амілази ФП Tegamyl HS 70L, яку вносили у попередньо нагрітий сік до температури 80С і витримували 20-40 хв. Наступна стадія передбачає охолодження сусла до температури 55° С і внесення ФП Tegamyl GA 400L з тривалістю витримки 15хв. Результати експериментальних досліджень можемо побачити на рис. 3.1.

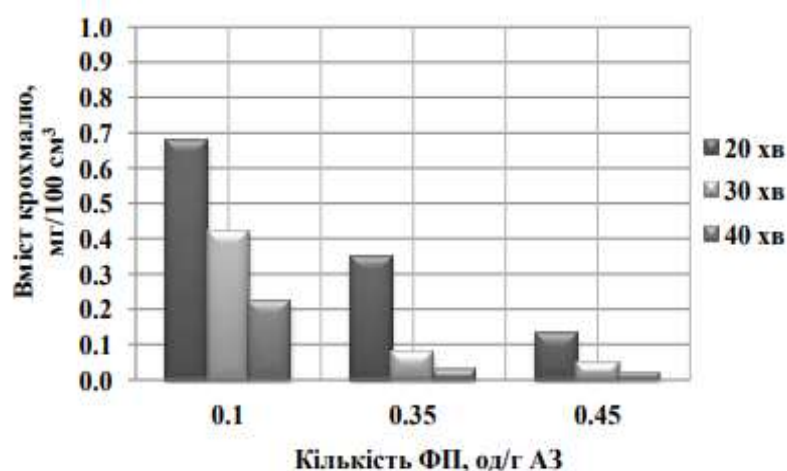


Рис. 3.1. Вміст крохмалю у соку цукрового сорго після гідролізу при використанні Tegamyl GA 400L

Визначено, що оптимальний час дії ФП для повного гідролізу крохмалю соку для Tegamyl HS 70L становить 30 хв при температурі 80° С, а для Tegamyl GA 400L 15 хв при температурі 55° С.

Другий спосіб проведення гідролізу крохмалю СЦС передбачав використання ферментного препарату грибного походження Tegamyl FAL. Зміни вмісту крохмалю

фіксували за різної тривалості дії Tegamyl FAL та кількості даного ФП (рис.3.2.). За даними результатами можна сказати, що повний гідроліз досягається внесенням Tegamyl FAL у кількості 140 см³/т та з подільшою витримкою протягом 30-35 хв при температурі 55° С.

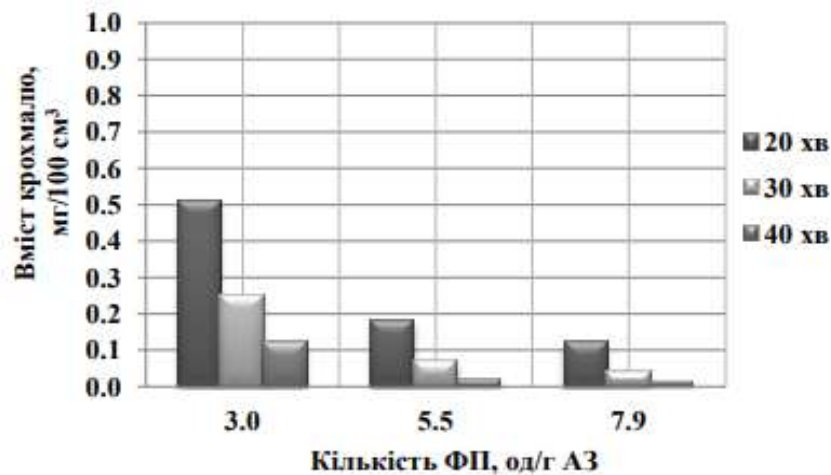


Рис. 3.2. Вміст крохмалю у соку цукрового сорго після гідролізу при використанні ФП Tegamyl FAL

Порівнюючу характеристику цих двох способів здійснювали за динамікою накопичення загальних цукрів у суслі. Другий спосіб гідролізу з використанням ФП Tegamyl FAL забезпечує максимальне накопичення загальних цукрів у суслі на 30 – 35 хв процесу гідролізу, в той час, як за першим способом накопичення загальних цукрів спостерігається лише на 45 – 50 хв гідролізу. Також ще одним недоліком першого способу є те, що значна тривалість процесу проходить при високих температурах, що негативно впливатиме на вміст термолабільних вітамінів у готовому напої [40].

Після проведення гідролізу сорго фільтрують та доводять підготовленою водою до вмісту сухих речовин 10%. Отриманий сік очищують від зважених частинок та використовують у виробництві напоїв.

Вміст вітамінів групи В у зразках соку можна досліджувати методом капілярного електрофорезу, а вітаміну С – методом титрування розчином 2,6 – дихлорфеноліндофенолятом натрію [11].

У табл. 3.2. представлено результати визначення вмісту вітамінів групи В за електрофореграмою та встановлення кількості вітаміну С у зразках СЦС.

Таблиця 3.2.

Вітамінний склад соку цукрового сорго сорту Нектарний та гібриду Медовий

Вітаміни	Результати, мг/100 см ³	
	Нектарний	Медовий
В ₁ (тіамінохлорид)	0,173 – 0,006	0,151 – 0,005
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
В ₂ (рибофлавін)	0,366 – 0,017	0,292 – 0,013
С (аскорбінова кислота)	16,91 – 0,83	15,23 – 0,78

Дані дослідження підтверджують перспективність використання соку обраних сортів цукрового сорго як сировини в технології ферментованих безалкогольних напоїв оздоровчого призначення.

3.2. Приготування посівного матеріалу

Для бродіння ми використовуємо дріжджі *Saccharomyces cerevisiae*.

Приготування мікробної культури дріжджів проводиться у три етапи - в лабораторії, безпосередньо у відділі чистої культури дріжджового цеху. Суть цього процесу полягає у накопиченні біомаси дріжджів, необхідної для бродіння. Для приготування закваски використовують чисту дріжджову культуру [28].

Потрібні сприятливі умови для накопичення маси дріжджів, такі як:

- поживне середовище повинно містити речовини, необхідні для побудови дріжджових клітин та виконання їх важливих функцій.
- речовини, що входять до складу поживного середовища, повинні бути в розчиненому стані, інакше вони не можуть поширюватися по клітинах дріжджів.
- поживне середовище повинно постійно провітрюватися, оскільки лише тоді дріжджі можуть отримувати енергію, необхідну для їхнього розвитку.
- щоб дріжджі могли розмножуватися і рости, слід створити сприятливі температурні умови та реакції навколишнього середовища. Оптимальна температура для розмноження дріжджів - 25-30 ° С. Слабокисла реакція середовища (рН 4,8-5,8) сприятлива для дріжджів [41].

При наявності всіх елементів дріжджових клітин поживне середовище, що використовується для вирощування дріжджів, є повноцінним і повинно бути у засвоюваній формі. Органічні та неорганічні сполуки азоту можуть бути джерелом живлення для азотистих дріжджів. Дріжджові амінокислоти та аміді (аспарагін та глютамін) особливо легко засвоюються. Завдяки дезамінуванню амінокислот утворюється аміак для використання дріжджами. З неорганічних сполук дріжджі можуть добре вбирати сіль амонію, розчин аміаку тощо. Дріжджі з вуглеводів поглинають глюкозу, фруктозу, манозу, галактозу, сахарозу, мальтозу, ксилозу, арабінозу. В анаеробних умовах дріжджі лише використовують цукор як живлення. В аеробних умовах дріжджі можуть розмножуватися, засвоюючи інші органічні речовини, такі як гліцерин, органічні кислоти та аспарагін [41,42].

Серед мінералів, що використовуються для розвитку дріжджів, потрібні такі сполуки, як калій, магній, фосфор та залізо. Особливо важливий фосфор, який входить до складу багатьох компонентів дріжджових клітин, а також відіграє важливу роль у процесі спиртового бродіння. Для нормального харчування дріжджів також потрібні стимулятори росту, включаючи вітамін В, ніацин, біотин, інозит, амінобензойну кислоту тощо [42].

Якщо води недостатньо, живильне середовище не може бути повноцінним. Для розведення середовища до певної концентрації також потрібно достатня кількість

води. Для отримання необхідної енергії та створення сприятливих умов для накопичення дріжджового матеріалу культивування дріжджів слід проводити при постійній аерації середовища. Вихідним продуктом для синтезу безазотистих речовин і білків у дріжджових клітинах є цукор [41,42].

Фактичний вихід дріжджової сухої речовини, видобутої з меляси, становить 40-43%. Найбільш сприятлива температура для розмноження дріжджів - 25-30 ° С. У міру подальшого підвищення температури дріжджів процес аутолізу та розмноження зупиняється. У рідкому середовищі при 55-60°C дріжджі загинуть. Зниження температури нижче 25 ° С уповільнить ріст дріжджів. Сприятливо впливає на розвиток слабокислої реакції у дріжджах [41].

3.3. Підготовка води

При виробництві будь-якої продукції важливо дотримуватися певних технологій та стандартів. Це також стосується виготовлення ферментованих напоїв. Особливу увагу приділяють якості використовуваної води, адже це - основна складова напоїв. Вода повинна бути правильно підготовлена і мати певний хімічний склад. Для кожного напою підготовка води здійснюється окремим способом. Тільки водопідготовка питної води здатна зробити напій якісним і смачним [43].

Для виготовлення безалкогольних напоїв допускається використовувати воду з різних джерел. Це можуть бути поверхневі і ґрунтові води, а також сировина може надходити з муніципального водопроводу. Найгірший варіант - поверхневі джерела, так як підготовка води, що надходить звідти, вимагає найбільших витрат. Найчастіше застосовуються підземні джерела і комунальні системи водопостачання, хоча і в воді, отриманої з них, містяться мінеральні солі, залізо, солі жорсткості, органічні сполуки.

Не допускається використання для приготування ферментованих напоїв непідготовленою води, велика ймовірність, що отриманий продукт не тільки буде володіти поганим смаком, але і може бути шкідливим для споживачів [44].

Так основна водопідготовка для виробництва напоїв повинна включати в себе такі завдання:

- оптимізація органолептичних показників: зменшення кольоровості, ліквідація каламутності і запаху, освітлення
- виправлення мінерального складу: демінералізація повна або часткова;
- зменшення лужності води і її жорсткості;
- знезалізнення і деманганація;
- знищення шкідливих мікроорганізмів;
- виведення з води органічних сполук, корекція перманганатної окислюваності;
- видалення солей важких металів, радону, інших радіоактивних речовин;
- нормалізація параметра рН.

Способи очищення води:

- введення в воду гіпохлориду кальцію і натрію;
- деманганація і знезалізнення за допомогою використання каталітичних або нейтральних наповнювачів;
- сорбція із застосуванням активованого вугілля;
- пом'якшення води методом натрій-катіонуванням;
- озонування;
- фільтрація за допомогою ультрафільтраційного обладнання;
- демінералізація і пом'якшення методом зворотного осмосу;
- аерація різних видів (напірна, безнапірна);
- обробка ультрафіолетом з метою знищення мікробів і бактерій [44].

Оптимальне рішення для створення системи очищення і підготовки води для виробництва напоїв - використання поєднання зворотного осмосу з сорбцією на активованому вугіллі. Комбінована технологія дозволить нормалізувати мінеральний склад води відповідно до напоїв, які планується виробляти, а також поліпшити органолептичні показники [43].

3.4. Основний процес ферментації

Сусло є сприятливим середовищем для розвитку дріжджів з точки зору біохімічних компонентів. Характеристики його інгредієнтів залежать від

використовуваної сировини та техніки приготування. Сусло містить достатню кількість цукру та амінового азоту. Ферментація сусла проводиться у бродильно-купажному, конусному та ферментаційному обладнанні [29].

Пристрій для бродіння та змішування являє собою циліндричну посудину з конічним дном, сферичною кришкою, герметизуючим люком та опорою. Для регулювання температури сусла обладнання має подвійні охолоджувані сорочки, а розсол циркулює між охолоджувальними сорочками. У нижній торцевій частині встановлений сепаратор дріжджів із засувкою та заслінкою. Встановіть гвинтову мішалку для перемішування [25].

Обладнання оснащено приладдям для вихлопних газів, яке використовується для подачі та видалення охолоджувального розсолу, сусла та сиропу, термометрів, випробувальних кранів, дренажних аксесуарів, окулярів та отворів для підключення автоматичних датчиків. Основний корпус пристрою покритий шаром ізоляційного матеріал [29].

У процесі бродіння відбуватимуться такі дії: залив сусла та його охолодження (близько 3 годин), бродіння - 14 годин, охолодження ферментованого сусла - 1 година, змішування - 1 година, випуск обладнання - 1 година, очищення, дезінфекція та підготовка до наступного циклу - 30 хвилин.

Змішувач для бродіння також оснащений трубою для виведення CO₂, змішувачем для охолодження сусла, виходом для зливу сусла та аксесуаром для зливу дріжджового мулу та промивної води [25].

В процесі бродіння сусла частина поживних речовин витрачається на накопичення біомаси дріжджових клітин та молочнокислих бактерій, але більша частина з них під дією ферментів перетворюється на етанол, органічні кислоти, вуглекислий газ тощо. метаболіт. Кінець фази бродіння сусла визначається двома показниками: вміст сухої речовини знижується на 0,8-1,0%, а кислотність досягає 2,0-2,5 см³ на 100 см³ сусла 1 N розчину NaOH [29].

Внівши наважку дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* у кількості 5 % від об'єму розчину, проводимо процес ферментації при 28-30° C протягом 4 діб. Щоденно відбираємо проби для аналізу, визначаючи необхідні показники.

Відбираємо пробу у стерильних умовах та контролюємо необхідні параметри за стандартами ГОСТів, а саме:

- вміст сухих речовин;
- титрувальна кислотність.

3.5. Характеристика одержання готового ферментованого напою та його зберігання

Напій купажують у бродильно-купажному або купажному апараті, які являють собою збірники з нержавіючої сталі, алюмінію або сталі, покритої склоемаллю. Вони обладнані мішалками та барботерами для подачі діоксиду вуглецю та мають теплоізоляцію [25].

При приготуванні напою для пілотів передбачено додавання аскорбінової кислоти та солей хлоридів кальцію, натрію, фосфату калію. Послідовність купажування така: до зброженого суслу при безперервному розмішуванні додають сік цукрового сорго, розчин солей та через 5 хв. – розчин аскорбінової кислоти. Готовий напій розмішують, температура його повинна бути не більше 12° С.

Розлив ферментованого напою на великих підприємствах здійснюють на спеціальних розливних станціях, обладнаних збірниками-мірниками [25].

Наповнення тари напоєм із збірників-мірників, а також безпосередньо з бродильно-купажних апаратів здійснюють відкритим або ізобаричним способом. Розлив через шланги відкритим способом супроводжується втратою значної кількості розчиненого діоксиду вуглецю. При цьому втрати напою становлять до 2 %. При ізобаричному способі наповнення автоцистерну й ізотермічні автоцистерни герметизують, з'єднують з верхньою частиною напірного збірника-мірника, бродильно-купажного апарату. Розлив здійснюють при урівноваженому тиску, що запобігає спіненню квасу від різкого перепаду тиску.

Розлив напою в кеги здійснюють на автоматичних, напівавтоматичних лініях розливу або вручну. При використанні ізобаричного розливу втрати напою складають приблизно до 0,8 %.

Ферментований напій на основі соку цукрового сорго має темно-коричневий колір з освіжаючим ароматом та кислим ледь солодкуватим смаком. Непрозорий, без зернівок і сторонніх включень, з незначним осадом дріжджів.

Біологічно активні речовини напою представлені вітамінами, амінокислотами та кислотами. Перші – в основному вітаміни групи А, В, С, РР та ін. Також містяться мінеральні речовини (магній, залізо, калій, кальцій і т.д.), біофлавоноїди, антиоксиданти [40].

У процесі незавершеного спиртового бродіння крім спирту та органічних кислот утворюються діоксид вуглецю, а також леткі ароматутворюючі речовини: складні ефіри, альдегіди та інші домішки. Ароматутворюючі речовини - продукти взаємодії амінокислот і цукрів, що містяться у вихідній сировині напою, формують його органолептичні показники.

Фізико-хімічні показники повинні відповідати наступним: масова частка спирту знаходиться в межах 0,5-1,2 об. %, масова частка сухих речовин – 3,6-8,6 г на 100 г напою, кислотність – 2-4 см³ 1 н. NaOH/100 см³, масова частка діоксиду вуглецю – 0,3 % [6].

У напої не повинні бути присутніми патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели та бактерії групи кишкових паличок.

За результатами органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників обґрунтовано термін зберігання ферментованих непастеризованих напоїв і він складає 7 днів з моменту виготовлення при температурі зберігання 12°C. При необхідності отримання пастеризованих напоїв передбачено їх теплову обробку у пастеризаторі протягом 1хв при температурі 72° С.

Такий продукт можна вважати корисним немедикаментозним засобом проти гіпертонії. Один стакан свіжого сироватко-солодового напою знижує тиск протягом 20 хв з того моменту, як був випитий [45].

Ферментований напій на основі цукрового сорго діє на наш організм в цілому. Корисний він буде при відкладенні каменів у печінці, при гнильному бродінні в кишковому тракті.

Такий напій здатний розширювати кровоносні судини, приводити в норму їх ритмічне скорочення. Сприяє усуненню закупорюванню судин. Цей напій оздоровлює лімфу, нирки, печінку, травний тракт.

У першу чергу, цей напій показаний людям, що страждають від підвищеного тиску, залізодефіцитної анемії, порушення обміну речовин.

Напій очищає організм від шкідливих токсинів і шлаків, що накопичуються протягом життя в організмі людини. Він покращує травні процеси, усуває наявні проблеми з кишечником, позитивно впливає на імунітет, постачає організм необхідними вітамінами та мінералами.

3.6. Висновки до розділу

В результаті було проведено підготовку соку цукрового сорго шляхом пресування стебел цукрового сорго, визначено фізико – хімічні показники та вміст вітамінів у соку.

Для бродіння були використані дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* та створені сприятливі умови для накопичення маси дріжджів. Розглянуто основні способи очищення води для процесу ферментації. Оптимальним слід вважати використання поєднання зворотного осмосу з сорбцією на активованому вугіллі.

У кінцевому результаті ми маємо готовий ферментований напій темно – коричневого кольору з кисло – солодким смаком та приємним запахом.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз сучасного стану виробництва ферментованих напоїв. Аналізуючи розвиток виробництва ферментованих напоїв протягом останніх років, спостерігається тенденція до його «натуралізації» - від використання основ штучного походження до натуральних. Тому стратегічним напрямком розвитку є використання природних інгредієнтів, вдосконалення існуючих технологій та впровадження нових технологій.

2. Доведено, що одним з видів нетрадиційної сировини, яка може бути використана в технології ферментованих є цукрове сорго. Сік цукрового сорго, який запропоновано до використання у технології ферментованих напоїв, характеризується високим вмістом макро- і мікроелементів, вітамінів, які впливають на регулювання життєвих процесів в організмі пілотів.

3. Запропоновано використання в технології виробництва ферментованих напоїв цукрового сорго сорту Нектарний та Медовий. Для зброджування запропоновано використання пивоварних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* раси 11.

4. Розроблено технологічну схему виробництва ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго.

5. Визначено органолептичні показники готових ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго.

СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ

1. Перспективи та проблеми виробництва ферментованих напоїв в Україні [Електронний ресурс]. / Режим доступа :http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/14298/1/_doc%20%281%29.pdf
2. Прибильський В.Л. Розробка ефективних технологій біологічно активних ферментованих напоїв: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.18.01 «Технологія продуктів бродіння» / Віталій Леонідович Прибильський; К. – Нац. університет харч. техн., 2004. – 40 с.
3. Іванов С.В. Іноваційні технології продуктів бродіння і виноробства: Підруч. / С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський та ін.// За заг. ред. д-ра хім. наук, проф. С.В. Іванова. – К.: НУХТ, 2012. – 487 с.
4. ДСТУ 4069:2016. Напої безалкогольні. Загальні технічні вимоги. Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2016. 22 с.
5. Напої безалкогольні. Загальні умови: ДСТУ 4069:2002. – [Чинний від 2002-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 69 с
6. Дослідження мікробіологічних і фізико-хімічних показників сула 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.
7. Технологія безалкогольних напоїв // Прибильський В. Л., Романова З. М., Сидор В. М., Цед О. О. та ін. підруч. ; за ред. докт. техн. наук., проф. В. Л. Прибильського. – Київ : НУХТ, 2014. С.В. – 310 с.
8. Напої з екологічно чистої сировини // В.А.Домарецький, В.Л.Прибильський, М.П.Сичевський, В.П.Чередниченко // Харчова і переробна промисловість. - 1996. - № 9. - С. 16-17.
9. Ковалевський К.А. Технологія вина і обладнання виноробних виробництв: навчальний посібник // К.А. Ковалевський, Н.І. Ксенжук, Г.Ф. Сльозко – Херсон: Херсонський національний технічний університет, 2006. - 592 с.

10. Прибильський В. Л. Ферментовані напої з оздоровчою дією // В. Прибильський, В. Домарецький, Г. Мисан та ін. // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – № 4–5. – С. 20–22.
11. Елисеєв, М. Н. Кваси брожения – напитки, содержащие биологически активные вещества // М. Н. Елисеєв, Д. С. Лычников, Л. К. Емельянова, Т. И. Кузичкина // Пиво и напитки. – 2006. – № 3. – С. 32.
12. Іванов, С. В. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства // С. В. Іванов, В. А. Домарецький, В. Л. Прибильський та ін. – К.: НУХТ, 2012. – 487с.
13. Рудольф В. Производство безалкогольных напитков: справочник. СПб.// Рудольф В. В., Орещенко А. В., Яшнова П. М. – М.: Изд-во «Профессия», 2000. – 360с.
14. Вирощування зернового сорго в умовах України // Лапа О.М., Свиридов А.М., Щербаков В.Я. та ін. – К.: Глобус-Принт, 2008. – 250с.
15. Вплив сортових особливостей та мінерального живлення на урожайність і вуглеводний склад цукрового сорго / Ганженко О.М., Григоренко Н.О., Хіврич О.Б. та ін. // Цукрові буряки. – 2011. – № 5. – С. 14-16.
16. Фарафонов В.А. Сорго – потенційно стратегічна культура / В.А. Фарафонов // Хімія. Агрохімія. Сервіс. – 2003 – №17. – С. 4.
17. Ковальчук В.П., Цукрове сорго – цукровмісна сировина та потенційне джерело енергії. Цукрові буряки. // Ковальчук В.П., Григоренко Н.О, Костенко О.І. – 2009. – № 6. – С.6
18. Кошова В. М. Нові аспекти використання нетрадиційної сировини / В. М. Кошова, Т. В. Дубицька // Харчова промисловість. – 2008. – № 6. – С. 57–59.
19. Технології продуктів бродіння і виноробства [Електронний ресурс]. / Режим доступу: <http://www.uk.x-pdf.ru/5raznoe/28984-4-innovaciyni-tehnologii-galuzi-laboratorniy-praktikum-dlya-studentiv-specialnosti-805170106-705170106-tehnologii-pro.php>
20. Обаян А. С. Сорго выгодная культура. Земледелие.// Обаян А. С., Коломиец Н. Я. – 2006. – № 4. – С.31.

21. Фараджеева Е.Д. Общая технология бродильных производств / Е.Д. Фараджеева. – М.: Колос, 2002. – 408 с.
22. Особливості технології житнього ферментованого та неферментованого солоду суслу [Електронний ресурс]. / Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5194537/page:19/>.
23. Виробництво ферментованого житнього солоду [Електронний ресурс]. / Режим доступа: <http://malt.lviv.ua/ua/2020/05/19/product-ferment/>.
24. Технологія Зброджування квасного суслу. технологічна схема виробництва квасу [Електронний ресурс]. / Режим доступа: <https://infopedia.su/16x9a5a.html>
25. Сорокопуд А.Ф. Технологічне обладнання. Традиційне і спеціальне технологічне обладнання підприємств харчових виробництв. [Електронний ресурс]. / Режим доступа: <https://ukrdoc.com.ua/text/21750/index-1.html?page=8>
26. Оборудование для брожения квасного суслу [Електронний ресурс]. / Режим доступа: <https://nomnoms.info/oborudovanie-dlya-brozheniya-kvasnogo-susla/>
27. Мелетьев, А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв./ Мелетьев, А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. – Вінниця: 2007. – 392 с.
28. Бабьева И. П. Семейство сахаромыцетовые (Saccharomycetaceae) и другие группы дрожжей // Жизнь растений / Под ред. проф. М. В. Горленко. — М.: Просвещение, 1976. – Т. 2. Грибы. – С. 91 – 106. – 479 с.
29. Ефремов Н.Е. Технология переработки сахарного сорго/ Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса./ Ефремов Н.Е., Петров Н.Ю. – 2012. – № 4 (28). – С. 1-4.
30. Шляхи підвищення біологічної стійкості напоїв / В.Л.Прибильський, В.Є.Косенко, Я.Л.Жукотанська, К.А.Татієнко // Тези доповідей 62-ої наук. конф. УДУХТ. - К.: УДУХТ, 1996. – С. 148.
31. Патент РФ 2002127532/13, 14.10.2002. Рацион питания пилотов самолетов и авиапассажиров // Патент России № 2122745./ Кузнецов Г.М., Кузнецов Ю.Г., Кузнецова Л.П. – 1998. Бюл. № 33.

32. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. – К., 2015. – 229 с.
33. Макаров Л.Х. Соргові культури: монографія / Л.Х. Макаров. – Херсон: Айлант, 2006. – 263 с.
34. Глоба И. И. А. А. Оптические методы и приборы контроля качества промышленных и продовольственных товаров. Лабораторный практикум./ Глоба И. И., Галиновский А. А. – Минск : БГТУ, 2012. – 250 с.
35. Химико-аналитические методы исследования. Определение сухих веществ по рефрактометру [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.comodity.ru/controlkonserv/chemicalmethods/2.html>
36. Рефрактометричний метод аналізу [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://stud.com.ua/180303/ekologiya/refraktometrichniy_metod_analizu
37. Методи дослідження продуктів харчових виробництв. Методичні вказівки та інструкція до лабораторного практикуму з курсу «Методи контролю харчових виробництв» (частина І) для студентів базового напрямку 6.0917 «Харчова технологія та інженерія» / Укл.: Мельник С.Р., Мельник Ю.Р., Магорівська Г.Я. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2004. – 39 с.
38. Методи визначення титрованої та активної кислотності [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5193901/page:21/>.
39. Безопасность труда в пивоваренном и безалкогольном производствах [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://mppnik.ru/publ/499-bezopasnost-truda-v-pivovarennom-i-bezalkogolnom-proizvodstvah.html>.
40. Харгелія Д.Д. Технологія оздоровчого ферментованого напою на основі цукрового сорго [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/23062/1/Kliargeliia%202016.pdf>
41. Производство хлебопекарных дрожжей солоду [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://nomnoms.info/proizvodstvo-hlebopekarnyh-drozhzhey/>.
42. Промислове виробництво дріжджів. Технологія виробництва сухих дріжджів [Электронный ресурс] / Режим доступа:

<https://dselection.ru/uk/promyshlennoe-proizvodstvo-drozhzhei-tehnologiya-proizvodstva.html>

43. Подготовка воды для производства алкогольных и безалкогольных напитков [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://areales.ru/vodopodgotovka/proizvodstvo-napitkov/>

44. Водоподготовка для производства безалкогольных напитков [Электронный ресурс]/Режимдоступа: https://ncwt.ru/ochistka_vody_i_vodopodgotovka/55/435/

45. Мелетьев, А.Є. Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв./ Мелетьев, А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. – Вінниця: 2007. – 392 с.

46. Берестень Н. Ф. Функциональность в безалкогольных напитках – концепция и инновационный проект компании «Делер» / Н. Ф. Берестень, О. Г. Шубина // Пиво и напитки. – 2000. – № 5. – С. 68–69.

47. Прибильський В.Л. Вплив складу води на процес зброджування сусла культурою *Medusomyces gisevii* // Прибильський В.Л., Вітряк О.П./ Наукові праці УДУХТ. №6. – К.: УДУХТ, 2000. – С. 69-71.

48. Концентрат квасного сусла. Общие технические условия. ГОСТ 28538 – 2017 [Чинний від 2019 -01-01]. М.: ФРУП СТАНДАРТИНФОРМ, 2017. 9с.

49. ДСТУ 4069:2016. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови. – Введ. 29.03.2016. ДП «УкрНДНЦ», 2017.7с.

50. ДСТУ 7525:2014. Вода питна. Вимоги до контролювання якості. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 25 с.

51. Mazumdar D., Poshardi A., Ravinder R. Innovative use of Sweet sorghum juice in the beverage industry. *International Food Research Journal*. – 19(4). – 2012. – p. 1361-1366.

ДОДАТОК

Технологічна схема виготовлення оздоровчих ферментованих напоїв на основі соку цукрового сорго

