

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
«__» _____ 20__ р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 162 «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ»

Тема: «Удосконалення технології виробництва ферментованих напоїв з використанням глоду (*Crataegus*)»

Виконавець: студентка ФБ-205м гр., ФЕБІТ Турбовська С. В.

Керівник: к.т.н., доцент кафедри біотехнології Косоголова Л. О.

Консультант з розділу «Охорона праці»: Павлиш В. Д.

Консультант з розділу
«Охорона навколишнього середовища»: Рябчевський О. В.

Нормоконтролер: Дражнікова А. В.

КИЇВ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біотехнології

Спеціальність: 162 «Біотехнології та біоінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____ Барановський М.М.

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Турбовська Світлана Володимирівна

1. Тема дипломної роботи: «Удосконалення технології виробництва ферментованих напоїв з використанням глоду (*Crataegus*)» затверджена наказом ректора від «15» вересня 2020 р. № 1657/ст.

2. Термін виконання роботи: з 5 жовтня по 23 грудня 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: власні дані які були отримані у результаті проведення математичних підрахунків, літературні дані.

4. Зміст пояснювальної записки: ВСТУП; РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД; РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ; РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ; РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ; РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА; ВИСНОВКИ; СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.

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

6. Календарний план-графік

№	Завдання	Термін виконання
1	Вибір теми дипломної роботи, узгодження змісту з дипломним керівником.	01.09.20 -14.09.20
2	Літературний огляд та збір інформації відповідно теми дипломної роботи.	06.10.20 – 01.11.20
3	Виконання експериментальної частини.	02.11.20 – 22.11.20
4	Оформлення практичної частини дипломної роботи на основі отриманих результатів.	23.11.20 – 02.12.20
5	Формулювання висновків та рекомендацій.	03.12.20 – 08.12.20
6	Перевірка дипломної роботи керівником.	09.12.20
7	Попередній захист дипломної роботи.	10.12.20
8	Внесення змін в дипломну роботу.	10.12.20 – 14.12.20
9	Захист дипломної роботи.	23.12.20

7. Консультація з окремих розділів:

Назва розділу	Консультант (посада, П.І.Б)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	старший викладач, Павлиш В. Д.		
Охорона навколишнього середовища	асистент, Рябчевський О. В.		

8. Дата видачі завдання: « ____ » _____ 2020 р.

Керівник дипломної роботи _____ **Косоголова Л. О.**

(підпис керівника)

Завдання прийняв до виконання _____ **Турбовська С. В.**

(підпис випускника)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Удосконалення технології виробництва ферментованих напоїв з використанням глоду (*Crataegus*)»: 113 сторінок, 29 рисунків, 19 таблиць, 6 формул, 105 використаних джерела.

Об'єкт дослідження – технологія ферментованих напоїв з екстрактом плодів глоду.

Предмет дослідження – ячмінний солод, екстракт плодів глоду (*Crataegus*), дріжджі.

Мета дипломної роботи – удосконалення технології ферментованих напоїв з використанням ячмінного солоду та екстракту глоду.

Методи дослідження – фізико-хімічні, аналітичні, статистичні.

ЯЧМІННИЙ СОЛОД, СОЛОДОРОЩЕННЯ, АМІЛОЛІТИЧНІ ФЕРМЕНТИ, ГЕНЕРАТОР ІМПУЛЬСІВ Г5-54, «ОРАТОРІЯ IV», НИЗЬКОЧАСТОТНІ ХВИЛІ, КРАЙНЄ ВИСОКОЧАСТОТНІ ХВИЛІ, СУСЛО, ДРІЖДЖІ, ЕКСТРАКТ ГЛОДУ, АСКОРБІНОВА КИСЛОТА, ФЛАВОНОЇДИ, ФЕРМЕНТОВАНИЙ НАПІЙ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	10
1.1. Перспективи розвитку технологій біологічно активних ферментованих напоїв	11
1.2. Технологія солоду для приготування солодового екстракту	13
1.2.1. Сировина для виробництва солоду	13
1.2.2. Особливості технології виробництва ячмінного солоду	17
1.2.3. Ферменти ячмінного солоду	21
1.3. Роль лікарських рослин при приготуванні ферментованих напоїв	23
1.3.1. Загальна характеристика глоду (<i>Crataegus</i>)	25
1.3.2. Сучасні методи екстракції лікарської сировини	29
1.4. Висновки до розділу	31
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	32
2.1. Вимоги до води для виробництва ферментованих напоїв	
2.1.1. Фізичні та хімічні властивості води	
2.1.2. Показники якості води	
2.1.3. Вимоги до води технологічного призначення	
2.1.4. Способи підготовки води технологічного призначення	
2.1.5. Використання мембранних технологій у підготовці води	Error!
2.2. Технологія виробництва ячмінно-солодового екстракту	42

Bookmark not defined.

2.2.1. Ферментативні процеси при виробництві ячмінно-солодового екстракту.....	42
2.2.2. Апаратурно-технологічна схема виробництва ячмінно-солодового екстракту.....	46
2.3. Характеристика джерел електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону хвиль	32
2.4. Йодометричний метод визначення оцукрюючої активності амілолітичних ферментів ячмінного солоду.....	55
2.5. Методи кількісного визначення біологічно активних речовин у витяжках з плодів глоду та готовому ферментованому напої	57
2.5.1. Індифенольний метод визначення аскорбінової кислоти.....	57
2.5.2. Визначення суми флавоноїдів в перерахунку на гіперозид	59
2.6. Фізико-хімічні показники якості ферментованих напоїв	61
2.6.1. Визначення масової частки сухих речовин рефрактометричним методом	62
2.6.2. Визначення загальної кислотності ферментованих напоїв	64
2.6.3. Визначення активної кислотності ферментованих напоїв	65
2.7. Органолептичні показники якості ферментованих напоїв.....	66
2.8. Висновки до розділу.....	68
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	70
3.1. Приготування заторів.....	70
3.2. Вплив електромагнітного опромінення на солод ячменю	71
3.3. Вплив умов екстрагування на ступінь вилучення біологічно активних речовин з плодів глоду	76
3.4. Технологія приготування ферментованих напоїв з екстрактом глоду	81

3.5. Висновки до розділу.....	88
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	89
4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при створенні ферментованих напоїв з використанням глоду	89
4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при створенні ферментованих напоїв з використанням глоду	91
4.2.1. Розрахунок повітрообміну для забезпечення необхідних умов повітряного середовища в лабораторії біохімії Національного авіаційного університету.....	93
4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при створенні ферментованих напоїв з використанням глоду	94
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	96
5.1. Методи та засоби, що застосовуються для очищення стічних вод, що утворюються на біотехнологічних виробництвах.....	97
ВИСНОВКИ	102
СПИСОК БІБЛОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	103
ДОДАТКИ.....	113

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

НЧ – низькі частоти

КВЧ – крайнє високі частоти

ФП – ферментний препарат

pH – водневий показник

ОАк – оцукрююча активність

ВСТУП

Актуальність теми. В останні роки все більш широкої популярності набувають функціональні продукти харчування, щоденне вживання яких сприяє зміцненню здоров'я. Особливість складу цих продуктів – наявність в них фізіологічно значущих речовин: вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон тощо. Найбагатшим джерелом таких речовин служить лікарська сировина, дикорослі плоди, які знаходять застосування у виробництві продуктів та напоїв [1].

Нові вимоги до харчових продуктів та напоїв, тенденції щодо здорового способу життя ставлять перед технологами завдання розроблення нових технологій ферментованих напоїв [2]. Перспективним є використання плодів глоду (*Crataegus*) при виробництві ферментованих напоїв. Плоди глоду багаті на органічні кислоти, цукри, сорбіт, пектинові речовини, кислоту аскорбінову, β -каротин, вітамін К, фенольні сполуки, катехіни, флавоноли, фенолокислоти, кумарини, стерини, кислоти три терпенові [3].

Поряд з розробкою нових напоїв актуальним є вдосконалення технологічних процесів. Приготування солодового суслу є першим технологічним етапом при приготуванні ферментованих напоїв. Технологічною ціллю даного етапу є процес затирання солоду, при якому відбувається активізація ферментів, в результаті дії яких відбувається перехід у водорозчинний стан резервних речовин ячмінного солоду [4,5]. Одним з фізичних факторів, які можуть впливати на швидкість ферментативних процесів, є електромагнітне опромінення [6].

Розробка технології ферментованого напою з використанням плодів глоду (*Crataegus*), які є джерелом біологічно активних речовин, дозволить розширити асортимент ферментованих напоїв на ринку України. Також забезпечить різні верстви населення продукцією, що має підвищену харчову та біологічну цінність [7]. Використання плодів глоду в солодових ферментованих напоях сформує їх органолептичні, фізико-хімічні й фармакологічні властивості [8].

Мета дипломної роботи: удосконалення технології ферментованих напоїв з використанням ячмінного солоду та екстракту глоду.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання:**

1. Охарактеризувати плоди глоду (*Crataegus*) як джерело біологічно активних речовин.
2. Оптимізувати процес екстрагування ячмінного солоду шляхом впливу електромагнітного опромінення на активність амілолітичних ферментів.
3. Визначити оптимальні умови екстрагування плодів глоду (*Crataegus*).
4. Розробити технологічну схему ферментованого напою з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

Об'єкт дослідження: технологія ферментованих напоїв з екстрактом плодів глоду.

Предмет дослідження: ячмінний солод, екстракт плодів глоду, дріжджі.

Методи дослідження: фізико-хімічні, аналітичні, статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів. Отримані результати досліджень дозволяють на основі отриманих даних запропонувати удосконалену технологічну схему виробництва ферментованих напоїв з екстрактом глоду (*Crataegus*). Новизною є удосконалення технології за рахунок збагачення напоїв редукуючими цукрами в результаті активізації ферментів ячмінного солоду, а також додавання до суслу екстракту глоду, який збагачує напої біологічно активними речовинами.

Практичне значення отриманих результатів. Удосконалену технологію ферментованого напою з використанням глоду можна запровадити у виробництво і випускати напої, збагачені біологічно активними речовинами.

Особистий внесок випускника. Весь аналіз літературних даних за темою дипломної роботи та експериментальні дослідження, обробка результатів, їх опис та аналіз виконані випускником особисто під керівництвом к.т.н., доцента Л. О. Косоголової на базі Національного авіаційного університету та д.т.н., професора П.П. Лошицького на базі Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» на кафедрі електронної інженерії.

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Перспективи розвитку технологій біологічно активних ферментованих напоїв

Безалкогольні напої характеризуються не тільки мінімальною концентрацією спирту, але й комплексом біологічно активних речовин. В результаті чого їх використовують не тільки для тамування спраги, але й з оздоровчою метою. З точки зору лікувально-профілактичного ефекту на організм людини, перспективними вважаються ферментовані напої. Їхня дія обумовлена використанням рослинної сировини та корисних культур мікроорганізмів у технологічному процесі. Органолептичні та фізико-хімічні показники таких напоїв формуються внаслідок бродіння. Під дією мікроорганізмів сусло біотрансформується в готовий напій або його основу. В результаті готовий напій містить у своєму складі біологічно активні речовини вихідної сировини і ті, що утворилися під час бродіння. Для ферментованих напоїв гранично допустимий рівень вмісту етилового спирту не повинен перевищувати 1,2% [2].

Найбільш поширеним ферментованим напоєм є хлібний квас. Хлібний квас – продукт спиртового та молочнокислого бродіння. Задля збільшення асортименту та покращення смакових властивостей розробляють технології квасу, в яких використовується зернова, молочна та плодово-овочева сировина [9,10].

Також асортимент ферментованих напоїв поповнюють напої із зернової сировини, але з використанням мікроорганізмів, що не традиційні для квасоваріння. Прикладом може слугувати використання консорціуму мікроорганізмів «чайного гриба» при приготуванні ферментованого напою «Віталон» [11]. Напій «Віталон» одержують шляхом зброджування сусла культурою мікроорганізмів *Medusomyces gisevii* V, яка включає в себе дріжджі *Zygosaccaromyces fermentati* V та оцтовокислі

бактерії *Acetobacter xylinum* V. В процесі зброджування відбувається значне збагачення суслу біологічно активними речовинами.

Перспективними для приготування ферментованих напоїв є комбінація таких молочнокислих бактерій, як *Lactobacillus acidophilum*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus bulgaricum* та дріжджів *Candida*, *Torula lactis*; оцтовокислих бактерій *Acetobacter lovaniensis*, пропіоновокислих бактерій *Propionibacterium shermanii* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus acidophilum*; оцтовокислих бактерій роду *Gluconobacter oxydans* і дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*; молочнокислих бактерій *Lactobacillus delbrueckii* та цвілевих грибів *Aspergillus oryzae* [2].

Розширенню асортименту напоїв бродіння слугує виробництво ферментованих напоїв на основі сироватки молока. В результаті молочнокислого бродіння напоїв насичується цінними компонентами, такими як ферменти, етиловий спирт, леткі кислоти, ароматичні сполуки тощо. Існують різні модифікації та вдосконалення технології такого напою. Наприклад, для регулювання консистенції напою та збагачення його харчовими волокнами, вуглеводами, вітамінами, мікро- та макроелементами використовують яблучний пектин в клітковині, або сухі концентрати харчових волокон цитрусових [12].

На сьогоднішній день ферментованими напоями нового покоління можна вважати ферментовані медові напої, оздоровчого напрямку. В якості основної сировини використовують різні види натурального меду та воду. Медовий напій – продукт спиртового бродіння розчину меду натурального. Він є джерелом біологічно активних речовин меду та використаної сировини. Також в результаті бродіння утворюються речовини, які підвищують біологічну цінність кінцевого продукту. Для вдосконалення технології виробництва ферментованих медових напоїв використовують продукти переробки зернових культур, ягід та плодів, лікарські рослини. Інтенсифікувати технологію можна також шляхом використання високоефективних культур мікроорганізмів. Такими є раси дріжджів Р-87, К-87, КМ-94. Підбір перспективних рас дріжджів є важливим етапом приготування ферментованих напоїв з точки зору біологічної цінності [13]. Такі напої відносять до напоїв низької калорійності.

Таким чином розроблення нових рецептур ферментованих напоїв та вдосконалення існуючих дозволяє підняти рівень їх виробництва на значно новий рівень, а також розширити їх асортимент, покращити якість.

1.2. Технологія солоду для приготування солодового екстракту

1.2.1. Сировина для виробництва солоду

Ячмінь – найбільш поширена сировина для виробництва солоду. Завдяки багатому складу ячмінний солод набув широкого поширення в харчовій промисловості. Зерно ячменю містить крохмаль, білки, некрохмальні полісахариди, жири, амінокислоти, мікро- та мікроелементи, вітаміни. Харчова цінність ячменю зростає в процесі солододорощення.

Технологія виробництва солоду залежить від якості вихідної сировини – ячменю. До зовнішніх ознак зерна ячменю, на які слід звертати увагу відносять форму зерна, колір, запах, забрудненість сторонніми домішками та наявність шкідників. Еліптична або овальна форма зерна слугує рівномірному розподілу запасних речовин по всій довжині зерна та швидшому їх розподіленню під час солододорощення. Для технологічних цілей потрібне зерно, що має оболонки світло-жовтого кольору. Забарвлення повинно бути рівномірним та зі здоровим натуральним блиском. Потемніла оболонка свідчить про те, що з такого зерна неможливо отримати якісний солод. За запахом визначають свіжість ячменю. Про псування зерна свідчить затхлий або солодовий запах. За даними держстандарту, вміст сторонніх домішок допускається не більше 1% для першого класу зерна, та 2% для другого. Зернових домішок повинно бути не більше 3% і 5% для зерна першого класу та другого відповідно. Зерна ячменю, призначені для виробництва солоду, не повинні мати зернових шкідників. Зараженість кліщем не повинна перевищувати 1-20 кліщів на 1 кг зерна ячменю [14].

Ячмінь має короткий вегетаційний періодом, а тому зерно при ранньому збиранні є сухішим. Умови зберігання ячменю, у тому числі насіння, приблизно такі ж, як і в інших зернових [15].

Зерно ячменю являє собою зернівку, оболонка якої складається з семи клітинних шарів, які утворюють квіткову, плодову (або перикарпій) і насінневу (або тесту) оболонки. Квіткова оболонка складається в основному з целюлози, яка практично не змінюється при солододороженні. Крім целюлози містяться кремнієва кислота, поліфеноли, ліпіди. У насінневій оболонці міститься багато фенольних сполук. Плодова оболонка дуже тонка і не має значного впливу на солододороження. Ендосперм (мучнисте тіло) покритий алейроновим шаром. Він складається з численних клітин, що багаті на білки (рис. 1.1). Ці клітини не містять крохмаль, але мають алейронові зерна. При солододороженні вони також руйнуються [16].

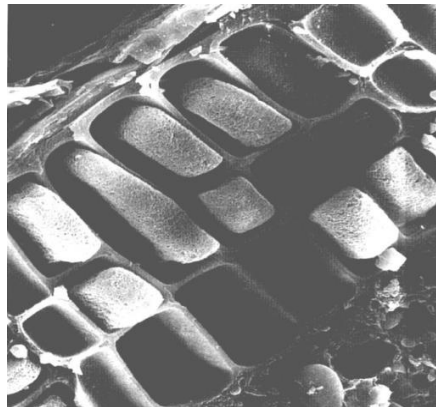


Рис. 1.1. Електронна мікрофотографія клітин алейронового шару ячменю з крохмальними зернами [16]

У проростаючому ячмені алейроновий шар є місцем утворення ферментів. Основним компонентом клітинних стінок алейронового шару є пентозани (70%), решта 30% представлені β -глюканом. Важливою структурною одиницею ячменю є ендосперм, який складається з клітин з крохмальними зернами різного розміру: великі діаметром від 20 до 30 мкм і дрібні – відповідно діаметром від 1 до 5 мкм (рис. 1.2). Кількісний вміст в ендоспермі дрібних зерен наближається до 90%, в той

час як їх маса становить лише 10%. Близько 98% сухих речовин зерна приходить на крохмаль [16].

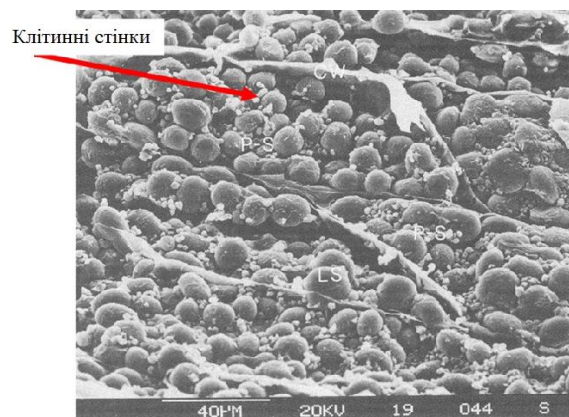


Рис. 1.2. Електронна мікрофотографія клітин ендосперму ячменю з крохмальними зернами: LS – великі крохмальні зерна; P-S – маленькі крохмальні зерна; CW – клітинна стінка [16]

Стінки клітин складаються в основному з β -глюканів (табл.1.1). Від співвідношення в клітинах ендосперму крохмалю і некрохмалистих вуглеводів залежить вихід екстракту і якість солоду [16].

Таблиця 1.1

Склад клітинної стінки [16]

Компоненти	Кількість, %
β -Глюкан	70
Пентозан	20
Білок	5
Маннан	2
Целюлоза	2
Фенольні кислоти	0,5
Уронові кислоти	0,5

Ячмінь є основною сировиною для отримання солоду або у вигляді несоложеного матеріалу. Хімічний склад ячменю залежить від сорту, агротехнічних і метеорологічних умов. Суху речовину ячменю представлено в основному органічними речовинами, вміст яких досягає 85% від загальної маси зерна. Відомості щодо складу пивоварного ячменю наведені в табл. 1.2. При дослідженні біохімічних процесів, що проходять при солододороженні, потрібно звернути увагу на наступні компоненти, що входять до складу ячменю: вуглеводи, азотисті речовини, фенольні з'єднання, мінеральні речовини, вітаміни та неорганічні з'єднання [16].

Таблиця 1.2

Хімічний склад ячменю [16]

Речовини, що входять до складу злаку	Кількість, г/100 г сухих речовин	
	min	max
Вода	8,0	-
Крохмаль	50,0	75,0
Целюлоза	4,0	6,0
Геміцелюлоза	4,0	5,0
Пентозани	5,0	10,0
Амінокислоти	-	-
Білок	8,0	16,0
Жири (ліпіди)	2,0	5,0
Моно-, ди- та трисахариди	1,0	2,0
Гумміподібні речовини	0,6	1,4
Мінеральні речовини	2,0	3,0
Дубильні речовини	0,1	0,3

Важливою складовою частиною зерна є вода. Вологість ячменю може коливатися від 8 до 20%. Для 1-го класу вологість ячменю не повинна перевищувати 15%. [16].

1.2.2. Особливості технології виробництва ячмінного солоду

Солод – це зерна злаків (зазвичай ячменю), пророслі в штучних (оптимальних) умовах при певній температурі та вологості. Процес штучного пророщування зерна називається солодоращенням. Основна мета солодоращення – накопичення в зерні максимальної кількості активних ферментів, головним чином амілолітичних [17].

В основному на заводах ячмінний солод виробляють за класичною технологією. Технологія виробництва солоду поділяється на наступні процеси: підготовку зерна, його замочування, пророщування, сушіння солоду та відокремлення паростків [18].

Зерно на переробні заводи від заготівельних пунктів постачається автомобільним або залізничним транспортом. Таке зерно містить домішки, що робить його непридатним для зберігання. Розрізняють сміттєві і зернові домішки. До сміттєвих відносять землю, пісок, остюки, порожні плівки, насіння дикорослих рослин. Шкідливі з них – кукіль, сажка, ріжки тощо. До зернових домішок відносять сплющені, биті, пошкоджені, запліснявілі зерна та зерна інших злаків. Зернову масу перед зберіганням очищають. При цьому основну культуру звільняють від домішок. Очищене й зважене зерно транспортується в силоси на зберігання. Зерно підвищеної вологості після первинного очищення подається в сушарку [18].

Зерно перед замочуванням повторно очищають та сортують тому, що зерна однакового розміру досягають однакової вологості й рівномірно розвиваються. Сортування – поділ основної культури на фракції за розмірами зерен. Очищення та сортування зерна здійснюється на повітряно-ситовому і магнітному сепараторах, трієрі сортувалці або розсійнику [18].

Відсортоване зерно попередньо спрямовується на миття, а потім – на замочування. У процесі миття зерно інтенсивно перемішується з водою, при цьому з його поверхні відмиваються частинки пилу, а легкі домішки спливають наверх і видаляються у вигляді сплаву. Вимите зерно дезінфікується хлорним вапном, перманганатом калію або іншими засобами, а потім замочується [18].

При зберіганні ячменю ферменти, що важливі для процесу солодоращення, не активні або мають знижену активність. При замочуванні всередину зерна потрапляє вода, і завдяки цьому наявні ферменти активуються й сприяють процесу проростання. Одночасно підсилюється й дихання ячменю, а з ним і потреба в кисні. Водопоглинання залежить від тривалості замочування, температури, розмірів зерна, сорту ячменю, а також особливостей року його збирання. Водопоглинання спочатку йде швидко, але згодом сповільнюється (рис. 1.4) [19].

Залежно від температури замочування води, що застосовується для замочування, розрізняють холодне, звичайне, тепле й гаряче замочування. Для холодного замочування використовують воду з температурою нижче 10 °С, для звичайного – 10-15 °С, теплого – 20-25 °С, а при гарячому замочуванні – більше 25 °С. Найпоширеніше звичайне замочування. Замочене до вологості 43-46 % зерно надходить на стадію пророщування [18].

Пророщування зерна є найголовнішим процесом при виробництві солоду. Основна його мета – утворення ферментів. Ці ферменти необхідні для розщеплення речовин при затиранні. Крім того, в процесі пророщування відбувається підготовка та біохімічні перетворення запасних речовин ендосперму. При солодоращенні відбуваються складні процеси:

- Біологічні – проростання зародка і синтез нових речовин, а також дихання зерна.
- Біохімічні – гідроліз запасних речовин ендосперму.
- Хімічні – взаємодія отриманих в результаті гідролізу речовин і утворення ароматичних з'єднань.
- Фізичні – пересування розчинених запасних речовин від ендосперму до зародка і назад [17].

Технологічні вимоги до пророщування зерна характеризуються наступними показниками: температурою, при якій відбувається пророщування зерна на окремих стадіях; вмістом вологи в зерні; співвідношенням кисню і діоксиду вуглецю в шарі зерна на окремих стадіях пророщування; тривалістю пророщування [20].

Оптимальним для вирощування солоду з ячменю є холодний режим при температурі 13-17 °С. Тривалість вирощування ячмінного солоду становить 6-7 діб. Одержують солод на токових і пневматичних солодовнях. Токові солодовні є малопродуктивними, застарілими та трудомісткими. В останні роки впроваджується суміщений спосіб виробництва солоду в одному апараті, який являє собою солодовирощувальний ящик [18].

В пророщеному зерні розвиваються зародкові корінці та листок зародка. В кінці замочування корінець зародка проникає через основу зерна і стає видимим. Вигляд корінців характеризує стадії пророщення ячменю. Зародкові корінці після сушіння відокремлюються і становлять основну частину втрат при солододорощенні. Щоб зменшити кількість втрат, слід пророщувати зерно при більш низьких температурах, досягаючи мінімальної довжини корінців. Зародковий листок проникає крізь насінну оболонку, але не проникає через квіткову. Листок зародка не виходить із зерна, тому при очищенні солоду він не відокремлюється. Довжина листка визначається процесами обміну речовин всередині зерна (рис. 1.3) [17].

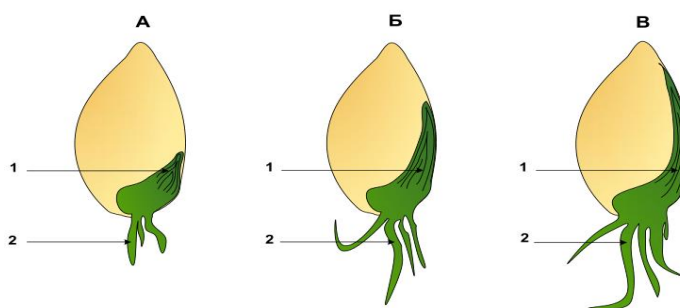


Рис. 1.3. Схема росту паростків пророслого ячмінного зерна: а) на перший день росту; б) на третій день росту; в) на шостий день росту: 1 – листок зародка; 2 – корінець зародка [16]

Важливою задачею солододорощення є активація та утворення амілолітичних ферментів. Амілази ячменю та солоду складаються з двох ферментів: α -амілази і β -амілази, що різняться механізмом свого впливу на крохмаль. Проникнення α -амілази всередину клітин ендосперму полегшується дією цитолітичних ферментів, які руйнують стінки крохмалевмісних клітин, залишаючи проникний для інших

ферментів каркас. Схему розщеплення крохмалю в клітинах ендосперму при дії амілаз показано на рис. 1.4 [16].

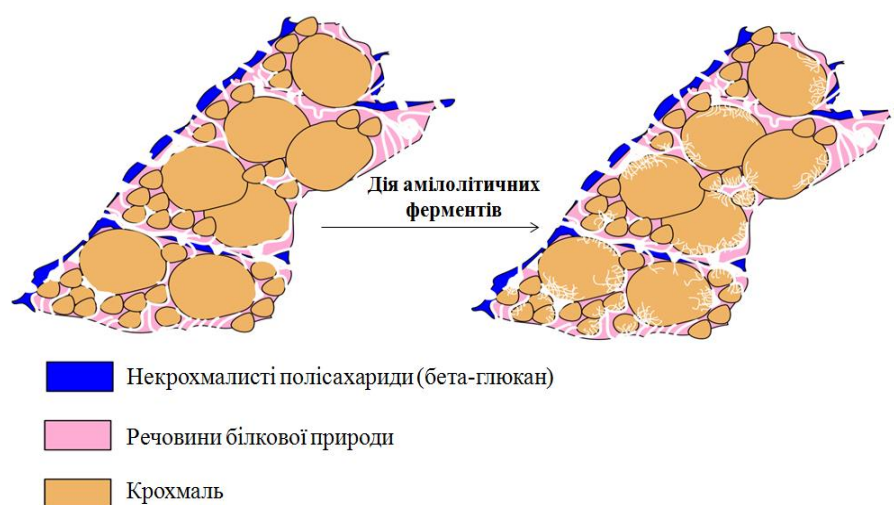


Рис. 1.4. Схema розщеплення крохмалю в клітинах ендосперму при дії амілолітичних ферментів [16]

У пророслому зерні 7% α -амілази знаходиться в зародку, 93% в ендоспермі. α -Амілаза активується тільки при пророщуванні ячменю. Накопичення α -амілази активно відбувається до четвертого дня рощення зерна, а потім її вміст повільно зростає до свого максимуму до кінця пророщування. Активність ферментів залежить від вологості та вмісту кисню в повітрі. Активатором ферменту є іони Ca^{+2} . β -Амілаза міститься в непророслому ячмені в достатній кількості, і в міру проростання ячменю її активність різко збільшується. Максимальна активність амілази проявляється на 4-5-ту добу пророщування [16].

Отриманий при пророщуванні солод має високу вологість (42-45%) і не придатний для зберігання. Для отримання якісного продукту свіжий солод сушать, вологість його при цьому знижується. При сушінні свіжопророслого солоду виділяються три стадії:

– Фізіологічна. Температура 30-40 °С, вологість зменшується з 43% до 30%. Час витримки – 8 годин. У цей період сушіння температура наближається до оптимальної для дії ферментів. Одночасно тривають фізіологічні процеси. Зерно продовжує рости, але в більш сприятливих умовах, ніж в солодовирощувальному

апараті. Відбувається розвиток зародкового листка і корінців, активно споживаються вуглеводи. Ця стадія також необхідна для збереження ферментів.

– Ферментативна. Температура 40-65 °С, вологість зменшується з 30% до 12%. Час витримки – 8 годин. При таких температурах фізіологічні процеси пригнічуються, але дія ферментів триває активно і, як наслідок, відбувається накопичення продуктів гідролітичного розпаду. При швидкому підвищенні температури може статися часткова клейстеризація крохмалю, що неприпустимо.

– Хімічна. Температура 65-85 °С, вологість зменшується з 12% до 2-3%. Час витримки – 8 годин. При підвищенні температури до 80 °С дія ферментів припиняється, але хімічні процеси тривають і навіть прискорюються. Продукти розпаду білків і вуглеводів вступають у взаємодію з утворенням нових з'єднань, що забезпечують характерні для солоду органолептичні властивості [17].

Для сушіння солоду використовують різноманітні солодосушарки періодичної та безперервної дії. Як сушильний агент використовують нагріте на калорифері очищене повітря. Сухий солод після сушіння звільняється від паростків на ростковідбивній машині і передається на зберігання [18].

1.2.3. Ферменти ячмінного солоду

Найбільш цінними ферментами ячмінного солоду являються амілолітичні, протеолітичні, цитолітичні ферменти, ліпази та фосфатази [21].

Амілази грають важливу роль як ферменти, що оцукрюють крохмаль. Вони забезпечують біохімічні процеси, які проходять в зерні ячменю, а також грають важливу роль при затиранні солоду [22].

До групи амілолітичних ферментів відносяться α - і β -амілаза, глюкоамілаза, пуллуланаза та деякі інші (табл. 1.3). За принципом дії на субстрат ферменти поділяються на ендо- та екзоферменти [16].

Амілолітичні ферменти ячмінного солоду [26]

Фермент	Синоніми	Механізм дії
α -Амілаза (α -1,4-глюкан-глюканогідролаза)	-	Розщеплення α -1,4-глікозидних зв'язків всередині молекул (ендофермент)
β -Амілаза (α -1,4-глюкан-мальтогідролаза)	-	Гідроліз α -1,4-зв'язків в молекулі крохмалю з нередукуючого кінця (екзофермент)
Глюкоамілаза (α -1,4-глюканглюкогідролаза)	Амілоглюкозидаза, кисла мальтоза, екзо-1,4- α -D-глюкозидаза	Гідроліз α -1,4- і α -1,6-зв'язків в молекулі крохмалю (екзофермент)
Пулуланаза (пулулан-6-глюканогідролаза)	R-фермент, амілопектин-6-глюканогідролаза	Гідроліз α -1,6-зв'язків в пулулані, амілопектині, глікогені (ендофермент)

α -Амілаза здійснює неупорядковане розщеплення α -1,4-глікозидних зв'язків крохмалю та інших полісахаридів з утворенням декстринів, олігосахаридів, мальтози і глюкози. Цей ензим належить до ендоамілази. β -Амілаза – екзофермент, що гідролізує α -1,4-зв'язки з нередукуючих кінців молекул амілози і амілопектину крохмалю з утворенням мальтози. Вона не розщеплює α -1,6-зв'язки. При спільній дії α - і β -амілаз на крохмаль 95% перетворюється в мальтозу і 5% – в низькомолекулярні граничні декстрини, що містять α -1,6-глюкозидні зв'язки [23]. Ще інакше розщеплює крохмаль глюкоамілаза. Вона діє з нередукованого кінця, але відділяє тільки частинки глюкози, розриваючи таким чином послідовно 1,4-зв'язки ланцюгів крохмалю. Гранична декстриназа і пулуланаза розщеплюють полісахариди і продукти їх гідролізу в місцях розгалуження молекули, тобто ці ферменти гідролізують α -1,6-глюкозидні зв'язки. В результаті в розчині збільшується вміст мальтози і мальтотріози [23].

До цитолітичних ферментів ячмінного солоду належать целюлаза, геміцелюлаза, β -глюканаза. Цитолітичні ферменти беруть участь в цитолізі. Цитоліз – це розчинення клітинних стінок ячменю в процесі гідролізу β -глюканів та

геміцелюлоз. В результаті дії цитолітичних ферментів білки та крохмаль стають доступними для протеаз та амілаз [23].

Протеоліз – процес гідролізу білків, що входять до складу зерна ячменю. В процесі солодородження збільшується активність протеолітичних ферментів, але під час сушіння та затирання солоду значно знижується. Протеолітичні ферменти відрізняються не тільки дією на субстрат, але й по відношенню до активної кислотності середовища, кисню, наявності активаторів чи інгібіторів. В готовому солоді величина розпаду азотистих речовин знаходиться в межах 38-42 % розчинних білків (число Кольбаха) [16].

Ліпаза або триацилгліцерол ліпаза відноситься до естераз, класу гідролаз. Цей фермент розщеплює ефірні зв'язки. Ліпаза гідролізує високомолекулярні гліцеринові ефіри жирних кислот, з наступним утворенням ди-, моно гліцеридів та жирних кислот. Під час приготування суслу в результаті дії ліпази збільшується вміст високомолекулярних жирних кислот [16].

Фосфатаза – фермент, що каталізує розщеплення складних ефірів фосфорної кислоти. В результаті утворюється неорганічний фосфат і відбувається синтез складних ефірів фосфорної кислоти [16].

1.3. Роль лікарських рослин при приготуванні ферментованих напоїв

Напої відіграють важливу роль в структурі харчування людей. Найбільш цінними вважають ферментовані напої, в яких комплекс харчових та біологічно активних речовин доповнюється продуктами обміну мікроорганізмів.

В останні роки з'явився інтерес до напоїв з соціально значущими властивостями. Вживання таких напоїв посилює захисні функції організму людини, покращує самопочуття та забезпечує необхідним комплексом біологічно активних речовин [24].

Такими напоями можуть бути ферментовані напої на основі рослинних екстрактів. Рослинні екстракти можуть володіти заспокоюючим, імуностимулюючим, підвищуючим життєвий тонус ефектом. Вони збагачують

ферментовані напої важливими біологічно активними речовинами, вітамінами, мікро- та макроелементами. Отже, рослинні екстракти в тій чи іншій мірі можуть бути як харчовим, так і лікувальним засобом [24].

Основною фармакологічною дією біологічно активних речовин лікарських рослин є підвищення опірності організму людини шкідливим діям факторів зовнішнього середовища. У різних частинах рослин можуть міститися такі біологічно активні речовини: глікозиди, алкалоїди, флавоноїди, кумарини, сапоніни, дубильні речовини, ефірні олії та інші [25].

У рослинному світі найбільш поширеними є серцеві глікозиди. Вони впливають на серцево-судинну, сечову та нервову системи. Дія на серцево-судинну систему проявляється гемодинамічними та метаболічними ефектами. Вплив серцевих глікозидів на центральну нервову систему має заспокійливий ефект [26].

Дія на організм людини алкалоїдів дуже багатогранна. Вони впливають на обмін речовин та поділ клітин, діяльність м'язів, нормалізують кров'яний тиск та можуть впливати на центральну нервову систему [26].

Велике значення мають флавоноїди, які регулюють проникність стінок кровоносних судин та збільшують їх еластичність. Флавоноїди за своєю фармакологічною активністю проявляють спазмолітичну, жовчогінну, кардіотонічну, противиразкову, протипухлинну дію [26].

В основному кумарини вирізняються спазмолітичною активністю. Деякі кумарини мають ще й антимікробну активність [26].

Сапоніни мають сечогінну та послаблюючу дію. Екстракти рослин, багаті на сапоніни, впливають на секрецію бронхіальних залоз та збудження кашлевого центра. Стероїдні сапоніни – джерело синтезу кортикостероїдів [26].

Дубильні речовини мають гіпотензивні, антибактеріальні, спазмолітичні, кровоспинні властивості. Ефірна олія має протизапальний та болезаспокійливий ефект [26]. Це все свідчить про важливість використання екстрактів з лікарської рослинної сировини.

Вітчизняні науковці розробляють рецептури приготування ферментованих напоїв на основі екстрактів рослин. Так, досліджувався процес екстрагування

біологічно активних речовин меліси і календули [27], буркуна лікарського, деревію звичайного, плодів шипшини [28], листя волоського горіха [29], коренів солодки голої, родовику [30], трави меліси, листя підбілу, трави чебрецю і звіробою [31], квіток липи і бузини, листя малини, смородини, суниці та меліси [32].

До зброджуючих, тонізуючих та загальнозміцнюючих відносять екстракти з таких рослин, як звіробій, женьшень, суниця, оман, кропива, кульбаба, смородини, шипшина, дягель. Валеріана, м'ята, ромашка, меліса, калина, сухоцвіт, собача кропива проявляють заспокійливу дію. На серцево-судинну систему впливає горицвіт, конвалія, глід, синюха. При лікуванні шлунково-кишкових захворювань та сечогінної системи корисними є деревій, аїр, полинь, нагідки, золототисячник, цикорій, коріандр, брусниця тощо. При запаленні дихальних шляхів використовують бузину, багно, аніс, герань, гравілат, оман, буркун. Знеболіючу дію мають анемона, дурман, чемериця, чистотіл, блекота. До рослин, що стимулюють обмін речовин відносять калину, чебрець, солодку, смородину, кропиву, листя суниці, череду, хвощ, фіалку, цикорій тощо [14].

Таким чином для збагачення ферментованих напоїв доцільно використовувати рослинні екстракти, які не тільки формують органолептичні властивості кінцевого продукту, але й підвищують його харчову цінність.

1.3.1. Загальна характеристика глоду (*Crataegus*)

Глід (*Crataegus*) – рослина, поширена в Україні. Латинська назва походить від грецького *krataios*, що означає «міцний», і пов'язано з міцною деревиною глоду та його твердими колючками [33].

Глід – це кущ або невелике дерево заввишки 3-7 м з родини розових (*Rosaceae*), з колючими червонувато-коричневими гілками (рис. 1.5). Колючки до 2 см завдовжки, гострі, міцні. Листки чергові, глибокороздільні, обернено-яйцеподібні, зверху темно-зелені, блискучі, з іншої сторони – світлі, з восковим нальотом. Суцвіття щиткоподібні, з 3-5 гілочок, які містять по 10-18 квіток. Оцвітина подвійна, роздільнопелюсткова, п'ятичленна, чашолистки трикутно- або

широкоовальні, відігнуті донизу. Віночок білий (до 15 мм у діаметрі), тичинок багато, маточка одна, стовпчик один, прямий, зав'язь напівнижня. Плід – видовжено-яйцеподібний, рідше кулястий, 8-10 мм завдовжки, червоний або коричнево-червоний, з однією кісточкою й солодкуватим м'якушем [34].

Росте глід по всій території України. Його можна знайти в підліску листяних та мішаних лісів, частіше на узліссях, лісових галявинах, парках, пагорбах, на схилах річок та боліт [33].

Розмножується глід насінням та живцями. Приживається добре, особливого догляду не потребує [35].



Рис.1.5. Глід (*Crataegus*)

Глід цвіте з середини травня до початку червня. Дрібні квітки мають специфічний неприємний запах через речовину диметиламін [36].

Лікарською сировиною є квітки та плоди глodu, листя використовують рідше. Квіти заготовляють на початку цвітіння, поки вони всі не розкрилися. Зрізають суцвіття та окремі квітки. Глід відцвітає доволі швидко, іноді за 2-3 дні. Не слід збирати квіти після роси чи дощу, так як при сушінні вони потемніють. Сушать у затінку, розклавши тонким шаром, або в сушарках за температури 40 °С. Зберігають у сухому приміщенні, що добре провітрюється. Термін придатності – 1 рік.

Плоди глоду збирають в період їх повного досягання з кінця вересня і до заморозків. Зрілі плоди збирають, зриваючи цілком щитки з плодами або окремі плоди. Сушать у теплому приміщенні або в сушарках при температурі до 70 °С. При природному сушінні розсипають 4-5 кг плодів глоду на 1 м². Сушіння зазвичай триває 7-8 днів. Вихід сухої сировини складає 25-30 % від маси свіжо збираної. Готову сировину просівають, позбавляючи від домішків. Зберігають у сухому, добре провітрюваному приміщенні. Термін придатності – 2 роки [37].

Дію на організм людини квітів, плодів та листя глоду, великою мірою пояснює їх біохімічний склад. Багаті на різні сполуки квіти та плоди, тому вони вважаються більш корисними. Біднішими є листки, тому вони й рідше використовуються в якості джерела біологічно активних речовин.

У листі глоду виявлені флавоноїди – гіперозид, вітексин, рамнозид вітексину, кварцетин; кратеголова, хлорогенова, урсолова, акантолова і неотеголова кислоти; ефірна олія (до 0,16 %) [38].

Квіти глоду містять флавоноїди – гіперозид, кверцетин; кислоти – кавова та хлорогенова; аміни – триметиламін, холін і ацетохолін, дубильні речовини, ефірну олію [38], макро- та мікроелементи (табл. 1.4).

У плодах глоду знайдені кислоти – урсолова, олеанолова, хлорогенова і кавова; флавоноїди; азотовмісні з'єднання – холін, ацетилхолін, а також каротиноїди, фітостерини, глікозиди, сапоніни, гіперозид, сорбіт, дубильні речовини та вищі жирні кислоти – стеаринова, пальмітинова. Дубильні речовини представлені димерами – епікатехіну і лейкоантоціанідину. Крім цього в плодах глоду містяться мікро- та макроелементи (табл. 1.4) [38].

Амінокислотний склад плодів глоду представлений чотирнадцятьма сполуками, серед яких є аспарагін й аспарагінова кислота [39].

Глід містить доволі багато аскорбінової кислоти. Накопичення аскорбінової кислоти залежить від забезпеченням рослин вологою під час досягання плодів. Суха та спекотна погода зменшує кількість вітаміну С, але сприяє накопиченню поліфенольних сполук [39].

Вміст макро- та мікроелементів у квітках та плодах глоду [40]

		Квіти	Плоди		Квіти	Плоди
	Зола	7,69 %	2,37 %			
Макроелементи, мг/г	K	32,1	13,1	Mg	3,4	1
	Ca	11,8	3	Fe	0,2	0,04
Мікроелементи, мг/г	Mn	0,28	0,04	Zn	0,35	0,07
	Cu	0,35	0,29	Co	0,18	0,37
	Mo	7	-	Ba	0,42	-
	Cr	0,01	0,01	Al	0,12	0,03
	Se	10	11,8	Sr	0,24	0,06
	Ni	0,34	0,1	Pb	0,07	0,05
	I	0,06	0,06	B	77,2	2

Терпкість плодів залежить від кількості поліфенолів та їхнього якісного складу. Їх вміст становить 420–1540 мг/100 г, у тому числі 80–1000 мг/100 г катехінів. Спектр катехінів налічує 3–8 індивідуальних сполук [39].

Завдяки високому вмісту антоціанів шкірочки плодів вирізняються яскравим забарвленням. Основним агліконом плодів є ціанідин та його метіліроване похідне – пеонідин. До складу антоціан-глікозидів плодів глоду в основному входить ціанідин-5-моноглюкозид [39].

У зелених плодах містяться такі пігменти: хлорофіл А і Б, ксантофіл та каротин. У стиглих плодах залишається тільки каротин, але в незначній кількості присутній ксантофіл. Суха тепла погода сприяє більшому нагромадженню каротину. Його вміст становить 0,4-2,7 мг% [39].

Окрім приведених біологічно активних речовин, плоди глоду містять 4-11% цукрів. Так як в основному це фруктоза, плоди дозволено вживати при цукровому діабеті. Присутній також комплекс вітамінів А, С і Р, вміст яких становить 2–4 мг%, 31–108 мг% та 330–680 мг% відповідно [40]. У плодах рослини досить великий вміст пектину, що має желюючу здатність.

Препарати з листя, квіток і плодів глоду чинять кардіотонічну, гіпотензивну, спазмолітичну, седативну та десенсибілізуючу дію [41].

Глід тонізує серцевий м'яз, знижує збудливість центральної нервової системи, посилює кровопостачання коронарних судин серця та судин мозку, усуває тахікардію та аритмію, поліпшує сон і самопочуття [42].

Терапевтична дія глоду залежить від дозування. Малі дози впливають на серцеву діяльність тонізуюче, а занадто великі – можуть спричинити надмірну сонливість та сповільнення пульсу. Препарати рослини малотоксичні, не спричиняють побічних явищ [41].

1.3.2. Сучасні методи екстракції лікарської сировини

Методи екстракції рослинної сировини поділяють на статичні та динамічні [43]. До простих способів екстракції належать статичні, в числі яких – метод настоювання або ж мацерація [44]. З переваг цього способу можна виділити простоту обладнання, що використовується. На сьогоднішній день мацерацію використовують рідко, через ряд недоліків: довготривалість; неповноту екстракції діючих речовин; високий вміст у витяжках баластних речовин; трудомісткість.

До статичних багатоступінчатих способів екстракції відносять ремацераційні методи, що використовуються при виробництві густих і сухих екстрактів. Ремацерацію за характером протікання відносять до прямого періодичного методу, який базується на тому, що свіжий екстрагент подають на виснажену сировину. Частіше використовують різновид ремацерації – бісмацерацію [45]. Методом бісмацерації одержують, наприклад, густий екстракт солодки.

На сьогоднішній день на виробництвах застосовуються модифікації мацерації з максимальним потенціюванням всіх видів дифузії. До нових форм мацерації відносять вихрову екстракцію (турбоекстракція), центробіжну, екстракцію з використанням ультразвуку (акустична), а також імпульсну обробку сировини (електроімпульсна обробка) [46].

З динамічних способів екстракції найчастіше використовують перколяцію та її модифікації. Метод перколяції – метод виготовлення екстрактів і настоек в умовах промислового виробництва. Відмінність даного методу від методу мацерації полягає в тому, що після нетривалого настоювання створюється максимальна різниця концентрацій шляхом поступового витіснення витяжки чистим екстрагентом. Перевагами цього методу перед мацерацією є наступні: досягається високий вихід екстрактивних речовин; у витяг переходить менше баластних речовин; процес протікає більш повно та швидко [46].

Різновидом перколяції є метод реперколяції, що відноситься до динамічних багатоступінчатих методів екстракції. Метод реперколяції використовують, наприклад, при отриманні густих екстрактів красавки, кропиви, рідких екстрактів перцю водяного, родіоли, тим'яну, глоду, женьшеню тощо. Відомо декілька форм реперколяції, які різняться виходом екстрактивних речовин із сировини, кількістю екстракторів в батареї, ступенем закінченості процесу. До різновидів реперколяції відносять екстракцію сировини з частковим упарюванням або без упарювання витягу з закінченим або незакінченим циклом [46].

На сьогоднішній день актуальним є впровадження нових методів екстракції, з метою інтенсифікації масообміну в системі тверде тіло – рідина. Такі методи базуються на процесах передачі вібрацій, коливань різної амплітуди, інтенсивності й частоти [47]. Також широкого поширення набули наступні методи екстракції: екстракція з використанням шарових млинів та роторно-пульсаційних апаратів; екстракції зрідженими газами; фільтраційна екстракція [46].

Метод екстракції з використанням шарових млинів базується на подрібненні сировини в середовищі екстрагенту. Цей метод сприяє ефективнішому вилученню речовин із зруйнованих рослинних клітин, але велика питома поверхня сировини адсорбує деяку частину діючих речовин. Як результат, тривала обробка сировини даним методом екстракції зменшує загальну кількість і екстрактивних, і діючих речовин готового продукту [47].

Метод екстракції з використанням роторно-пульсаційних апаратів заснований на впливі гідродинамічних умов на рослину сировину. До недоліків даного методу

відносять: утворення мутних витягів, нагрівання робочого корпусу апаратів, можливе вивітрювання екстрагенту та інтенсивне подрібнення сировини [48].

Суть методу фільтраційної екстракції полягає в розчиненні та фронтальному змиві речовин із високо розвинутої поверхні подрібненого рослинного матеріалу в динамічно нерівновісних умовах. Перевагою даного методу, в порівнянні з іншими, є можливість використання більш тонко подрібненої сировини (розмір часток 0,02 – 1 мм). Це дозволяє зменшити тривалість екстракції, підвищити вихід діючих речовин, а також дає можливість отримати висококонцентровані витяги [49].

Таким чином, метод екстракції необхідно обирати з урахуванням особливостей рослинної сировини.

1.4. Висновки до розділу

В Україні спостерігається стійка тенденція щодо зростання виробництва й вживання ферментованих напоїв, збагачених вітамінами, органічними кислотами, вуглеводами, фенолами та іншими біологічно активними речовинами. Це сприяє розробленню нових рецептур напоїв.

Ячмінний солод являється джерелом амілолітичних ферментів, які здатні розчеплювати крохмаль. Активація цих ферментів відбувається при солододорощенні.

Амілолітичні ферменти каталізують реакції гідролізу крохмалю, тобто належать до гідролаз. Вони поділяють на ендо- та екзоферменти.

З метою створення ферментованих напоїв цільового призначення, може використовуватися натуральна сировина. Такою сировиною можуть бути плоди глоду (*Crataegus*), збагачені біологічно активними речовинами.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Вимоги до води для виробництва ферментованих напоїв

2.1.1. Фізичні та хімічні властивості води

Вода – найпростіша хімічна сполука, яка містить 11,2% водню й 88,1% кисню за масою. За кімнатної температури чиста вода – це прозора рідина без кольору, смаку та запаху. Температура плавлення 0 °С, а температура кипіння при тиску 101,325 кПа – 100 °С [50].

Молекулярна маса води становить 18,015 г/моль. Молекула води нелінійна, а кут між зв'язками Н-О-Н становить 104,45°. Зв'язки Н-О ковалентні полярні, електронна щільність зміщена до атому кисню. Тому атом кисню здатний притягувати атом водню сусідньої молекули води, утворюючи водневий зв'язок. Через високу полярності молекул вода є унікальним розчинником інших полярних сполук [51].

При температурі 4°С вода має найбільшу густину. Маса 1 см³ води дорівнює 1 г. При температурі 0°С густина льоду становить 916,8 кг/м³, а густина води – 999,968 кг/м³. Тиск водяної пари при 0°С дорівнює 610,38 Па, а при 100°С – 1013,08 ГПа. Питома теплота плавлення льоду – 332,43·10³ Дж/кг. Питома електропровідність чистої води при температурі 18°С – 4,41·10⁻⁶ Ом/м [51].

Деякі властивості води аномальні (табл. 2.1).

Природна вода являє собою розчин різних хімічних сполук, в основному солей. У воді, крім різних солей, розчинені також і гази, наприклад кисень [50].

У воді також присутні гумусові речовини – складні органічні сполуки, які утворюються в результаті повного, розпаду залишків рослинних і тваринних тканин, та хімічної взаємодії їх з компонентами ґрунту. Вміст гумусових речовин у річкових водах становить 10-50 мг/л, а в озерних водах – від 1 до 150 мг/л [50].

Аномальні властивості води [51]

Властивість	Порівняння з іншими речовинами	Роль у фізичних та біологічних явищах
Здатність розчиняти	Універсальний розчинник. Розчиняє більшість речовин і в більших кількостях, ніж інші речовини	Пов'язує фізичні та біологічні явища
Тепломісткість	Найвища серед рідких і твердих речовин (за винятком NH_3)	Зменшує межі температурних коливань; збільшує перенесення тепла водними течіями; сприяє зберіганню постійної температури тіла
Прихована теплота плавлення	Найвища (за винятком NH_3)	Термостатичний ефект у точці замерзання внаслідок поглинання або виділення прихованої теплоти
Прихована теплота випаровування	Найвища з усіх речовин	Дуже важлива для теплового й водного процесів переносу в атмосфері
Теплове розширення	Температура максимальної густини зменшується з підвищенням солоності; для чистої води дорівнює 4°C	Для чистої та розведеної морської води максимум густини спостерігається при більш високій температурі, ніж температура замерзання
Поверхневий натяг	Найвищий з усіх рідин	Важливо для фізіології клітини; зумовлює деякі поверхневі явища, утворення та властивості краплі
Діелектрична стала	Для чистої води найвища з усіх рідин	Важлива для неорганічних речовин, оскільки зумовлює їх дисоціацію
Електролітична дисоціація	Дуже низька	Нейтральна речовина, проте містить H^+ і OH^-
Леткість	Найменша серед сполук водню з елементами підгрупи кисню	Повільна втрата вологості різними матеріалами
Теплопровідність	Найвища з усіх рідин	Основна роль належить у мікропроцесах, наприклад, у живих клітинах
В'язкість	Зменшується з підвищенням тиску, проходить через мінімум і лише потім зростає	Зумовлює гідродинаміку водних об'єктів і седиментацію завислих наносів

У воді майже завжди є і інші розчинні сполуки типу білків, цукрів і спиртів. Це – продукти життєдіяльності розпаду тваринних та рослинних організмів [50].

Вода розкладає солі на окремі іони. При цьому утворюються іони, які можуть з'єднуватися з водою в більш складні групи, що знаходяться в стані дисоціації. Так як молекули води є диполями, то вони неминуче приєднуються до інших частинок, які несуть електричний заряд, і утворюють колоїдні частинки [50].

Вода – термічно стійка речовина. Вона витримує нагрівання до температури 1000°C, при якій частково розпадається на водень і кисень [50].

Вода реагує з оксидами багатьох металів (Na_2O , CaO та ін.) і неметалів (Cl_2O , CO_2 та ін.), утворює кристалогідрати з деякими солями ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), вступає у взаємодію з активними металами (Na , K та ін) [50].

2.1.2. Показники якості води

Показники води залежать від складу шарів землі, через які вона проходить, та їхніх фільтраційних властивостей, що сприяють очищенню води від завислих часточок та мікроорганізмів. Природна вода являє собою сильно розбавлений розчин солей, який містить суспендовані неорганічні та органічні речовини й мікроорганізми [52].

Вода, яку використовують у виробництві, повинна відповідати нормативним вимогам. Вона має бути прозорою, приємною на смак, без запаху. Запах за 20° С і при підігріванні її до 60° С не повинен відчуватися. Колір за платино-кобальтовою шкалою не повинен перевищувати 1 мг/дм³ [52].

Будь-яка природна вода містить кальцій (Ca^{2+}) та магній (Mg^{2+}), причому кальцію в ній більше. Кількість натрію (Na^+) значно коливається; уміст калію (K^+), як правило, невисокий. При визначенні придатності води для технологічних цілей необхідно знати особливості впливу окремих компонентів на її якість. Так, сульфати і хлориди Ca , Mg , та Na є хімічно активними щодо деяких солей солоду і, взаємодіючи з ними, знижують рН затору, що створює сприятливіші умови для ферментативних процесів. Солі, що підвищують рН, представлені бікарбонатами Ca , Mg , й карбонатами Na та K . Вони взаємодіють із кислими первинними фосфатами з

утворенням лужних вторинних фосфатів, причому бікарбонат магнію більше підвищує рН середовища, тому його присутність небажана [52].

З аніонів у природних водах містяться переважно бікарбонат-іон (HCO_3^-), сульфат-іон (SO_4^{2-}), у значно менших кількостях — хлориди, нітрати, нітрити, фосфати. Хлор-іон (Cl^-) і сульфат-іон (SO_4^{2-}) присутні у воді як хлориди та сульфати кальцію, магнію, натрію [52].

Про забрудненість води тваринними відходами й добривами свідчить підвищений уміст аміаку, нітратів, нітритів, хлору та лугів. Нітрати отруюють дріжджі, і до того ж, під час бродіння частина їх відновлюється у нітрити [52].

Залізо є небажаним компонентом сольового складу, і якщо його кількість більша від норми, залізо необхідно виокремлювати. Іони заліза (Fe^{2+} і Fe^{3+}) можуть прискорити генерацію дріжджів, спричинюючи неприємний смак, зміну кольору ферментованих напоїв [52].

Із газів, що містяться у воді, частіше виявляють оксид вуглецю (VI), кисень, азот. Діоксид вуглецю при розчиненні у воді утворює вугільну кислоту. Коли така вода проходить через вапнисті породи, підвищується її тимчасова твердість [52].

Кисень, розчинений у воді, змінює її окислювально-відновний потенціал, зумовлює окисні процеси окремих компонентів ферментованих напоїв.

Важливими критеріями оцінки якості води є жорсткість і сухий залишок. Масу сухої речовини, що являє собою сумарний уміст нелетких неорганічних і органічних речовин від води, які залишаються після випаровування та висушування залишку за температури 105-110°C, називають сухим залишком. Розчинені у воді солі кальцію і магнію характеризують її жорсткість. Розрізняють жорсткість тимчасову, постійну й загальну. Тимчасова жорсткість зумовлена присутністю розчинених бікарбонатів $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Постійна жорсткість (некарбонатна) характеризується вмістом сульфатів, хлоридів, нітратів та інших (крім бікарбонатів) солей. Під час кип'ятіння вони залишаються у розчині. Загальна жорсткість складається з тимчасової та постійної [52].

Одержання напоїв високої якості, біологічної стійкості передбачає як одну з умов використання води з мінімально можливою кількістю бактерій за допустимої норми бактерій кишкової групи.

Із наведених показників найважливішими для виробництва ферментованих напоїв є сухий залишок, жорсткість, лужність, рН, кількість іонів важких металів.

2.1.3. Вимоги до води технологічного призначення

Воду для технологічного призначення поділяють на воду як сировину та воду, яка контактує з сировиною в процесі одержання ферментованого напою. Вода для виробництва напоїв бродіння повинна задовольняти вимоги чинного стандарту [53]. Основні вимоги до якості води наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Основні показники якості води [54]

Показник	Вимоги до якості води
Органолептичні показники	
запах при 20 °С і при нагріванні до 60 °С	Не більше ніж 2 бали
смак та присмак при 20 °С	2 бали
кольоровість	20 град.
каламутність	1,5 мг/л
Фізико-хімічні показники	
водневий показник	рН 6,0-9,0
сухий залишок	не більше 1000 мг/л
загальна жорсткість	7 мг-екв/л
хлориди	350 мг/л
сульфати	500 мг/л
залізо	0,3 мг/л
марганець	0,1 мг/л
мідь	5 мг/л

Продовження таблиці 2.2

цинк	5 мг/л
поліфосфати залишкові	3,5 мг/л
Бактеріологічні показники	
загальна кількість бактерій в 1 мл води	не більше 100
колі-титр	не менше 300
колі-індекс	не більше 3
Токсикологічні показники	
алюміній залишковий	0,5 мг/л
молібден	0,25 мг/л
нітрати	45,0 мг/л
поліакриламід залишковий	2,0 мг/л
свинець	0,03 мг/л
стронцій	7,0 мг/л
фтор	0,7-1,5 мг/л
уран природний і уран-238	1,7 мг/л
радій-226	4,44 Бк/л
стронцій-90	14,8 Бк/л

Крім даних вимог, вода технологічного призначення не повинна містити включень водних організмів та мати плівку на поверхні.

2.1.4. Способи підготовки води технологічного призначення

Для доведення якості води у відповідність вимог виробництва використовують різні способи підготовки, наприклад, іонообмінний, термічний, зворотно-осмотичний, електродіалізний тощо. Універсального способу підготовки води не існує, тому що існують розбіжності у складі води технологічного призначення [55].

Найчастіше ефективний результат досягається при поетапному використанні декількох способів. Важливими є вибір способів водопідготовки [55].

При виробництві напоїв бродіння застосовують відстоювання, коагуляцію, фільтрування і вапняно-содовий спосіб пом'якшення [56].

До безреагентного способу видалення суспендованих органічних та неорганічних речовин відноситься відстоювання. Даний процес базується на тому, що під дією сили тяжіння завислі часточки домішок води осаджуються. Процес відстоювання може тривати від однієї-двох діб до одного-двох і більше місяців. Такий спосіб застосовується рідко, і переважно з метою попереднього очищення забрудненої води [54].

До способу освітлення і знебарвлення води за допомогою реагентів, відноситься коагуляція. Її застосовують у випадку коли домішки знаходяться в колоїдно-дисперсному стані. При додаванні коагулянтів відбувається коагуляція колоїдних частинок, які випадають в осад у вигляді пластівців. В якості коагулянтів можуть використовуватися сульфат алюмінію ($Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$), залізний купорос $FeSO_4 \times 7H_2O$ або сульфат заліза $Fe_2(SO_4)_3 \times 9H_2O$ [56].

Подальшим етапом освітлення води є фільтрування. Для видалення завислих частинок воду пропускають крізь пісочні та вугільно-пісочні фільтри. Пісочний фільтр являє собою циліндричний корпус із закріпленою решіткою всередині, на яку укладений шар крупного піску (розмір піщинок 5,0 мм), потім шар менш крупного (500 мм), середнього (2,0-2,5мм) та шар дрібного піску (400 мм). Саме кварцовий пісок із 100 % кремнезему має найвищу затримуючу здатність. Для очищення води, що має неприємний запах та підвищений вміст хлору використовують вугільно-пісочні фільтри. Вони містять чотири шари фільтруючого матеріалу: гравій (10 см), пісок (35 см), активоване вугілля (5 см) та гравій (10 см). Шари відокремлені мідними лудженими сітками. В результаті накопичення великої кількості осаду, швидкість фільтрування може знижуватись. Щоб запобігти цьому фільтр 1-2 рази на місяць промивають водою у зворотному для фільтрування напрямку [56].

Загальну жорсткість води зумовлюють наявні в ній катіони кальцію та магнію. З метою пом'якшення води користуються такими способами: термічним,

реагентним (декарбонізація вапном, вапняно-содовий спосіб, нейтралізація бікарбонатів), іонообмінним та електрохімічним. Термічний спосіб пом'якшення базується на переведенні гідрокарбонатів кальцію та магнію в малорозчинні карбонати, які при кип'ятінні осаджуються. При реагентному способі розчинні солі кальцію та магнію утворюють з хімічними реагентами нерозчинні сполуки, які видаляються відстоюванням або фільтрацією. При іонообмінному способі пом'якшення води проводять фільтрацію через Н- і Na-катіоніти, у яких катіони водню або натрію обмінюються на катіони кальцію та магнію солей жорсткості. Новим способом обробки води є її пропускання через магнітне поле [54].

Знезараження води – видалення хвороботворних мікроорганізмів. Дезінфекцію води технологічного призначення здійснюють способом хлорування та фільтруванням через керамічні знезаражуючі фільтри, рідше застосовують озонування, обробку іонами срібла, ультрафіолетовими променями тощо [54].

З метою видалення з води газів та речовин органічного походження використовують аерацію, окиснювання та адсорбцію. Також велику кількість забруднень видаляють за допомогою активованого вугілля та діоксиду кремнію [54].

Залізо у вигляді гідрокарбонату видаляють способом аерації з подальшим відстоюванням та фільтруванням. Колоїдні органічні з'єднання заліза видаляються шляхом хлорування, з подальшою обробкою коагулянтами. Очищення води від некарбонатних солей заліза здійснюють фільтруванням через Н⁻, Са⁺ та Na⁻-катіоніти [54].

Сполучення марганцю (II) видаляють окисненням, фільтруванням через пісок з попереднім обробленням вапняком, обробкою залізними коагулянтами або фільтруванням через Mn²⁺-катіоніт [54].

Для видалення важких металів використовують комбіновані способи очищення води.

2.1.5. Використання мембранних технологій у підготовці води

На сьогоднішній день у системах підготовки води технологічного призначення використовують мембранні технології, які дозволяють отримати воду з високим ступенем очистки. Ефективність видалення розчинених у воді домішок може досягати 99,8% [57]. При мембранному розділенні сумішей утворюється концентрат і перміат. Концентрат – це компоненти, які мембрана не пропускає, а перміатом називають компоненти, які вільно проходять через неї [54].

Рушійною силою перенесення речовини крізь мембрану є різниця концентрацій розчиненої речовини при діалізі, робочого тиску – при баромембранних процесах, електричних потенціалів – при електродіалізі, парціального тиску водяної пари при мембранній дистиляції та концентрацій при первапорації.

У харчовій та бродильній промисловості найбільшого поширення набули баромембранні процеси. Залежно від пор мембран та розміру частинок, що затримуються, виділяють зворотний осмос, ультрафільтрацію, нанофільтрацію та мікрофільтрацію [57].

Явище осмосу характеризується переміщенням води через напівпроникну мембрану та затримкою розчинених речовин. Даний процес зумовлений прагненням системи до термодинамічної рівноваги та вирівнюванням концентрацій по обидва боки мембрани [57].

Перевагою процесу зворотнього осмосу є відсутність фазових перетворень, в результаті чого енергія здебільшого витрачається на створення підвищеного тиску над розчином та його продавлювання крізь мембрану. При цьому витрати енергії мінімальні і наближаються до мінімальної термодинамічної роботи опріснення води. В порівнянні зі способом дистиляції, витрати енергії при зворотньому осмосі в 10-15 разів менші [57].

Ультрафільтрацію застосовують тоді, коли молекулярна маса розчинних компонентів значно більша за молекулярну масу розчинника, тобто води. Нанофільтрацію використовують для розділення речовин при робочому тиску 1-2

МПа з молекулярною масою 300-500 D. Процес мікрофільтрації застосовують для відокремлення від води колоїдних сполучень розміром 0,1-10 мкм та мікроорганізмів. Рушійною силою цього процесу являється різниця тисків 0,01-0,05 МПа по обидві сторони мембрани [57].

Зараз в основному для опріснення солоної води застосовують електродіаліз. Однак, якщо у воді невисокий вміст солей цей спосіб використовують для концентрування, та комбінують його з іншими способами, наприклад, дистиляцією або кристалізацією і хімічним осадженням. Перевагою електродіалізу в порівнянні з іншими способами є відсутність фазового перетворення води, яке може відбуватися при дистиляції або при застосуванні газогідратного способу [58]. До недоліків даного способу можна віднести:

- утворення осадів гідроксиду магнію, карбонату кальцію та гіпсу при умовах поляризації;
- пошкодження аніонообмінних мембран органічними речовинами, а катіонообмінних – залізом та манганом, які містяться в воді, що оброблюється;
- вартість процесу може значно зрости, при роботі установки на струмі з граничною густиною, що нижча за оптимальні значення;
- можливе збільшення питомих капітальних та експлуатаційних затрат, в результаті відсутності апаратів великої одиничної потужності [57].

Для розділення речовин, що значно різняться за своєю молекулярною масою, застосовують діаліз з використанням непористих мембран. Діаліз характеризується великими витратами розчинника та низькою продуктивністю, тому його використовують після ультра- або мікрофільтрувального концентрування розчинів високомолекулярних сполучень або колоїдів [57].

Мембранну дистиляцію використовують з метою отримання чистої та високочистої води з різним вмістом розчинених солей, концентрування солей з відпрацьованих промивних вод та розбавлених розчинів нелетких мінеральних кислот, термолабільних біологічно активних речовин, лугів тощо. Недоліком даного способу в порівнянні з баромембранними процесами є його відносно невелика

продуктивність та неможливість застосування для очищення води, що містить поверхнево-активні та леткі речовини [57].

З метою вилучення з води домішок органічних речовин, використовують первапорацію на непористих мембранах. Переваги первапорації пов'язані з високою ефективністю процесу в порівнянні з іншими процесами розділення, а також з можливістю розділення азеотропних сумішей, безреагентністю, низькою енергоємністю та компактністю обладнання [57,59].

2.2. Технологія виробництва ячмінно-солодового екстракту

Сировиною для виробництва ферментованих напоїв є солодові екстракти. Вони багаті на вуглеводи, амінокислоти, макро- і мікроелементи. В залежності від сировини, що використовується можна виділити дві групи солодових екстрактів: ячмінно-солодовий та полісолодовий. Ячмінно-солодовий екстракт готується з ячмінного солоду, а полісолодовий – з суміші пшеничного, вівсяного та кукурудзяного чи ячмінного [14].

Класифікують солодові екстракти за ферментативною активністю. Виділяють діастатичні та недіастатичні солодові екстракти. Основною відмінністю діастатичних екстрактів є наявність у їхньому складі амілаз. Недіастатичні солодові екстракти ферментів не мають [14].

2.2.1. Ферментативні процеси при виробництві ячмінно-солодового екстракту

Суть процесу затирання полягає в переході сухих речовин солоду і несолоджених компонентів в розчинний стан під дією ферментів. Затирання – важливий процес при виробництві суслу [19].

Основним процесом затирання є гідроліз крохмалю, що розщеплюється амілолітичними ферментами до цукрів (глюкози, мальтози) та декстринів різної молекулярної маси [23]. В ході гідролізу крохмалю протікають наступні процеси:

клейстеризація, розрідження крохмального клейстеру та накопичення мальтози (оцукрювання крохмалю) [17].

Природний крохмаль зерна важко піддається розщепленню амілазами, тому його нагрівають у водному середовищі і переводять в стан, що максимально доступний для ферментативного гідролізу. Зерна крохмалю в процесі повільного нагрівання між окремими етапами затирання набухають, і температурі 55-70 °C із амілопектину утворюється в'язкий гель – крохмальний клейстер [60]

Під клейстеризацією розуміють набухання і розрив оболонки зерен крохмалю в теплому водному розчині. Звільнені молекули крохмалю в цьому в'язкому розчині краще піддаються дії амілаз, ніж неклеїстеризований крохмаль [19]

Процес розрідження полягає в руйнуванні крохмальних зерен до розміру однієї молекули, що спричиняє зменшення в'язкості клейстеру. На початку процесу розрідження не можна виявити наявності ні декстринів, ні мальтози. Подальша дія ферментів супроводжується зниженням в'язкості, призводить до накопичення вказаних продуктів. Оптимальна температура розрідження крохмального клейстера в заторах 65-70 °C при оптимальному рН 4,6. Отримання в розчині обмеженої кількості редукованих груп свідчать про подальший процес оцукрювання, при якому утворюються складні декстрини. Розрідження оклейстеризованого крохмалю є результатом дії α -амілази [17].

У заторі, де присутні обидві амілази, процес оцукрювання починається одночасно з розрідженням. Оцукрювання спочатку йде швидко, але потім після накопичення приблизно 50% оцукрених продуктів крохмалю швидкість процесу значно сповільнюється. Ні α -амілаза, ні β -амілаза не в змозі повністю гідролізувати крохмаль. При одночасній дії амілолітичних ферментів, величина гідролізу крохмалю може досягати 95% [17].

По характеру дії на компоненти крохмалю (амілозу та амілопектин) амілолітичні ферменти суттєво відрізняються. Оцукрювання крохмалю β -амілазою починається з кінця ланцюгів, в той час, коли α -амілаза атакує молекули субстрату всередині ланцюгів (рис. 2.1) [17].

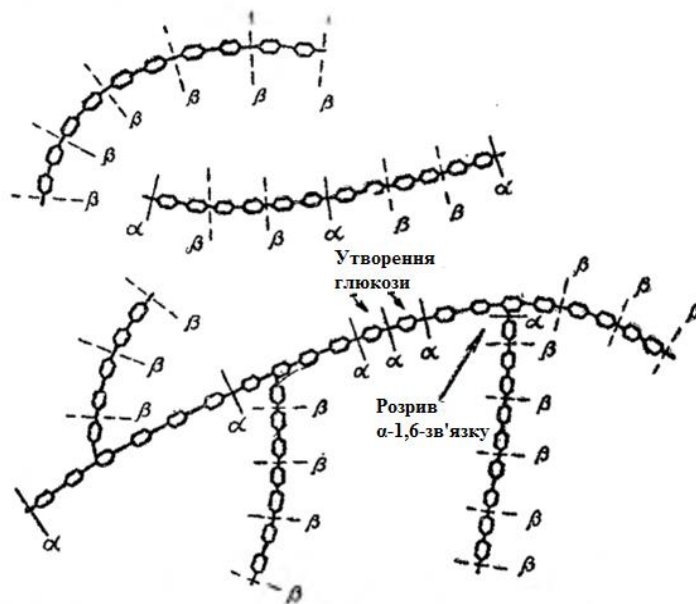


Рис. 2.1. Загальна дія α - і β -амілаз на амілозу та амілопектин [17]

В готовому суслі містяться такі продукти розпаду крохмалю:

- глюкоза (деяка кількість цього цукру була вже в солоді);
- мальтоза – головний продукт розпаду;
- мальтотріоза (продукт дії α -амілази і частково β -амілази при руйнуванні ланцюгів з непарним числом глюкозних залишків);
- мальтотетраоза, мальтопептраоза і, можливо, вищі лінійні декстрини – як продукти дії α -амілази, які не піддавалися подальшій дії амілаз;
- розгалужені декстрини, що містять п'ять або більше глюкозних залишків;
- залишки ізомальтози і панози, що містять α -1,6-зв'язки;
- пентози, сахароза, фруктоза і інші цукри, що перейшли з солоду [17].

Розщеплення крохмалю контролюють за йодною пробою. Йодна проба заснована на тому, що розчин йоду дає з крохмалем та високомолекулярними декстринами забарвлення від темно-синього до червоного кольору. Більш дрібні декстрини та цукри не змінюють жовто-коричневого кольору йоду [19].

У гідролізатах розрізняють такі декстрини: амілодекстрини – розчиняються 25 %, а осаджуються 40 % етиловим спиртом, з йодом дають фіолетово-синє

забарвлення; еритродекстрини – розчиняються 55 % розчином, а осаджуються в 65 % етиловому спирті; ахродекстрини – розчиняються в 70 % етиловому спирті, йодом не забарвлюються; мальтодекстрини – спиртом не осаджуються, йодом не забарвлюються [19].

Утворенню декстринів сприяють високі температури оцукрювання (вище 70 °С), які обмежують дію оцукрюючої β-амілази на користь декстринуючої α-амілази. Технологічно важливими температурами оцукрювання є наступні:

- 60-65 °С – низькі температури оцукрювання, які підтримують дію оцукрюючої β-амілази (утворюється більше мальтози, але затор повністю не оцукрився);
- 70-78 °С – вищі температури оцукрювання, які підтримують дію декстринуючої α-амілази;
- 78 °С – максимальна температура оцукрювання, при якій активною є тільки декстринуюча α-амілаза [23].

Не менш важливим процесом затирання являється гідроліз білків під дією протеолітичних ферментів. Головними продуктами розщеплення білків являються розчинні у воді білки, пептони і поліпептиди; амінокислот утворюється мало [23].

При затиранні в сусло переходить біля третини всіх азотистих речовин солоду, причому приблизно половина цієї кількості була переведена в розчинний стан під час солодощення. Білки, які не розщепилися під час солодощення і затирання, переходять в дробину. При затиранні найбільшу активність проявляють протеїнази, які каналізують розщеплення білків до складних поліпептидів. Подальший гідроліз поліпептидів до пептидів і амінокислот здійснюється за участі поліпептидази, яка значно інактивується при сушінні солоду. Збільшення кількості продуктів гідролізу білків залежить від температури затору. Для накопичення амінокислот і низькомолекулярних пептидів найбільш оптимальною являється температура 45-52 °С, тобто білкова пауза. Азотисті речовини сусла поділяють на стійко розчинні та нестійкорозчинні (коагулюючі). Стійкорозчинні азотисті речовини під час кип'ятіння не виділяються із сусла. До них відносяться пептиди, амінокислоти і

частина розчинних білків. Справжні білки при кип'ятінні коагулюють, тому їх називають нестійкорозчинними речовинами [23].

При затиранні відбувається також гідроліз геміцелюлоз та гумі-речовин ячмінного солоду під дією таких цитолітичних ферментів як целюлаза, геміцелюлаза, β -глюканаза. В результаті розщеплення утворюється глюкоза, ксилоза, арабіноза та низькомолекулярні полісахариди. Внаслідок цитолітичних процесів знижується в'язкість суслу, що в свою чергу покращує фільтрування затору та збільшує вміст вуглеводів у суслі [23].

Під дією ферменту фітази, що відноситься до підкласу фосфатаз, в солоді відбувається розщеплення фосфорорганічних з'єднань з накопиченням в суслі неорганічних фосфатів та інозиту. Оптимальні умови дії цитолітичних і фосфолітичних ферментів співпадають з білковою паузою (45-52 °C) [23].

2.2.2. Апаратурно-технологічна схема виробництва ячмінно-солодового екстракту

На рисунку 2.2 наведена апаратурно-технологічна схема виробництва ячмінно-солодового екстракту.

Попередньо очищений ячмінний солод із зерносховища надходить на автоматичні ваги 1 і збирається в бункері 2. З бункера через магнітний сепаратор 3 та автоматичні ваги 4 солод направляєється до дробарки 5 [54].

Помелений ячмінний солод накопичується в бункері 6, а потім надходить в заторний апарат 7, де попередньо набрана вода температурою 40-45 °C з розрахунком 4-5 м³ на 1 кг сировини, що затирається [54].

Для приготування солодових екстрактів використовують настійний спосіб затирання. Даний спосіб дає можливість отримати сусло з високим вмістом біологічно активних речовин. Перевагою даного методу є найбільш повне оцукрювання ферментів солоду [54].

Для розрідження затору під впливом цитолітичних, протеолітичних та інших ферментів температуру підвищують до 42-45 °С. Цю температуру витримують 30-40 хвилин. Далі температуру затору підвищують до 50-52 °С. Підтримують дану температурну паузу 30-40 хвилин, з метою гідролізу білків і утворення амінокислот. Потім температуру затору знову підвищують, але вже до 63-65 °С і витримують 60 хвилин, з метою утворення редукуючих цукрів. Повне оцукрювання затору відбувається не менше 30 хвилин за температури 70-72 °С. Розщеплення крохмалю контролюється за йодною пробою. Закінчення затирання відбувається при температурі 76-78 °С. Тривалість процесу затирання в середньому становить 3,5-4 години [54].

Під час приготування ячмінно-солодового екстракту використовують також несолоджений ячмінь, який попередньо обробляють теплом. В заторний апарат 9 набирають воду, підігріту до температури 55 °С, і засипають подрібнений ячмінь і 10 % від загальної маси солоду. Після перемішування температуру заторної маси підвищують до 50-52 °С, і витримують 15-20 хвилин. Далі температуру поступово збільшують до 70 °С, витримують 30 хвилин і кип'ятять 20-30 хвилин [54].

Далі оцукрений затор передають на фільтрування в фільтр-апарат 10, з метою розділення суслу й дробини. Туди затор передається за допомогою насоса 8. Перші порції суслу повертаються у фільтр-апарат 10 насосом 11 [54].

Дробину, отриману в процесі фільтрації першого суслу, промивають 2-3 рази гарячою водою температури 76-78 °С. Перші промивні води, що мають екстрактивність не менше 4-5 %, з'єднують із першим суслем. Води з низьким вмістом екстракту використовують для приготування наступного затору [54].

У суслеварному апараті 12 збираються сусло й промивні води, які надалі призначені для випарювання. Води з низьким вмістом екстракту надходять у збірник 14. Щоб уникнути скисання такої води підігрівають парою, яка надходить через змійовик [54].

Всю дробину, яка залишилася у фільтр-апараті, відправляють насосом 20 реалізацію, наприклад, для годівлі худоби [54].

Сусло та промивні води в суслотварному апараті 12 пастеризуються за температури 75-78 °С протягом 30-60 хвилин. Така обробка сприяє зменшенню мікробної контамінації готового продукту [54].

Випарюють сусло-екстракт у вакуум-випарних установках. В концентраті ячмінно-солодового сусла повинно бути 75 ± 2 % екстрактивних речовин, а в суслі, що надходить на випарювання міститься 10-12 %. Відповідно після випарювання сусло повинно сконцентруватися приблизно в 7 разів [54].

Одержаний у варильному відділенні сусло-екстракт надходить у збірник сусла 17 з метою подальшого випарювання. На випарювання переходить тільки верхня частина збірника. У нижній частині накопичується білковий відстій, який разом із залишками сусла видаляється під час відключення випарної установки. Білковий відстій може містити значну частину повноцінного сусла, тому його слід приєднати до затору, що фільтрується, або до дробини, що відпускається на корм тваринам. У збірнику температура сусла повинна підтримуватися на рівні 70 °С. Це дозволить уникнути інфікування сусла [54].

Процес випарювання зазвичай здійснюють в періодичному режимі, але можна проводити й безперервному. При періодичному режимі у вакуум-апарат в залежності від кількості рідини, що випарувалась, добавляють свіжі порції сусла зі збірника 17. Це відбувається доти, доки вміст екстрактивних речовин випареного сусла в апараті не досягне необхідної величини, а готовий екстракт не заповнить трубний простір вакуум-апарата. Після цього процес випарювання зупиняють, звільняючи апарат від продукту, і починають новий цикл [54].

Безперервний режим характеризується тим, що з вакуум-апарата безперервно відбираються порції готового продукту, в той час як в нього добавляють свіжі порції сусла. Щоб забезпечити безперервну роботу установки необхідний додатковий збірник для готового продукту. Потрібні додаткові збірники і для сусла, бо сусло в збірник поступає періодично, а у вакуум-випарну установку – безперервно [54].

Сусло зі збірника 17 через уловлювач 18 та ротаметр 19 поступає для випарювання у випарний апарат 20. Для вловлювання бризок та піни продукту в процесі кипіння сусла у вакуум-апараті, розміщено уловлювач 21. Вакуум в

установці створюється за допомогою барометричного конденсатора 22, збірника барометричної води 23 та вакуум-насоса 24 [54].

Готовий продукт насосом 25 перекачується в напірний збірник 27, розміщений на вагах. Звідти готовий ячмінно-солодовий екстракт поступає на розлив і фасування в дрібну тару [54].

2.3. Характеристика джерел електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону хвиль

Можливості застосування електромагнітних хвиль у нетрадиційних галузях, наприклад медицині, біології, біотехнології, привертають увагу спеціалістів. Кілометрові ($\lambda=1-10$ км) та міліметрові хвилі ($\lambda=1-10$ мм), які відповідають НЧ- та КВЧ-діапазону відповідно, було вивчено порівняно нещодавно [61].

Електромагнітні хвилі – це електромагнітні коливання, які розповсюджуються в просторі з кінцевою швидкістю [62]. Електромагнітні випромінювання являють собою змінні електричні і магнітні поля або коливання, які поширюються в просторі і мають взаємозв'язок між собою. Електромагнітні поля мають дуальну природу, мають хвильові і квантові властивості. Кожен вид електромагнітного випромінювання має певну частоту і довжину електромагнітної хвилі [63].

Джерелом електромагнітних хвиль є заряди чи струми, величини яких змінюються з часом. Низькочастотні електромагнітні хвилі описуються за допомогою класичної електродинаміки, коли оперують поняттями густини заряду та густини струму. Процеси, що супроводжуються випромінювання електромагнітних хвиль високих частот мають квантово-механічну природу і пов'язані зі зміною стану електронів (носіїв елементарних зарядів) чи ядер в атомах [64].

На поширення електромагнітних хвиль суттєво впливає середовище. Тому просторовий розподіл електричного та магнітного полів електромагнітної хвилі визначається не тільки особливостями часової залежності заряду або струму її джерела, а й властивостями середовища, в якому поширюється хвиля. Часові

залежності коливань полів в точності відповідають часовим залежностям струмів у джерел хвилі, тільки у тому випадку, коли середовище лінійне [64].

Довільну хвилю можна представити сумою гармонічних хвиль, але це виправдано лише у випадку лінійних середовищ. Тому для них основною задачею є встановлення закономірностей поширення гармонічних електромагнітних хвиль, просторово-часова поведінка полів у якій описується гармонічними функціями [64].

Одним з найбільш важливих параметрів електромагнітного випромінювання є інтенсивність випромінювання. Оцінкою інтенсивності може служити або щільність потоку падаючої потужності, або напруженість електричної компоненти електромагнітного поля. Величина інтенсивності визначає характер біологічного ефекту, який може бути тепловим або нетепловим. Критерієм такого поділу є температура біооб'єкту, що опромінюється електромагнітними хвилями [65].

Наступним важливим параметром електромагнітного випромінювання є частота, оскільки нетеплові біооб'єкти мають резонансний характер [65].

Основний біологічний ефект міліметрових та кілометрових хвиль можна представити сильним поглинанням випромінювання водою, при якому енергія хвилі перетворюється на обертальну, поступальну і лібраційну ступінь свободи. Наприклад, плоский шар води товщиною в один міліметр послаблює випромінювання на 20 дБ при $\lambda = 8$ мм і 40 дБ при $\lambda = 2$ мм [66].

Біологічні ефекти залежать від потужності електромагнітних хвиль. Під час опромінення міліметровими (КВЧ) та кілометровими (НЧ) хвилями виникає складний конвективний рух рідини. При великому поглинанні хвиль виникають великі температурні градієнти при незначному середньому (інтегральному) підвищенні температури поверхні, що опромінюється. Ця локальна зміна температури і є причиною конвективного перемішування рідини [67].

Частотна шкала електромагнітних хвиль умовно розділена на шість діапазонів за механізмом утворення та по можливості зорового сприйняття їх людиною: радіохвилі, інфрачервоні, видимі, ультрафіолетові, рентгенівські й гамма-випромінювання. У медицині та біології прийнята класифікація електромагнітних хвиль, заснована на їх взаємодії з біооб'єктами (табл. 2.3) [67].

Шкала електромагнітних хвиль [67]

Найменування	Частотний діапазон
Низькі (НЧ)	До 20 Гц
Звукові (ЗЧ)	20 Гц – 20 кГц
Ультразвукові або надтональні (УЗЧ)	20 – 200 кГц
Високі (ВЧ)	200 кГц – 30 МГц
Ультрависокі (УВЧ)	30 – 300 МГц
Надзвичайно високі (НВЧ)	300 МГц – 30 ГГц
Крайнє високі (КВЧ)	Вище 30 ГГц

На землі природні джерела електромагнітного випромінювання в сантиметровому і міліметровому діапазоні відсутні, проте є штучні. Їх кількість і потужність постійно зростають, що свідчить про необхідність ретельного вивчення впливу електромагнітних хвиль в подібних діапазонах на біологічні об'єкти [68-69].

Перевагами дії фізичних чинників є їх екологічна чистота та простота використання, а основне – можливість безконтактно діяти на перебіг хімічних, біохімічних і ферментативних процесів. Проте дія може бути як стимулююча, та і інгібуюча. Отже, залежно від дози дії або самого впливового фізичного фактора процеси в біологічних середовищах можна пригнічувати або стимулювати [70].

В якості джерела електромагнітного випромінювання використовувався низькочастотний (НЧ) генератор імпульсів Г5-54, з частотою повторень випромінювання 111 кГц та амплітудою 3В (рис. 2.3) [71].



Рис. 2.3. Генератор імпульсів Г5-54

Даний генератор виробляє імпульси з частотою проходження, яку можна змінювати як плавно, так і дискретно. Генератор може працювати в різних режимах:

- в безперервному (автоколивальному);
- в чекаючому режимі (потрібен запуск від зовнішнього генератора);
- в режимі разового запуску [72].

Також використовувався крайнє високочастотний (КВЧ) генератор «Ораторія - IV» (рис. 2.4), який має такі технічні характеристики: спектральна щільність шуму – 10^{-18} Вт/Гц; частотний діапазон – 57– 65 ГГц; модуляція – 5 Гц; інтегральна потужність випромінювання – 20^{-10} Вт/см² [71].

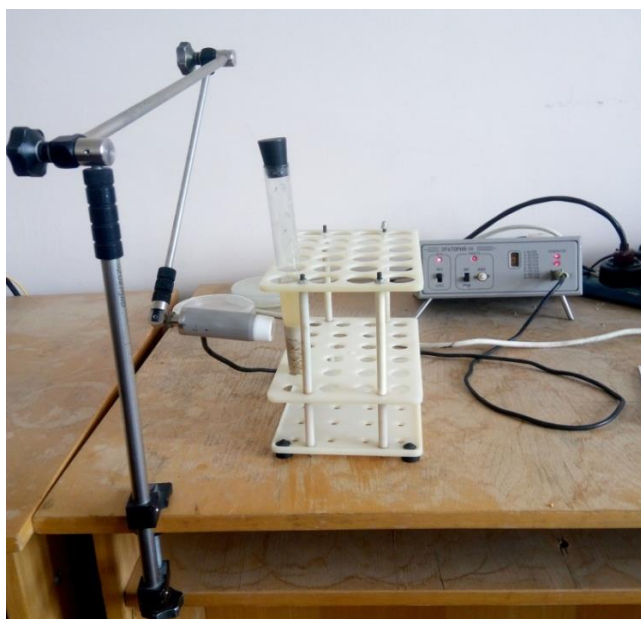


Рис. 2.4. КВЧ-випромінювач «Ораторія – IV»

КВЧ-випромінювач «Ораторія - IV» має дві основні складові частини: джерело випромінювання і блок живлення (рис. 2.5).

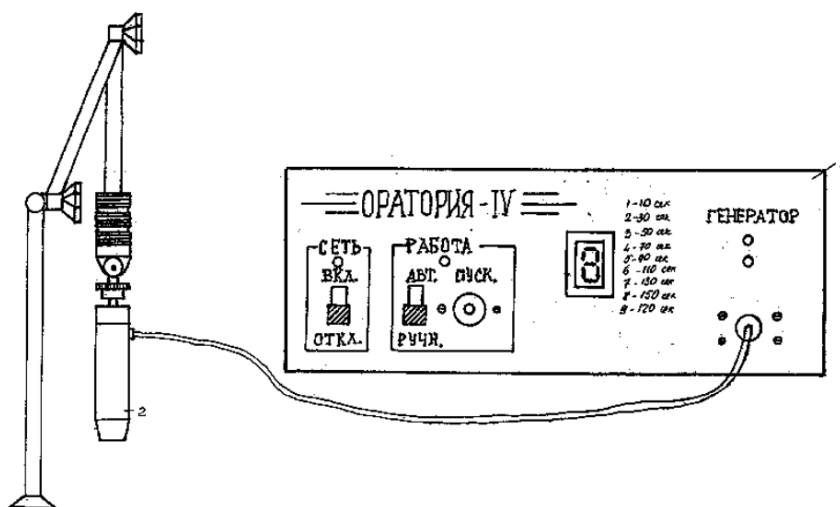


Рис. 2.5. Схематичне зображення КВЧ-випромінювача «Ораторія – IV»: 1) - джерело випромінювання; 2) - блок живлення [71]

Об'єктом дослідження був затор ячмінного солоду після білкової паузи. Процедуру опромінення заторів ячмінного солоду проводили у стандартних умовах. Зразки піддавалися дії електромагнітних випромінювань за допомогою антен випромінювання КВЧ та НЧ. Обробку заторів проводили при 5, 10, 15, 25, 30 хвилин. Контрольний зразок не опромінювався.

Молекула води є сильним поглиначем міліметрових та сантиметрових хвиль. Енергія хвилі переходить в кінетичну енергію вільних молекул, що призводить до взаємодії цих молекул з молекулами ферменту. Вважається, що найбільш цікаві біологічні ефекти спостерігаються під час слабких впливів електромагнітного випромінювання [71].

2.4. Йодометричний метод визначення оцукрюючої активності амілолітичних ферментів ячмінного солоду

Оцукрююча активність характеризує здатність солоду гідролізувати крохмаль до редукуючих цукрів: мальтози, глюкози або їх сумішей. Аналізу піддають ячмінний солод [73].

Реактиви та прилади: 0,1 н розчин йоду; 0,1 н розчин тіосульфату натрію; 0,1 н розчин HCl; 0,1 н розчин гідроксиду натрію; розчин сірчаної кислоти 1:4; фосфатний буферний розчин з рН=6,0; 1%-вий розчин крохмалю [73].

Хід роботи. Для приготування розчину ферментного препарату (ФП) зважують 0,1 г ячмінного солоду в сухому стакані місткістю 25 – 30 мл. Наважку обережно розтирають скляною паличкою з невеликою кількістю води. Отриману суміш швидко та без втрат переносять дистильованою водою в колбу на 100 мл. Після доведення до мітки суміш перемішують і фільтрують через складчастий фільтр. Розчин зберігають не більше 24 год при температурі від +2 до -4 °С [73].

Робочий дослід (А) та контрольний дослід (Б) проводять одночасно.

Робочий дослід (А). В конічну колбу на 50 мл додають 20 мл 1%-вого розчину крохмалю та інкубують 10 хв при температурі 30 °С. Потім додають 10 мл розчину ФП і залишають на 10 хв при температурі 30 °С для ферментативного гідролізу крохмалю. Вносять 2 мл 1 н розчину HCl для кислотної інактивації ферментів. Для йодометричного окислення цукрів прогідролізованого субстрату в лужному середовищі додають 20 мл 0,1 н розчину I₂ та 52,5 мл 0,1 н розчину NaOH та залишають на 15 хв при температурі 20 °С. Потім вносять 2 мл розчину H₂SO₄ (1:4) для нейтралізації і підкислення середовища. Титрують отриманий розчин 1 н розчином тіосульфату натрію до зміни забарвлення [73].

Контрольний дослід (Б). В конічну колбу на 50 мл додають 20 мл 1 %-вого розчину крохмалю і змішують з 2 мл 1 н розчину HCl. Для інактивації ферментів змішують підкислений субстрат з 10 мл розчину ФП. При додаванні 20 мл 0,1 н розчину I₂ та 52,5 мл 0,1 н розчину NaOH та інкубуванні при температурі 20 °С 15 хв, відбувається йодометричне окислення цукрів вихідного субстрату та ФП.

Внесення 2 мл розчину H_2SO_4 (1:4) сприяє нейтралізації і підкисленню середовища. Титрування проводять 1 н розчином тіосульфату натрію до зміни забарвлення [73].

Розходження між результатами титрування контрольного Б та робочого А розчинів повинно складати 0,5 – 6 мл 0,1 н розчину тіосульфату натрію [73].

Таблиця 2.4

Кількість мікроеквівалентів глікозидних зв'язків в залежності від витрат 0,1 н розчину тіосульфату натрію (Б-А) [73]

Кількість 0,1 н розчину тіосульфату натрію, мл	Кількість мікроеквівалентів глікозидних зв'язків, е1	Кількість 0,1 н розчину тіосульфату Na, мл	Кількість мікроеквівалентів глікозидних зв'язків е1
0,9	45,0	2,6	169,7
1,0	52,1	2,7	180,9
1,1	58,7	2,8	192,3
1,2	63,3	2,9	209,9
1,3	67,8	3,0	226,1
1,4	74,7	3,1	250,6
1,5	81,4	3,2	278,2
1,6	85,9	3,3	312,1
1,7	92,7	3,4	366,2
1,8	99,6	3,5	452,3
1,9	108,5	3,6	517,9
2,0	113,1	3,7	585,7
2,1	119,1	3,8	662,7
2,2	128,8	3,9	740,3
2,3	138,0	4,0	811,9
2,4	150,3	4,1	891,6
2,5	158,3	4,2	968,1

Оцукрюючу активність ОАк (в од./год) розраховують за формулою [73]:

$$\text{ОАк} = e_1 : (m \cdot \tau), \quad (2.1)$$

де e_1 – кількість одиниць активності в мікроеквівалентах глікозидних зв'язків, знайдених по таблиці 2.4, у відповідності з результатами титрування;

m – кількість ФП, введеного в реакційну суміш, г;

τ – час гідролізу, хв.

2.5. Методи кількісного визначення біологічно активних речовин у витяжках з плодів глоду та готовому ферментованому напої

2.5.1. Індифенольний метод визначення аскорбінової кислоти

В рослинній сировині аскорбінова кислота може міститися в трьох формах. Виділяють L-аскорбінову, дегідроаскорбінову та зв'язану аскорбінову кислоту. В основному переважає L-аскорбінова кислота. Вона становить 95 % загального вмісту вітаміну С [74]. Основними методами визначення вмісту аскорбінової кислоти в харчових продуктах та препаратах являється йодометричне та індифенольне титрування.

Індифенольний метод визначення L-аскорбінової кислоти ґрунтується на реакції, яка відбувається між аскорбіновою кислотою та індифенолом 2,6-дихлорфеноліндифенолом. Цей індифенол у кислому середовищі має блідо-рожеве, рожеве або червоне забарвлення, а в нейтральному та лужному утворює синє [74].

Під час титрування аскорбінова кислота окислюється до дегідроаскорбінової кислоти, а індифенол навпаки – відновлюється і стає безбарвним (рис. 2.6). Розчин, що титрується залишається безбарвним доти, доки не закінчиться окислення аскорбінової кислоти. Перша надлишкова крапля індифенола забарвлює розчин у блідо-рожевий колір [74].

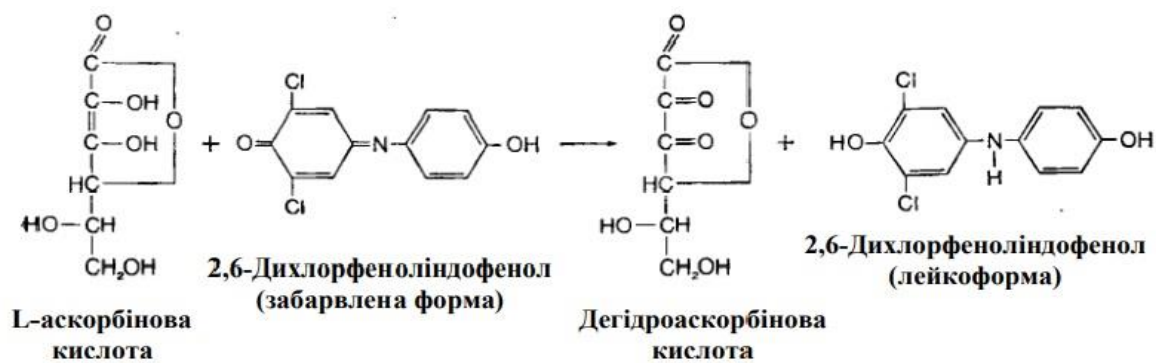


Рис. 2.6. Окислення аскорбінової кислоти 2,6- дихлорфеноліндофенолом до дегідроаскорбінової кислоти

Цей метод застосовують для всіх продуктів, окрім сушених, інтенсивно забарвлених, тих, що містять велику кількість дубильних речовин і дегідроаскорбінової кислоти в кількості 10 % і більше [75].

Обладнання, матеріали та реактиви: ваги лабораторні технічні та аналітичні; ступка з товкачиком; мірні колби місткістю 100 см³; конічні колби місткістю 50 см³; циліндри місткістю 25 см³; піпетки на 1 см³; мікробюретка на 2 см³; кварцовий пісок; марля; 3 % розчин оцтової кислоти; 0,001 н розчин натрієвої солі 2,6-дихлорфенілдофенолу.

Техніка визначення. Залежно від вмісту аскорбінової кислоти в продукті відбирають наважку 5-50 г. Наважку переносять у ступку, де попередньо поміщено 1 г кварцового піску. Під час дослідження плодів глуду колючого процес екстракції проводять дистильованою водою, яку поступово додають у ступку. Вміст ступки розтирають товкачиком до однорідної маси. Потім дану суміш кількісно переносять в мірну колбу на 100 см³, доливають до позначки дистильованою водою і відстоюють, періодично перемішуючи вміст колби. Далі витяжку фільтрують крізь марлю, складену в декілька шарів [75].

Для кількісного визначення аскорбінової кислоти у колбу місткістю 50 см³ вносять 1 см³ фільтрату або готового напою. Додають 1 см³ 2%-го розчину хлоридної кислоти, доводять вміст колби дистильованою водою до 15 см³ і титрують до отримання рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30-60 с [75].

Для визначення поправки на холостий дослід у колбу місткістю 50 см³ вносять стільки 3%-вої оцтової кислоти, скільки було взято у попередньому досліді. Вміст колби доводять дистильованою водою до загального об'єму 15 см³ і проводять титрування з мікробюретки розчином натрієвої солі 2,6-дихлорфенілдофенолу до появи стійкого рожевого забарвлення [75].

Вміст аскорбінової кислоти X, % в перерахунку на абсолютно суху речовину розраховують за формулою:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \times 0,000088 \times V_3 \times 100}{V_4 \times m}, \quad (2.2)$$

де V₁, V₂ – об'єм розчину 2,6-дихлорфенілдофеноляту натрію, витраченого відповідно на титрування екстракту проби і на холостий дослід, см³;

0,000088 – кількість аскорбінової кислоти, яка відповідає 1 мл розчину натрієвої солі 2,6-дихлорфенілдофенолу (0,001 моль/л), г;

V₃ – об'єм екстракту, одержаного при екстрагуванні аскорбінової кислоти з наважки продукту, см³;

V₄ – об'єм екстракту, використаного для титрування, см³;

m – маса наважки продукту, г.

За кінцевий результат випробування беруть середнє арифметичне значення результатів двох паралельних визначень. Обчислюють до четвертого десяткового знака з подальшим округленням до третього [75].

Розходження між двома паралельними визначеннями не повинно перевищувати 3 % середнього арифметичного значення за довірчої ймовірності P = 0,95 [75].

2.5.2. Визначення суми флавоноїдів в перерахунку на гіперозид

Флавоноїди відносяться до біологічно активних речовин, які містять в своїй структурі фрагмент дифенілпропану (C₆-C₃-C₆). Флавоноїди складають одну з

найбільших груп вторинних метаболітів рослин. Вони відіграють велику роль в захисті рослин від різних інфекцій (бактеріальних, вірусних, грибкових), від проникнення паразитів та несприятливих факторів навколишнього середовища [76].

Залежно від величини гетероциклу, а також від структури, і ступеня окислення пропанового фрагмента виділяють десять основних типів флавоноїдів: катехіни, лейкоантоціанідини, антоціанідини, флавонони, флавононоли, флаволи, флавоноли, халкони, дигідрохалкон і аурони [77].

Флавоноїди зустрічаються як в вільному стані (аглікони), так і у вигляді глікозидів (в основному моно- і дисахариди). Основними цукровими залишками є D-глюкоза, D-галактоза, D-ксилоза, L-Рамноза, L-арабіноза [78].

Флавоноїдні з'єднання мають широкий діапазон фармакологічної дії, що обумовлює підвищений інтерес до їх дослідження. Відомі їх протизапальні, антиокислювальні, противірусні та інші ефекти [78].

Не існує єдиного методу кількісного визначення флавоноїдів в рослинній сировині. Але найпоширенішим є метод спектрофотометрії, який базується на визначенні оптичної густини розчину, що аналізуються, при певній довжині хвилі.

Кількісне визначення вмісту суми флавоноїдів плодів глоду в перерахунку на гіперозид проводили методом абсорбційної спектрофотометрії у видимій області спектру. Даний метод полягає в тому, що у спиртовому середовищі флавоноїди з з алюмінієм хлоридом утворюють забарвлену комплексну сполуку [79].

Обладнання, матеріали та реактиви: фотометр КФК-3-01; сито з діаметром отворів 2 мм; ваги лабораторні технічні та аналітичні; мірні колби місткістю 25 см³; піпетки на 1 см³, 5 см³ і 10 см³; 70 % етанол; 5 % алюмінієм хлорид в 70 % етанолі; 0,1 н розчин оцтової кислоти; фільтрувальний папір;.

Техніка визначення. Рослинну сировину подрібнюють так, щоб розмір частинок не перевищував 2 мм. Подрібнену сировину у кількості 1±0,0001 г поміщають у колбу місткістю 100 см³ і заливають дистильованою водою, у співвідношенні сировина : вода – 1:20. Проводять екстракцію з періодичним перемішуванням.

Приготування випробовуваного розчину. 1,0 мл екстракту або готового напою поміщають у мірну колбу місткістю 25 мл, де попередньо внесено 10 мл 70 % етанолу. Додають 5 мл розчину 5 % алюмінію хлориду в 70 % етанолі і 0,1 мл 0,1 н оцтової кислоти, перемішують. Доводять об'єм розчину 70 % етанолом до мітки і знову перемішують [79].

Приготування розчину порівняння. 1,0 мл екстракту поміщають у мірну колбу місткістю 25 мл, де попередньо внесено 10 мл 70 % етанолу. Додають 0,1 мл 0,1 н розчину оцтової кислоти і доводять об'єм розчину 70 % етанолом до мітки, перемішують [79].

Через 30 хв випробовуваний розчин та розчин порівняння фільтрують через фільтрувальний папір. Перші 5 мл фільтрату відкидають. Вимірюють оптичну густину випробовуваного розчину на фотометрі за довжини хвилі 410 нм в кюветі з товщиною шару 10 мм. Як компенсаційний розчин використовують розчин порівняння [79].

Вміст суми флавоноїдів (X_2 , %) в екстракті, в перерахунку на гіперозид розраховують за формулою [79]:

$$X_2 = \frac{D \times 25}{330 \times 1}, \quad (2.3)$$

де D – оптична густина випробовуваного розчину;

330 – питомий показник поглинання комплексу гіперозиду з алюмінію хлоридом в 70 % етанолі при довжині хвилі 410 нм.

Вміст суми флавоноїдів у препараті в перерахунку на гіперозид повинен становити не менше 0,004 % [80].

2.6. Фізико-хімічні показники якості ферментованих напоїв

Проби рідких безалкогольних напоїв для визначання фізико-хімічних показників відбирають згідно з ДСТУ 4856 [81].

2.6.1. Визначення масової частки сухих речовин рефрактометричним методом

Рефрактометричний метод базований на визначанні масової частки сухих речовин випробовувальної рідини за допомогою рефрактометра (рис. 2.7) після проведення в пробі продукції повної інверсії. Визначення проводять за рефрактометричною шкалою при температурі 20 °С [82].



Рис. 2.7. Рефрактометр ручний РР-1

Даний метод застосовують при визначенні масової частки сухих речовин у ферментованих, безалкогольних напоях, різних сиропах, солодових екстрактах та концентратах [82].

Обладнання та матеріали: рефрактометр лабораторний; термометр скляний з діапазоном вимірювання температури від 0 °С до 50 °С та ціною поділки 0,1 °С; скляна паличка; папір фільтрувальний; вода дистильована.

Техніка визначення. Перед випробовуванням рефрактометр юстирують відповідно до інструкції. Скляною паличкою наносять 2-3 краплі випробовувального розчину на вимірювальну призму лабораторного рефрактометра.

Освітлювальну призму опускають і щільно прикладають до нижньої частини призми. Повертають кільце компенсатора та встановлюють візирну лінію на межі поділу тіні та світла. Проводять відлік відповідно шкалі рефрактометра. Отримане значення дорівнює масовій частці сухих речовин у розчині [82].

Поправка до показника рефрактометра залежно від температури [82]

Температура, °С	Масова частка сухих речовин, що показана рефрактометром, %							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Від показника рефрактометра віднімають								
10	0,50	0,54	0,58	0,61	0,64	0,66	0,68	0,70
11	0,46	0,49	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64
12	0,42	0,45	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,57
13	0,37	0,40	0,42	0,44	0,45	0,48	0,49	0,50
14	0,33	0,35	0,37	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
15	0,27	0,29	0,31	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36
16	0,22	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,28	0,29
17	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22
18	0,12	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15
19	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
До показника рефрактометра додають								
21	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
22	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15
23	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22	0,32	0,23	0,23
24	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,30	0,31	0,31
25	0,33	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40
26	0,40	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48
27	0,48	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	0,56
28	0,56	0,57	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64
29	0,64	0,66	0,68	0,69	0,71	0,72	0,73	0,73
30	0,72	0,74	0,77	0,78	0,79	0,80	0,80	0,81

Під час відліку показників приладу фіксують температуру, за якої проводиться випробування. У разі, якщо температура відмінна від 20 °С, вносять поправку до показника рефрактометра відповідно до табл. 2.5[82].

Проводять не менше двох паралельних визначань. За кінцевий результат беруть середнє арифметичне результатів двох паралельних визначань і зводять до першого десяткового знака [82].

2.6.2. Визначення загальної кислотності ферментованих напоїв

Аналіз ферментованих напоїв проводять згідно ДСТУ 7102:2009 «Продукція безалкогольної промисловості. Метод визначання кислотності» [83].

У ферментованих напоях визначають загальну кислотність титруванням. Даний метод засновано на титруванні лугом усіх кислот, що знаходяться в напої [2].

Обладнання та матеріали: мірні колби місткістю 250 см³; мірний циліндр на 200 см³; піпетки на 5 см³; спиртовий розчин фенолфталеїну; гідроксид натрію 0,1 моль/дм³.

Техніка визначення. У три конічні колби місткістю 250 см³ за допомогою мірного циліндра наливають по 200 см³ дистильованої води. Від середньої проби ферментованого напою відбирають піпеткою 5 см³ у кожену із колб з водою. В отриманий розчин додають 4-5 крапель спиртового розчину фенолфталеїну і титрують розчином гідроксиду натрію із концентрацією 0,1 моль/дм³ до появи рожевого забарвлення, що не зникає протягом 30 секунд. Одну з колб з напоєм, розведеним водою, використовують для титрування для порівняння забарвлення титрованого розчину з початковим [2].

Загальну кислотність X , см³ розчину гідроксиду натрію, витраченого на титрування 100 см³ напою, розраховують за формулою [2]:

$$X = \frac{V \cdot k \cdot 100}{A}, \quad (2.4)$$

де V – об'єм розчину гідроксиду натрію, що витратили на титрування розчину 5 см³ напою та дистильованої води, см³;

k – поправочний коефіцієнт розчину гідроксиду натрію, що був використаний для титрування;

A – об'єм напою, взятий для титрування, см^3 .

2.6.3. Визначення активної кислотності ферментованих напоїв

Визначення активної кислотності проводиться за допомогою рН-метра за стандартними методиками.

Таблиця 2.6

Фізико-хімічні показники рідких безалкогольних напоїв [84]

Назва показника	Група, вид	Значення показника	Метод контролю
Масова частка сухих речовин, %	рідкі безалкогольні напої	від 0 до 20	ДСТУ 4855
	енергетичні напої	не менше 8	
	напої бродіння	не менше 3,5	
Об'ємна частка спирту, %, не більше	рідкі безалкогольні напої	0,5	ДСТУ 7101
	напої бродіння	1,2	
Кислотність, см^3 , 1 моль/ дм^3 розчину гідро-ксиду натрію на 100 см^3 напою	рідкі безалкогольні напої	від 1,0 до 15,0	ДСТУ 4855
	напої бродіння	від 1,5 до 7,0	
Масова частка діоксиду вуглецю, %	негазовані	0	ДСТУ 4855
	слабо газовані	від 0,2 до 0,3	
	середньо газовані	від 0,3 до 0,4	
	сильногазовані	понад 0,4	
	напої бродіння	не менше 0,3	

Отримані результати порівнювали з вимогами, що зазначені у табл. 2.6 відповідно до ДСТУ 4069-2002 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови» [84].

Значення допустимих відхилень фізико-хімічних показників безалкогольних напоїв, що повинні відповідати вимогам ДСТУ 4069:2002 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови» [84], представлені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7

Значення допустимих відхилень фізико-хімічних показників безалкогольних напоїв [84]

Назва показника	Допустимі відхилення, не більше		
	рідкі безалкогольні напої	концентрати безалкогольних напоїв порошкоподібні	напої бродіння (квас)
Масова частка сухих речовин, %	±0,2	±0,2	±0,3
Кислотність, см3, 1 моль/дм3 розчину гідроксиду натрію на 100 см3 напою	±0,3	±0,5	±0,3
Масова частка вологи, %:			
– з вмістом бікарбонату	–	±0,1	–
– без вмісту бікарбонату	–	±0,5	–
Примітка. В торговельній мережі для напоїв бродіння допускають зниження масової частки сухих речовин від 1,0 % до 1,6 % , збільшення масової частки спирту на 0,3 % - 0,7 %, але не більше ніж 1,2 %.			

2.7. Органолептичні показники якості ферментованих напоїв

За органолептичними показниками ферментовані напої повинні відповідати вимогам нормативних документів, що зазначені у табл. 2.8. В готових напоях визначають зовнішній вигляд, колір, смак та аромат. Додаткові вимоги до органолептичних показників повинен встановлювати виробник у технологічній рецептурі на кожен напій бродіння [84].

Таблиця 2.8

Органолептичні показники напоїв бродіння [84]

Назва показника	Характеристика		Метод контролю	
	нефільтровані			фільтровані
	неосвітлені	освітлені		
Зовнішній вигляд	Непрозора піниста рідина. Допускають осад, обумовлений особливостями використаної сировини, без сторонніх включень не властивих продукту	Прозора піниста рідина або з опалесценцією, обумовленою особливостями використаної сировини, без сторонніх включень не властивих продукту	Прозора піниста рідина без осаду та сторонніх включень, не властивих продукту. Допускають опалесценцію, обумовлену особливостями використаної сировини	ДСТУ 7099
Смак і аромат	Освіжаючий кисло-солодкий смак. Смак та аромат зброженого напою, який відповідає смаку та аромату використаної сировини. Для напоїв бродіння – приємний аромат житнього хліба та (або) скоринки хліба. Допускають дріжджовий смак та аромат		ДСТУ 7099	
Колір	Обумовлений кольором використаної сировини, для напоїв бродіння – від світло-жовтого до темно-коричневого.		ДСТУ 7099	

Оцінку якості ферментованих напоїв проводять за 25-бальною системою (табл.2.9).

Таблиця 2.9

Бальна система оцінювання якості напоїв [85]

Оцінка	Загальний бал
«Відмінно»	23-25
«Добре»	19-22
«Задовільно»	16-18
«Незадовільно»	16 і менше

В залежності від отриманих балів якість ферментованих напоїв оцінюють на "відмінно" (23—25 балів), "добре" (19—22 бали), "задовільно" (16—18 балів) і "незадовільно" (16 балів і менше) [85].

2.8. Висновки до розділу

Сировиною, що збагачує напої біологічно активними речовинами може бути ячмінно-солодовий екстракт, який виготовляється з ячмінного солоду.

Процес затирання заключається в тому, що ячмінний солод змішують з водою і витримують при певних оптимальних температурах. Робиться це для активації ферментів, в тому числі амілолітичних. Існує два способи затирання: настійний та відварний. В даній роботі використовувався настійний спосіб. Затирання проводилося до повного розщеплення крохмалю амілолітичними ферментами. Оцукрюючу активність амілолітичних ферментів ячмінного солоду визначали за йодометричним методом.

Як джерело випромінювання низькочастотних хвиль використовували генератор імпульсів Г5-54, а для опромінення крайнє високочастотними хвилями використовували прилад «Ораторія – IV».

Для визначення вмісту аскорбінової кислоти в екстрактах плодів глоду та готових ферментованих напоях використовували індофенольний метод.

Кількісне визначення вмісту суми флавоноїдів плодів глоду в перерахунку на гіперозид проводили методом абсорбційної спектрофотометрії у видимій області спектру.

Фізико-хімічні та органолептичні показники одержаних ферментованих напоїв визначали згідно методик, описаних в нормативних документах.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Приготування заторів

Усі існуючі способи затирання поділяють на дві групи: настійні та відварні. Настійні способи затирання характеризуються тим, що температура всього затору підвищується стрибками до 70 °С і затор певний час витримується за характерних температур. Відварні способи передбачають підвищення температури затору за рахунок кип'ятіння його частини, й змішування її з основною масою затору [86].

Першим етапом процесу затирання є змішування помеленого ячмінного солоду з водою. Попередньо зважений помел змішувався з водою, підігрітою до температури 40 °С. При цьому відбувалося розчинення речовин солоду, які здатні переходити у розчин без участі ферментів. Гідромодуль також впливає на екстрактивність речовин та дію ферментів. Зі збільшенням концентрації затору швидкість ферментативних реакцій зменшується, тому використовувалось співвідношення помелу до води 1:4.

Використовувався настійний спосіб затирання. Важливими температурними паузами при затиранні є: початок затирання при температурі 40-45 °С для розрідження затору під впливом цитолітичних та інших ферментів; температура 50-52 °С – білкова пауза, оптимальна для дії пептидаз; 60-65 °С – для дії β-амілази і 70 °С – для дії α-амілази [87].

Починалося затирання при температурі 45 °С при постійному перемішуванні протягом 30 хвилин. Потім температуру затору підвищили до 52 °С. Роблячи білкову паузу, зразки витримували 10 хвилин (рис. 3.1). Згодом проводилася обробка електромагнітними хвилями, для визначення впливу на амілолітичні ферменти ячмінного солоду.

Після обробки температуру затору знову підвищували, але вже до 63 °С і при постійному перемішуванні витримували 30 хвилин. Для повного оцукрювання

затору, його нагрівали до 72 °С. Закінчення оцукрювання фіксували за реакцією з йодом, відібравши 5 проб протягом 30 хвилин.

3.2. Вплив електромагнітного опромінення на солод ячменю

З метою контролю ходу ферментативного гідролізу крохмалю в досліджуваних зразках з затором після низькочастотного (НЧ) опромінення, проводилась реакція з йодом. Результати йодної реакції представлені в таблиці 3.1. Кожен опромінений зразок та контроль витримували на водяній бані за температури 72 °С упродовж 30 хвилин. Проби брали кожні 5 хвилин.

При оцукрюванні молекула крохмалю поступово зменшується, і її темно-фіолетове забарвлення змінюється. Наявність коричнево-фіолетового та сіро-фіолетового кольору свідчить про утворення амілодекстринів. Потім утворюються еритродекстрини, які забарвлюються у жовто-коричневий, жовто-сірий, пісочно-жовтий, блідо-жовтий, жовтий, яскраво-жовтий колір. Затор перестає давати кольорову реакцію при досягненні насичено-жовтого кольору. Це означає, що утворилися ахродекстрини, які не забарвлюються.

При 15 хвилин опромінення НЧ-хвилями спостерігається насичений жовтий колір, що свідчить про утворення ахродекстринів. Еритродекстрини утворилися у всіх інших опромінених пробірках та контролі.

Також проводилась йодна проба зі зразками, що опромінювалися крайнє високочастотним (КВЧ) випромінюванням. Зразки відбиралися з часом експозиції від 5 хвилин до 30 хвилин при кімнатній температурі. Визначення проводилося в тих же умовах, що й при опроміненні КВЧ-хвилями. Ахродекстрини прореагували з йодом, утворивши насичений жовтий колір, при тривалості впливу КВЧ-хвиль 5 хвилин. Результати оцукрювання крохмалю ячмінного солоду під впливом КВЧ-опромінення представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.1

Оцукрювання крохмалю ячмінного солоду амілолітичними ферментами під впливом НЧ-опромінення

T, хв	5	10	15	25	30	Контроль
5	Сіро-фіолетовий	Сіро-фіолетовий	Пісочно-жовтий	Пісочно-жовтий	Коричнево-фіолетовий	Коричнево-фіолетовий
10	Пісочно-жовтий	Сіро-фіолетовий	Яскраво-жовтий	Пісочно-жовтий	Сіро-фіолетовий	Коричнево-фіолетовий
15	Жовто-сірий	Жовто-коричневий	Яскраво-жовтий	Блідо-жовтий	Пісочно-жовтий	Жовто-коричневий
20	Жовто-сірий	Жовтий	Яскраво-жовтий	Жовтий	Блідо-жовтий	Жовто-сірий
25	Жовто-сірий	Жовто-сірий	Насичений жовтий	Жовтий	Блідо-жовтий	Пісочно-жовтий
30	Жовтий	Жовтий	Насичений жовтий	Жовтий	Жовто-сірий	Пісочно-жовтий

Таблиця 3.2

Оцукрювання крохмалю ячмінного солоду амілолітичними ферментами під впливом КВЧ-опромінення

T, хв	5	10	15	25	30	Контроль
5	Коричнево-фіолетовий	Жовто-сірий	Жовто-сірий	Жовто-сірий	Жовто-коричневий	Коричнево-фіолетовий
10	Жовто-сірий	Жовто-коричневий	Пісочно-жовтий	Жовто-сірий	Жовто-сірий	Коричнево-фіолетовий
15	Пісочно-жовтий	Жовто-коричневий	Пісочно-жовтий	Пісочно-жовтий	Пісочно-жовтий	Жовто-коричневий
20	Яскраво-жовтий	Жовтий	Блідо-жовтий	Блідо-жовтий	Блідо-жовтий	Жовто-сірий
25	Насичений жовтий	Яскраво-жовтий	Жовтий	Блідо-жовтий	Жовтий	Жовто-сірий
30	Насичений жовтий	Яскраво-жовтий	Жовтий	Жовтий	Жовтий	Пісочно-жовтий

Максимальна амілолітична активність під дією КВЧ-випромінювання спостерігається при опроміненні 15 хвилин (рис. 3.1). Більш тривала обробка КВЧ-хвилями знижує оцукрюючу активність амілаз. При опроміненні амілолітичних ферментів ячмінного солоду НЧ-хвилями, амілолітична активність збільшується у 2 рази в порівнянні з контролем.

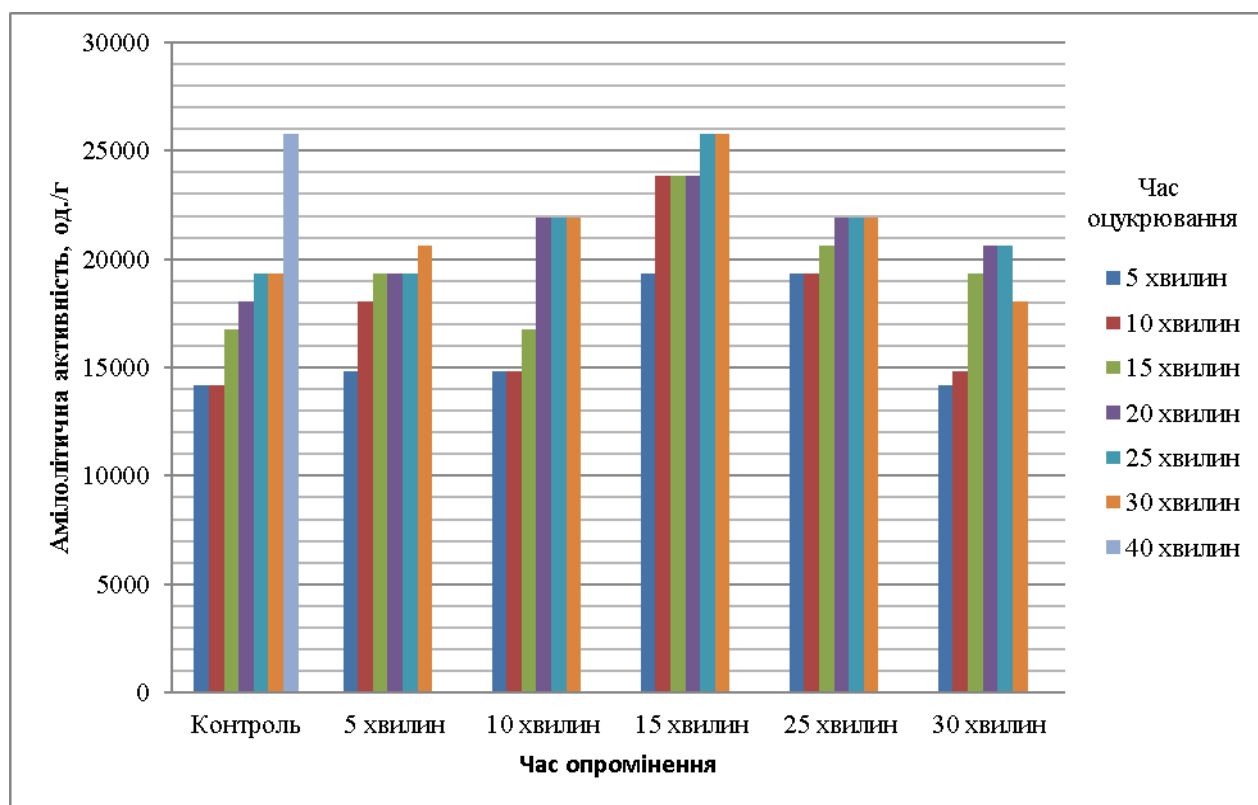


Рис. 3.1. Динаміка амілолітичної активності ферментів під впливом НЧ-випромінювання

Під дією КВЧ-випромінювання максимальна амілолітична активність спостерігається вже при 5 хвилин опромінення. Продовження обробки сприяє зниженню оцукрюючої активності амілаз ячмінного солоду (рис. 3.2).

Під час гідролізу крохмалю під дією амілаз визначено оцукрюючу активність. Використано йодометричний метод визначення.

Здатність амілолітичних ферментів ячмінного солоду гідролізувати крохмаль до редуруючих цукрів визначається за допомогою оцукрюючої активності. Мальтоза є кінцевим продуктом гідролізу крохмалю α - і β -амілазами. Таким чином,

оцукрююча активність відображає дію одного чи декількох ферментів на даний субстрат. Оцукрюючу активність (ОАк) виражають числом одиниць, які містяться в 1 г, 1 мл або 100 мл оцукрюючого матеріалу [73].

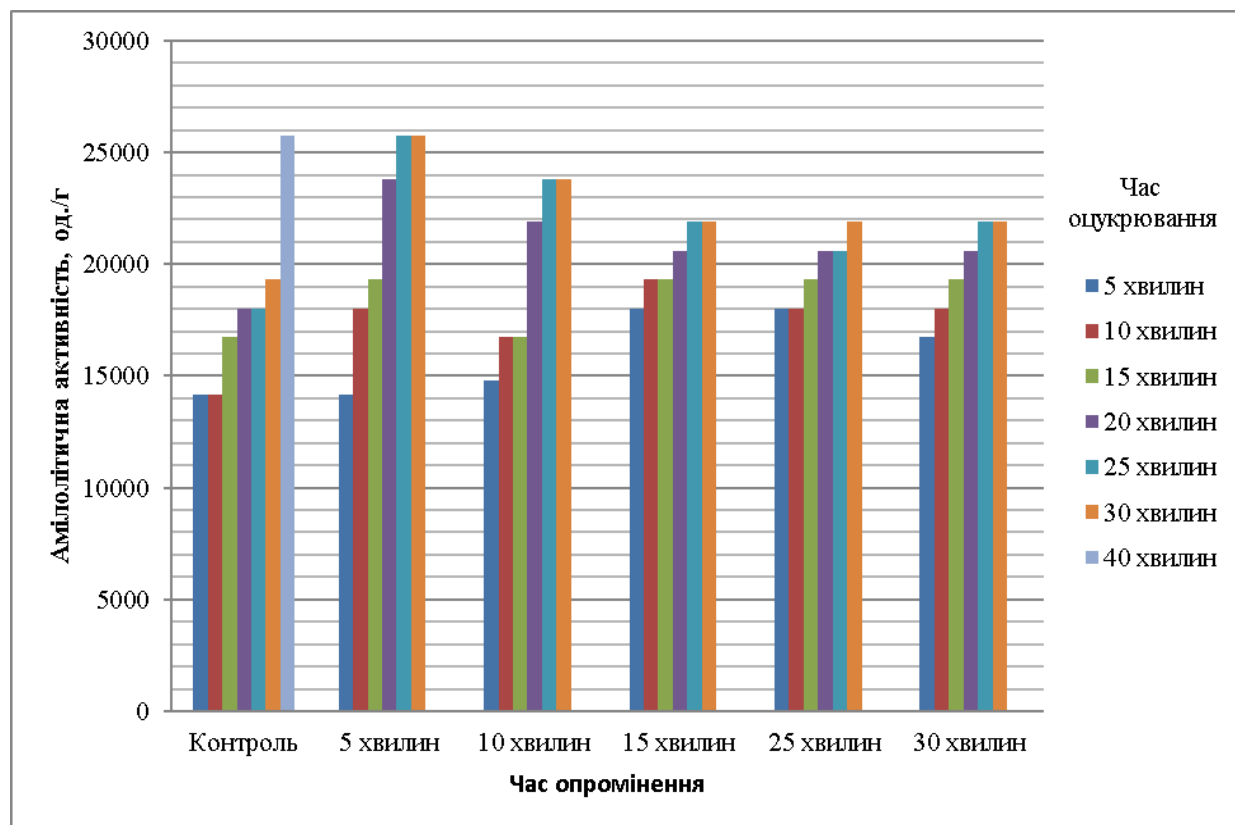


Рис. 3.2. Динаміка амілолітичної активності ферментів під впливом КВЧ-випромінювання

Оцукрюючу активність визначають в умовах гідролізу розчинного крохмалю в межах 25% глікозидних зв'язків, що відповідає гідролізу приблизно 50% крохмалю до мальтози чи суміші мальтози з глюкозою [73]. За одиницю ОАк приймають таку кількість ферменту, яка у визначених умовах за 1 хв при 30 °С каталізує розщеплення до відновлюючих цукрів 1 мікроеквівалент глікозидних зв'язків [73].

Максимальна оцукрююча активність амілолітичних ферментів при опроміненні НЧ-хвилями спостерігається при впливі 15 хвилин та становить 25760 од./г (табл. 3.3). А оцукрююча активність контрольного зразка, що не опромінювався становить 19320 од./г, що свідчить про незакінчений гідроліз крохмалю.

Таблиця 3.3

Вплив НЧ-опромінення на оцукрюючу активність амілолітичних ферментів
ячмінного солоду (од./г)

Т, хв	5	10	15	25	30	Контроль
5	14812	14812	19320	19320	14168	14168
10	19320	14812	23828	19320	14812	14168
15	18032	16744	23828	20608	19320	16744
20	18032	21896	23828	21896	20608	18032
25	18032	18032	25760	21896	20608	19320
30	21896	21896	25760	21896	18032	19320

Максимальна оцукрююча активність амілолітичних ферментів при опроміненні КВЧ-хвилями спостерігається при впливі 5 хвилин і також становить 25760 од./г (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Вплив КВЧ-опромінення на оцукрюючу активність амілолітичних ферментів
ячмінного солоду (од./г)

Т, хв	5	10	15	25	30	Контроль
5	14168	14812	18032	18032	16744	14168
10	18032	16744	19320	18032	18032	14168
15	19320	16744	19320	19320	19320	16744
20	23828	21896	20608	20608	20608	18032
25	25760	23828	21896	20608	21896	18032
30	25760	23828	21896	21896	21896	19320

При опроміненні затору електромагнітним випромінюванням низької частоти від 5 до 30 хвилин, було виявлено, що оцукрююча активність при 30 хвилин витримування на водяній бані з постійним перемішуванням вже при 5 хвилин обробки збільшилася на 20% порівняно з контролем. При 15 хвилин впливу НЧ-опромінення оцукрююча активність досягла максимуму і становить 100%. При подальшому опроміненні значення оцукрюючої активності зменшується. При 25 хвилин впливу крохмалю ячмінного солоду розщеплюється під дією амілолітичних ферментів на 70%. А при 30 хвилин впливу НЧ-випромінювання повнота гідролізу крохмалю становить 40%.

При НЧ-опроміненні оцукрююча активність зросла на 50% (рис.3.3). Це свідчить про позитивний вплив НЧ-хвиль на амілолітичні ферменти.

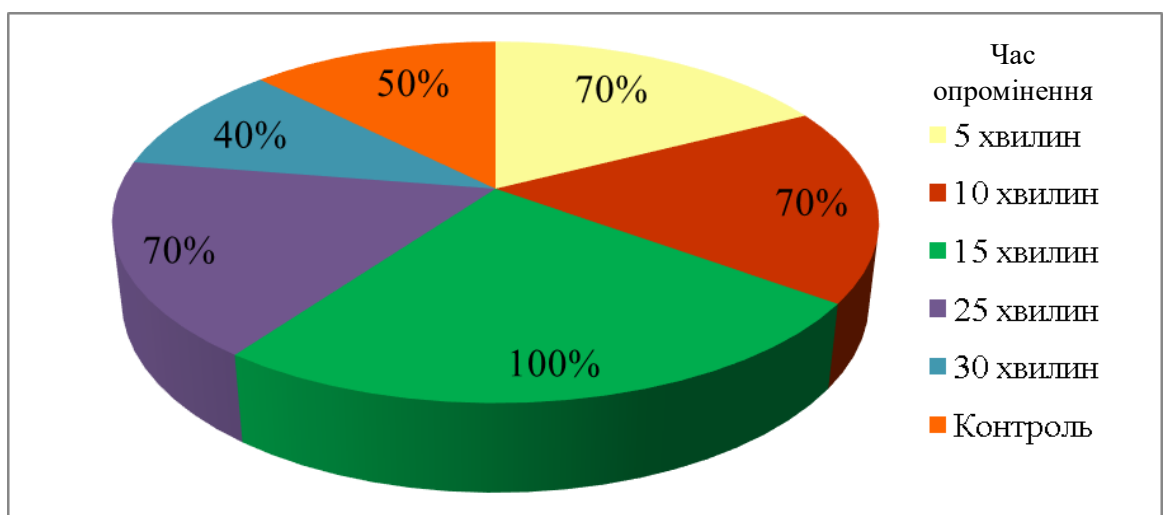


Рис. 3.3. Вплив НЧ-опромінення на повноту гідролізу крохмалю ячмінного солоду під дією амілолітичних ферментів

При впливі КВЧ-хвиль на затори ячмінного солоду, амілолітична активність, вже при 5 хвилин витримування на водяній бані, зросла на 50% порівнюючи з контролем (рис.3.4). При 10 хвилин витримування оцукрююча активність зменшилася до 85%. Подальша обробка КВЧ-випромінюванням зменшує кількість оцукреного крохмалю до 70%.

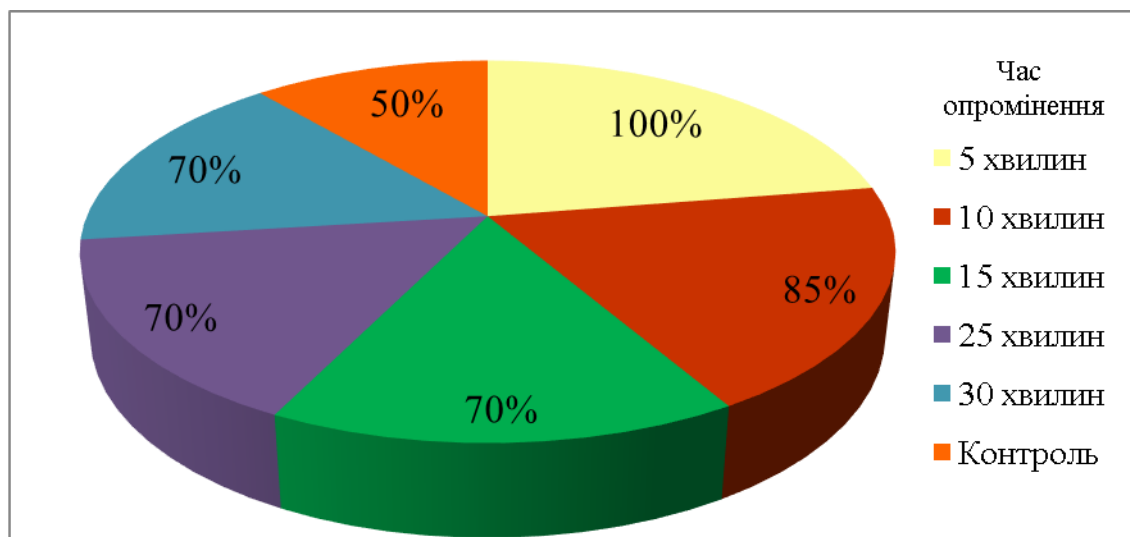


Рис. 3.4. Вплив КВЧ-опромінення на повноту гідролізу ячмінного солоду під дією амілолітичних ферментів

Таким чином, аналіз отриманих результатів дослідження встановив, що активність амілолітичних ферментів при дії електромагнітних хвиль (кілометрових та міліметрових) зростає, при цьому збільшується вихід екстрактивних речовин і скорочується час затирання ячмінного солоду.

3.3. Вплив умов екстрагування на ступінь вилучення біологічно активних речовин з плодів глоду

З метою визначення оптимальних умов отримання екстракту з плодів глоду, що пропонується використовувати для приготування ферментованого напою, визначено ступінь вилучення аскорбінової кислоти та флавоноїдів в залежності від тривалості процесу екстракції та температури.

Об'єктом дослідження слугували висушені плоди глоду (рис. 3.5).

В якості екстрагента при одержанні витяжок, використовували дистильовану воду. Вода слугує універсальним екстрагентом, вона сприяє кращому розриву клітинних стінок екстрагованої сировини, полегшуючи тим самим протікання дифузійних процесів [88].



Рис. 3.5. Сушені плоди глоду

Сушені плоди глоду подрібнювали та просіювали через сито до розміру часток – 2 мм. При отриманні екстрактів співвідношення сировина – вода становило 1:20. Екстракцію проводили методом мацерації (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Екстракція сушених плодів глоду

Встановлення оптимальної тривалості екстрагування здійснювали протягом 20, 30 і 40 хвилин. Кількісне визначення флавоноїдів в отриманих зразках проводили спектрофотометричним методом за допомогою фотометра КФК-3-01 (рис. 3.7) згідно методики, описаної у пункті 2.3.2. Вміст флавоноїдів визначали в перерахунку на гіперозид.



Рис. 3.7. Фотометр КФК-3-01

Результат досліджень наведений на рис. 3.8.

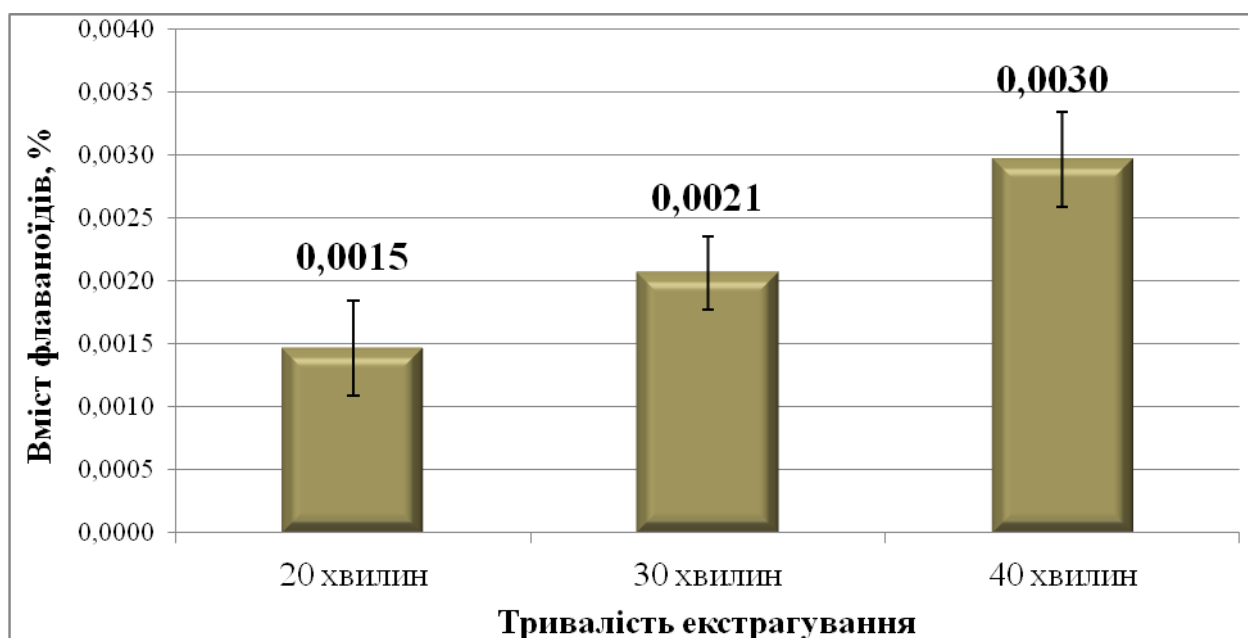


Рис. 3.8. Вміст суми флаваноїдів в сировині глоду в залежності від часу екстрагування

В результаті аналізу отриманих даних визначено, що при збільшенні тривалості екстрагування, вміст флаваноїдів у плодах глоду збільшується. Максимальний вихід суми флаваноїдів досягається при тривалості екстракції 40 хвилин і становить 0,003 %.

На процес екстракції, крім тривалості значно впливає температура. Зміна температури впливає на константу розподілу речовин, що екстрагуються [89].

Оптимальну температуру екстракції плодів глоду визначали при 20 °С, 30 °С і 40 °С. В отриманих зразках визначали вміст аскорбінової кислоти та суми флавоноїдів в перерахунку на гіперозид. Вміст аскорбінової кислоти визначали індофенольним титруванням згідно методики, описаної в пункті 2.3.1.

Результати досліджень вмісту аскорбінової кислоти в плодах глоду в перерахунку на абсолютно суху речовину відображено на рис. 3.9.

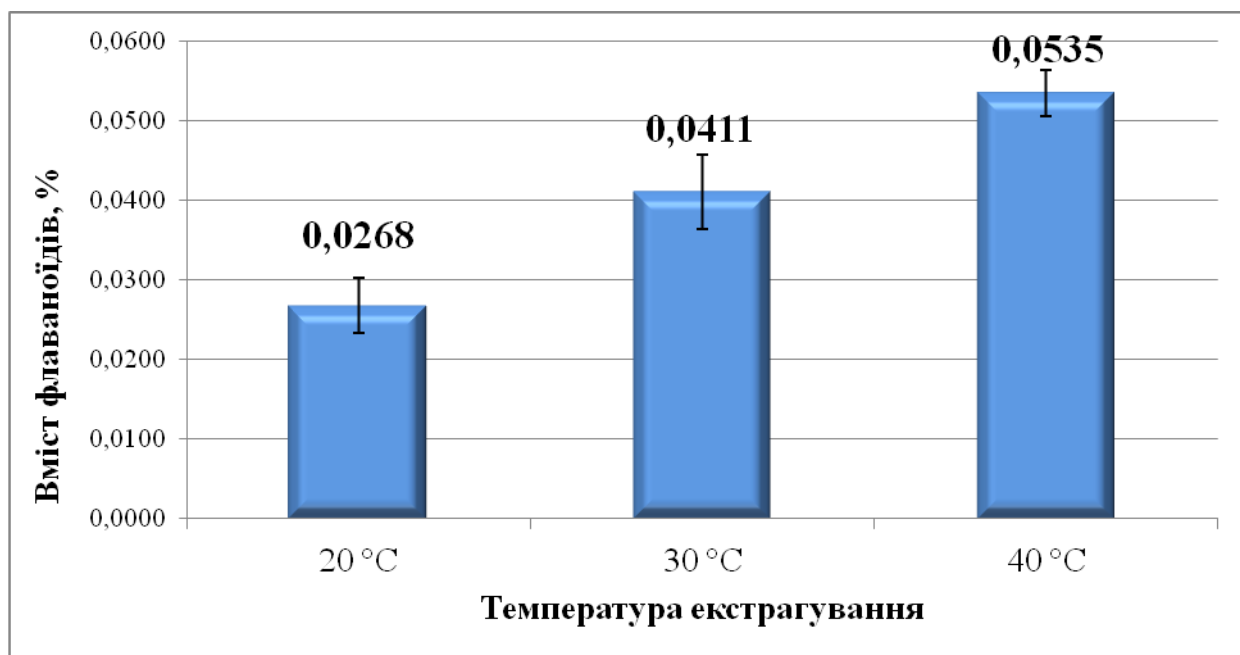


Рис. 3.9. Залежність вмісту аскорбінової кислоти плодів глоду від температури екстрагування

Отримані результати свідчать про те, що оптимальними умовами екстракції аскорбінової кислоти плодів глоду є температура 40 °С та тривалість 40 хвилин.

Результати досліджень вмісту суми флавоноїдів плодів глоду в залежності від температури екстрагування відображено на рис. 3.10.

Максимальний вихід суми флавоноїдів спостерігається при температурі 30 °С при тривалості екстракції 40 хвилин.

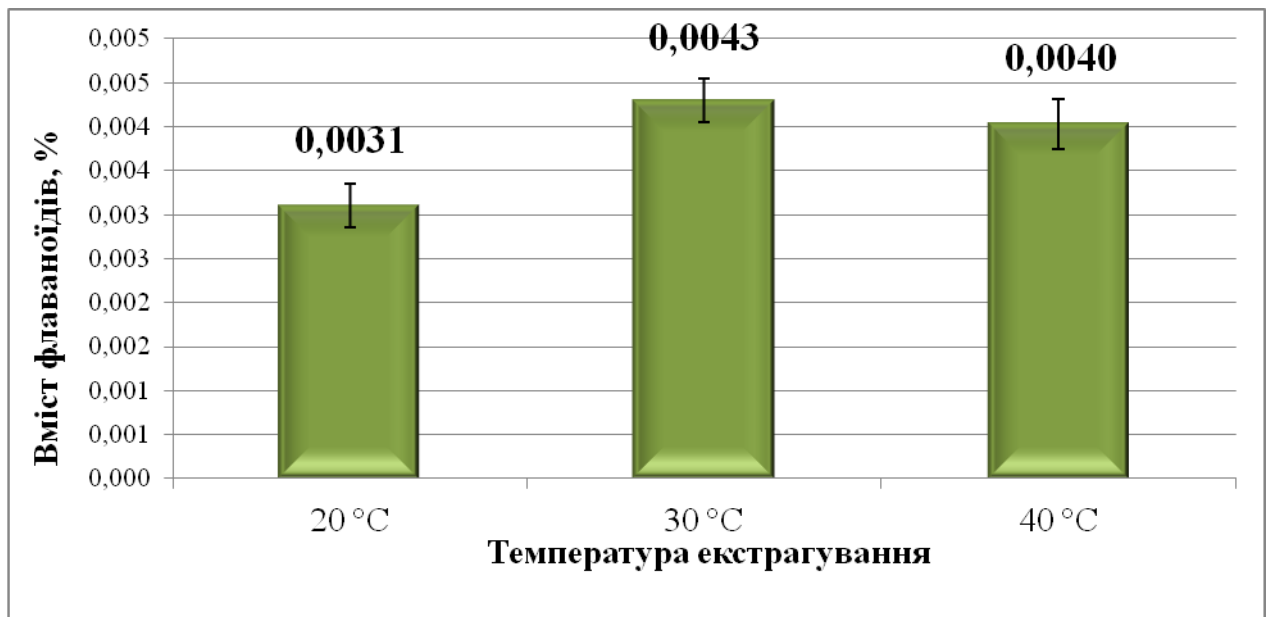


Рис. 3.10. Залежність вмісту суми флаваноїдів плодів глону від температури екстрагування

Таким чином, на основі отриманих результатів пропонується проводити екстракцію плодів глону 40 хвилин за температури 30 °C, для вилучення максимальної кількості біологічно активних речовин, в тому числі аскорбінової кислоти та флаваноїдів.

3.4. Технологія приготування ферментованих напоїв з екстрактом глону

Технологія ферментованого напою з екстрактом глону передбачає приготування суслу, приготування дріжджів, приготування екстракту глону, ферментацію, фільтрацію, пастеризацію, охолодження та розлив готового напою.

Сусло готувалося з ячмінного солоду, настійним способом затирання. Після білкової паузи проводилась його обробка крайнє високочастотним випромінюванням протягом 5 хвилин. В результаті впливу КВЧ-хвиль збільшився вміст редуруючих цукрів у суслі, за рахунок активізації ферментів ячмінного солоду. Отриманий затор профільтрували, з метою відокремлення дробини, і довели дистильованою водою до вмісту сухих речовин 10 %. Після цього проводилась пастеризація суслу за

температури 75 °С протягом 30 хвилин (рис. 3.11), для попередження розвитку сторонньої мікрофлори. Готове сусло охолоджували до 30 °С.



Рис. 3.11. Пастеризація сусла за температури 75 °С

В отримане сусло вносили екстракт плодів глоду. Екстракцію плодів проводили за температури 30 °С протягом 40 хвилин. Для того, щоб отримати ферментований напій з високими органолептичними показниками, підвищеною харчовою та біологічною цінністю, пропонується 5 зразків напою:

- зразок № 1 (контрольний) – не містить екстракту плодів глоду;
- зразок № 2 – містить 10 % екстракту плодів глоду;
- зразок № 3 – містить 20 % екстракту плодів глоду;
- зразок № 4 – містить 30 % екстракту плодів глоду;
- зразок № 5 – містить 40 % екстракту плодів глоду.

Для зброджування отриманих зразків в якості продуцента використовували дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* раси М. Культуру дріжджів розводили стерильним суслим з розрахунком 1 г дріжджів на 100 см³ сусла, і витримували 2 години за температури 27 °С з метою їх активізації. Дріжджі зброджують цукри, які містяться в суслі, тим самим формують смак ферментованого напою.

Після проведення розводки дріжджів, в кожен зразок напою вносили 2 % посівного матеріалу. Сусло з екстрактом глоду зброджували за температури 30 °С протягом 5 діб. В процесі бродіння, в результаті дії ферментативного комплексу

дріжджів, відбуваються біохімічні перетворення, які зумовлюють органолептичні особливості напоїв.

Зброджування солодового сусла з екстрактом глоду контролювали за зміною масової частки сухих речовин та активної кислотності (табл. 3.5). Зразки напою відбирали відповідно до санітарних вимог стерильності.

Таблиця 3.5

Динаміка процесу зброджування солодового сусла з екстрактом глоду

№ проби	Співвідношення екстракт глоду:сусло, %	Показники									
		Вміст сухих речовин, %					рН				
		Доба									
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	0:100	10,0	8,8	7,8	6,9	6,2	5,4	5,1	4,8	4,6	4,4
2	10:90	9,6	8,4	7,3	6,4	5,6	5,3	5,0	4,7	4,5	4,2
3	20:80	9,0	8,5	7,0	6,0	5,3	5,2	5,0	4,8	4,5	4,2
4	30:70	9,8	8,3	7,1	6,2	5,4	5,2	4,9	4,6	4,4	4,2
5	40:60	9,4	8,1	6,9	5,9	5,2	5,1	4,8	4,6	4,4	4,2

Встановлено, що в процесі зброджування вміст сухих речовин поступово знижувався у всіх зразках. Як видно з табл. 3.5, додавання екстракту плодів глоду прискорює процес бродіння, в порівнянні з контролем. У зразку № 5, що містить 40 % екстракту глоду, тривалість бродіння скоротилася на 1 добу порівняно з іншими зразками напоїв.

Важливими показниками ферментованих напоїв є активна та загальна кислотність. Оптимальні значення кислотності позитивно впливають на смак та стійкість напоїв. Як видно з табл. 3.5, значення активної кислотності в дослідних зразках зменшується. Отримані напої мають активну кислотність в межах рН=4,2-4,4, що свідчать про нормальне проходження процесів бродіння.

Загальну кислотність зброджених зразків визначали методом титрування. Результати досліджень представлено на рис. 3.12.

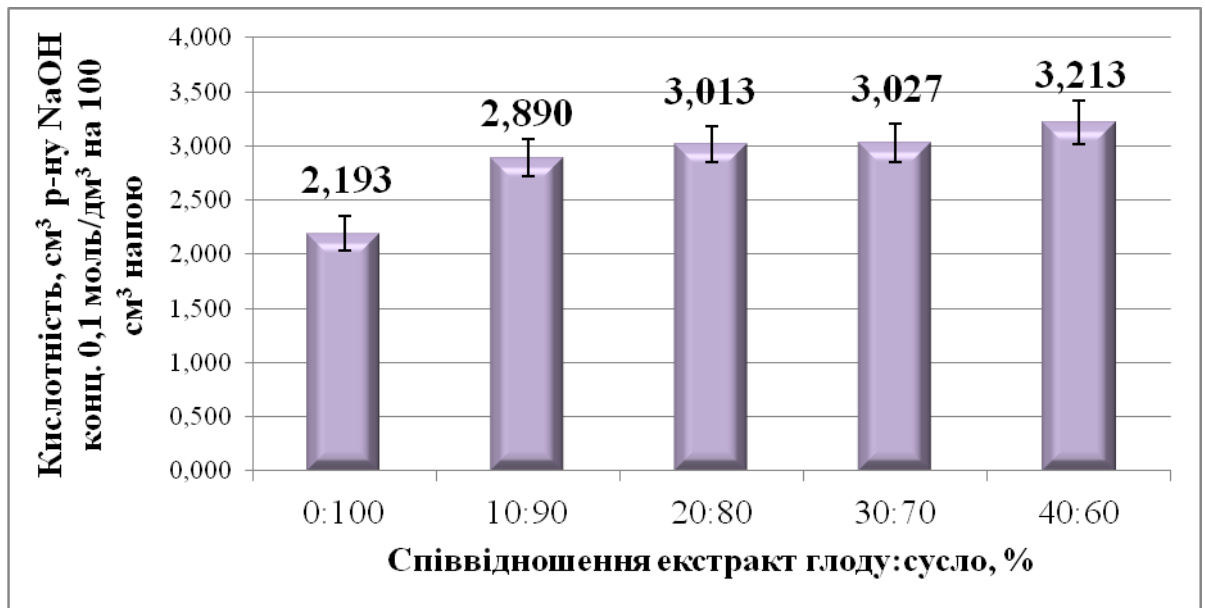


Рис. 3.12. Загальна кислотність зразків ферментованих напоїв

При збільшенні вмісту екстракту глodu в напоях, збільшується значення загальної кислотності. Загальна кислотність отриманих зразків напоїв відповідає нормативним вимогам. Якщо порівняти кислотність напою, що містить 40 % екстракту плодів глodu, з контролем, то вона вища в 1,5 раза. Це свідчить про присутність органічних кислот, які збагачують напій.

Збродження напоїв зупиняли шляхом охолодження до температури 8 °C (рис. 3.13). В результаті охолодження бродильна здатність дріжджів знижується, і вони утворюють осад. З метою видалення осаду проводили фільтрацію.



Рис. 3.13. Зброжені зразки напоїв з різним вмістом екстракту плодів глodu

З метою продовження терміну зберігання готових ферментованих напоїв, проводили пастеризацію на водяній бані за температури 70 °С протягом 30 хвилин. Термін зберігання ферментованих напоїв з екстрактом плодів глоду – не більше 7 діб при температурі від 0 до 4°С в горизонтальному положенні.

В готових напоях було досліджено вміст аскорбінової кислоти та суми флавоноїдів. Дані вмісту аскорбінової кислоти в зразках отриманих напоїв представлено на рис. 3.14.

Визначено, що найбільший вміст аскорбінової кислоти міститься в зразку № 5 і становить 0,242 %. Кількість аскорбінової кислоти в напоях залежить від вмісту екстракту глоду.

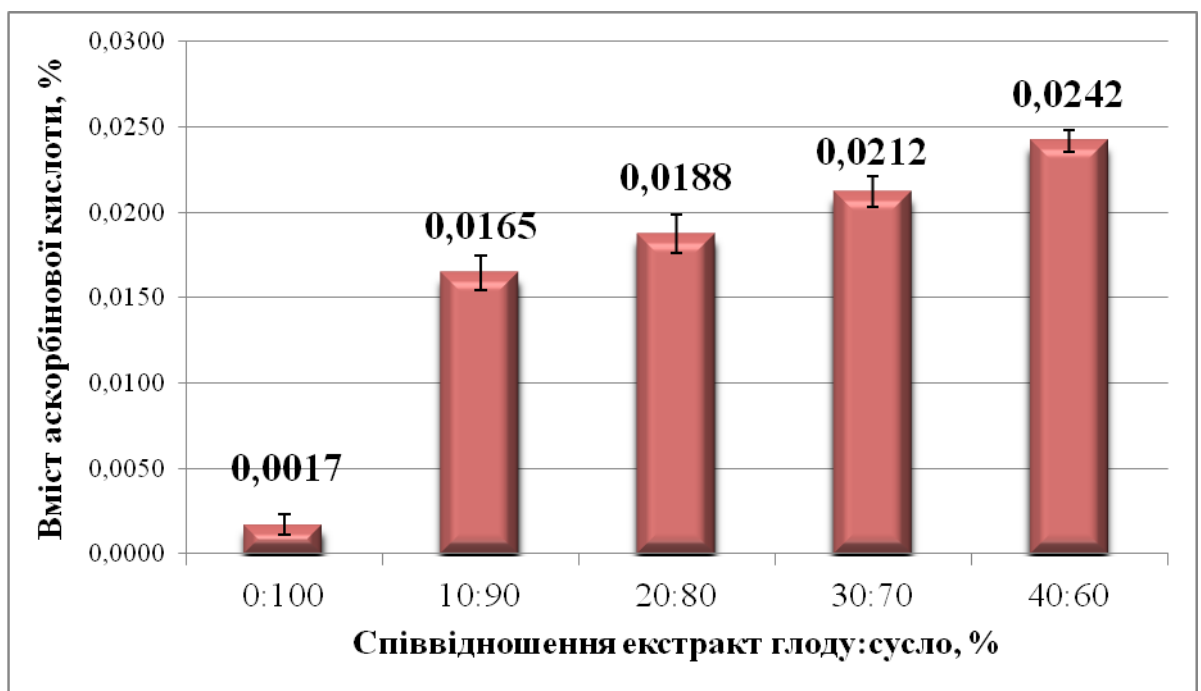


Рис. 3.14. Вміст аскорбінової кислоти в зразках ферментованих напоїв

Кількісне визначення суми флавоноїдів в готових напоях було проведено в перерахунку на гіперозид, отримані результати наведені на рис. 3.15.

Отримані результати свідчать про те, що вміст суми флавоноїдів обумовлений вмістом екстракту глоду. Найбільшим він є в зразку № 5, що містить 40 % екстракту, і становить 0,0038 %. Напій без екстракту плодів глоду не містить флавоноїдів.

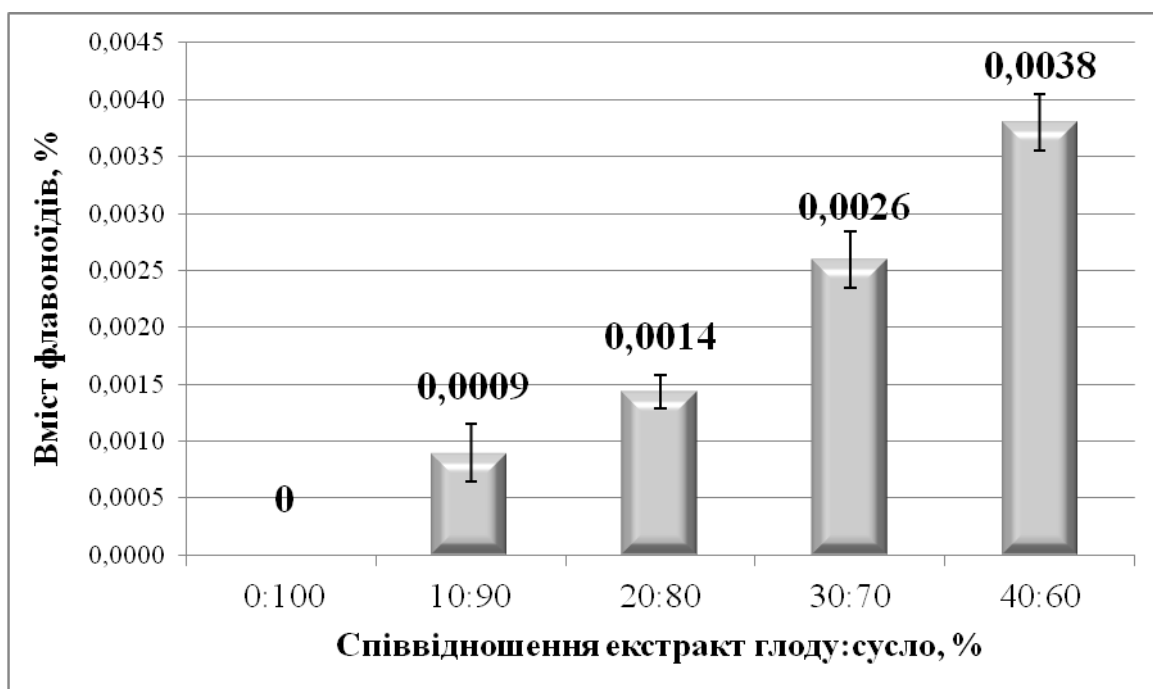


Рис. 3.15. Вміст суми флавоноїдів в зразках ферментованих напоїв

Аналіз органолептичних показників готових напоїв з екстрактом глоду проводився за зовнішнім виглядом, смаком та запахом, кольором та насиченістю діоксидом вуглецю (табл. 3.6).

Прозорість, колір, зовнішній вигляд зразків ферментованих напоїв визначали візуально в циліндрі місткістю 200 см³ при денному освітленні.

Смак та аромат напоїв визначали невеликими ковтками, вдихаючи їх аромат.

Виходячи з отриманих даних слід відмітити, що всі зразки напоїв мають високі органолептичні показники, проте контрольний зразок має найнижчу оцінку. Найвищу бальну оцінку органолептичних показників отримав зразок № 5 з вмістом екстракту глоду 40 %. В даному зразку відмічено приємний, солодкуватий смак з більш вираженим присмаком глоду в порівнянні з іншими зразками.

Потрібно відзначити, що отримані ферментовані напої з екстрактом плодів глоду відповідають нормативним вимогам. Це рідини від коричневого до світло-коричневого кольору, прозорі, без сторонніх включень. Смак та аромат напоїв зумовлений використанням ячмінно-солодового сусла та екстракту плодів глоду. Прийнятним є дріжджовий смак й аромат.

Органолептичні показники ферментованих напоїв з екстрактом глоду

№ зразка	Бальна оцінка	Органолептичні показники напоїв			
		Зовнішній вигляд та колір	Запах	Смак	Насиченість діоксидом вуглецю
1	2	3	4	5	6
1	21	Прозора рідина темно-коричневого кольору без осаду та сторонніх включень	Яскраво виражений солодовий аромат	Солодкуватий, солодовий, без додаткового присмаку	Активне та тривале виділення CO ₂
2	23	Прозора рідина коричневого кольору без осаду та сторонніх включень	Яскраво виражений солодовий аромат	Солодкуватий, солодовий	Активне та тривале виділення CO ₂
3	23	Прозора рідина коричневого кольору без осаду та сторонніх включень	Яскраво виражений солодовий аромат	Солодкуватий, з ледь вираженим присмаком плодів глоду	Активне та тривале виділення CO ₂
4	24	Прозора рідина коричневого кольору без осаду та сторонніх включень	Яскраво виражений солодовий аромат	Приємний, солодкуватий, з вираженим присмаком плодів глоду	Активне та тривале виділення CO ₂
5	25	Прозора рідина світло-коричневого кольору без осаду та сторонніх включень	Яскраво виражений солодовий аромат	Приємний, солодкуватий, з більш вираженим присмаком плодів глоду	Активне та тривале виділення CO ₂

Отже, одержані напої з екстрактом глоду багаті на цукри, містять флавоноїди, аскорбінову кислоту та інші органічні кислоти. Найкращим варіантом напою є зразок № 5, що містить 40 % екстракту плодів глоду (рис. 3.16).

Проведені дослідження дозволяють на основі отриманих результатів запропонувати удосконалену технологічну схему виробництва ферментованих напоїв з екстрактом плодів глоду (додаток 1). Удосконалення технології відбувається за рахунок активізації ферментів ячмінного солоду, в результаті дії

яких ферментовані напої збагачуються цукрами. В наслідок цього скорочується тривалість ферментації.

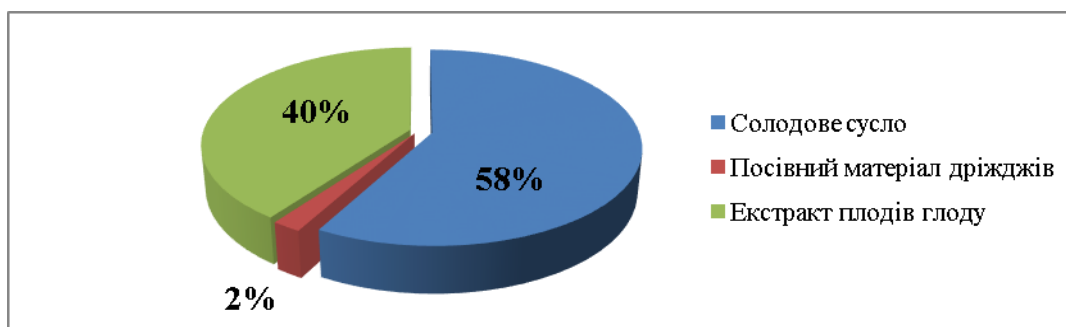


Рис. 3.16. Раціональне співвідношення компонентів ферментованого напою з використанням екстракту глоду

Додавання до сусла екстракту глоду не тільки підвищує харчову цінність ферментованого напою, але й забезпечує оптимальні умови культивування дріжджів. При внесенні екстракту глоду в ферментовані напої, відбувається їх збагачення біологічно активними речовинами.

3.5. Висновки до розділу

Під час приготування сусла для ферментованих напоїв доцільно використовувати крайнє високочастотне опромінення, час експозиції – 5 хвилин.

На процес екстракції біологічно активних речовин з рослинної сировини впливають різні фактори, найважливішими з яких є метод екстрагування, температура, ступінь подрібнення, в'язкість екстрагенту, час екстракції. Найвищий вихід аскорбінової кислоти та флавоноїдів в сушених плодах глоду спостерігається за температури 30 °C протягом 40 хвилин.

Ферментований напій з використанням сушених плодів глоду, розроблений за новою технологією, має високі органолептичні показники та збагачений біологічно активними речовинами, в тому числі аскорбіновою кислотою та флавоноїдами.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори при створенні ферментованих напоїв з використанням глоду

Згідно з класифікацією, представленою в ГОСТ 12.0.003-74 [90], можна виділити наступні небезпечні та шкідливі фактори лабораторії біохімії Національного авіаційного університету, які можуть вплинути на стан здоров'я людини під час розроблення рецептур та визначення фізико-хімічних показників ферментованих напоїв:

1. Фізичні фактори:

- підвищена температура повітря робочої зони;
- знижена рухливість повітря;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого

може відбутися через тіло людини;

- підвищений рівень електромагнітного випромінювання.

2. Хімічні фактори:

- токсичні;
- подразнюючі.

3. Психофізіологічні чинники: нервово-психічні перевантаження.

Підвищену температуру робочої зони викликає робота такого обладнання: електрична плитка, термостат, сухожарова шафа, дистилятор. Вплив даного фактора на організм людини призводить до зневоднення та порушення обміну речовин. При неправильній експлуатації обладнання можна отримати опіки, тому необхідно дотримуватися вимог безпеки.

Швидкість руху повітря також є фактором, який може впливати на самопочуття людини. Знижена швидкість спричиняє застій повітря в різних частинах приміщення. В результаті цього можуть скупчуватися шкідливі виділення,

наприклад пил, газ, волога, пара. Оптимальна швидкість руху повітря в робочій зоні відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 – 0,1 м/с [91].

Підвищення напруги в електричному ланцюзі залежить від потужності електроустаткування, що використовується. Збільшення напруги, прикладеної до тіла людини, зменшує її опір. В результаті цього збільшується струм в мережі замикання через тіло працівника, що в свою чергу призводить до збільшення тяжкості ураження електричним струмом. При нормальному режимі роботи електроустаткування гранично допустима напруга не повинна перевищувати 2 – 3 В для змінного та 8 В для постійного струму відповідно ГОСТ 12.1.038–82 [92]. Основними джерелами небезпеки є фотометр КФК-3-01, генератор «Ораторія - IV», генератор імпульсів Г5-54, електрична плитка, термостат, сухожарова шафа.

Джерелами підвищеного рівня електромагнітного випромінювання радіочастотного діапазону є крайнє високочастотний генератор «Ораторія-IV» та низькочастотний генератор імпульсів Г5-54. Підвищений рівень електромагнітного випромінювання на робочому місці може негативно впливати на стан здоров'я людини. Гранично допустимі рівні параметрів електромагнітного поля встановлені ДСНІП 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів» [93].

Токсичний та подразнюючий вплив на людину мають хімічні речовини (кислоти, луги, етиловий спирт), що використовуються при дослідженнях. При недотриманні правил безпеки та невиконанні прийнятих методик можна отримати хімічні травми у вигляді хімічних опіків, гострого отруєння концентрованими кислотами, лужними розчинами тощо.

Причиною нервово-психічного перевантаження може бути нераціональна організація робочого місця, монотонність праці, зоровий дискомфорт.

4.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення рівня впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів при створенні ферментованих напоїв з використанням глоду

З метою нормалізації мікроклімату та зменшення температури повітря робочої зони застосовують такі заходи захисту:

- усунення джерела тепла;
- захист від теплового випромінювання;
- полегшення тепловіддачі від тіла людини в навколишнє середовище;
- індивідуальний захист від тепловипромінювання [94].

Захистити робочу зону від надмірного тепла, що виділяється від гарячих поверхонь обладнання можна за допомогою теплоізоляції. Теплоізоляція проводиться за допомогою тепловбираючих, тепловідбивних, тепловідвідних або ж комбінованих теплозахисних засобів [95]. З метою уникнення опіків людини, температура нагрітих поверхонь обладнання не повинна перевищувати 45 °С.

Захист від впливу тепловипромінювання також може здійснюватися екрануванням. Екранування – це встановлення термічного опору на шляху теплового потоку. За принципом дії екрани можуть або поглинати, або відбивати променеве тепло [94].

Полегшення тепловіддачі від тіла людини відбувається з рахунок збільшення швидкості руху повітря на робочому місці. Для цього використовують природну або механічну загальнообмінну вентиляцію. Лабораторію біохімії Національного авіаційного університету забезпечено загальною витяжною вентиляцією та витяжними шафами.

При виконанні робіт в зонах з підвищеною температурою необхідно використовувати засоби індивідуального захисту. Наприклад, затирання ячмінного солоду, з метою запобігання опікам, рекомендовано проводити за використання спеціальних рукавичок.

Для нормалізації рухливості та уникнення застою повітря, лабораторні приміщення повинні бути оснащені загальнообмінною припливно-витяжною вентиляцією. У лабораторії біохімії Національного авіаційного університету свіже повітря надходить через спеціальні отвори на висоті 2,5 м. Робота з хімічними речовинами проводиться у витяжних шафах.

З метою забезпечення електробезпеки в лабораторії доцільно використовувати такі технічні заходи безпеки:

- вимкнення обладнання від джерела живлення;
- вжиття заходів, які унеможливають помилкове або самочинне увімкнення обладнання;
- встановлення заборонних знаків безпеки на приводах керування апаратурою;
- перевірка відсутності напруги на струмовідних частинах обладнання;
- заземлення відключених струмовідних частин;
- огороження робочого місця або струмовідних частин, що знаходяться під напругою [95].

Заходи та засоби захисту від електромагнітного випромінювання повинні впроваджуватися з урахуванням характеру робіт, робочого діапазону частот та ефективності захисту. Виділяють такі заходи захисту від впливу електромагнітного випромінювання:

1. Організаційні:
 - вибір раціональних режимів роботи обладнання;
 - розміщення робочого місця на допустимій відстані від джерела електромагнітного випромінювання;
 - обмеження часу перебування людини в зоні опромінювання.
2. Інженерно-технічні заходи:
 - раціональне розміщення обладнання,
 - використання засобів, що обмежують надходження електромагнітної енергії до робочих місць (поглинальні матеріали, екранування).

3. Засоби індивідуального захисту:

- захисні окуляри, щитки, шоломи;
- захисний одяг (комбінезони, халати з металовмісної тканини) [93].

При роботі в лабораторії слід дотримуватися правил роботи з хімічними речовинами та використовувати засоби індивідуального захисту. Відповідно до НПАОП 73.1-1.11-12 будь-яку роботу з хімічними речовинами необхідно проводити лише у витяжних шафах. Витяжні шафи мають бути оснащені відсмоктувачами [96].

Заборонено набирати реактиви в піпетки за допомогою рота, для цього необхідно використовувати гумову грушу або ж інші пристрої. Визначення запаху хімічних речовин слід проводити з обережністю, направляючи до себе пари або газу рухом руки [97].

При виконанні робіт в лабораторії необхідно одягнути халат із бавовняної тканини. З метою захисту рук від дії кислот, лугів, солей, розчинників використовують гумові рукавички. Рукавички не повинні мати пошкоджень. Для захисту очей застосовують окуляри різних типів, маски, щитки. Ще одним засобом індивідуального захисту є респіратори. Їх слід використовувати у разі виділення отруйних газів та пилу, щоб захистити органи дихання [97].

Основними заходами щодо зниження нервово-психічних перевантажень під час роботи в лабораторії є наступні:

- вдосконалення організації робочого місця;
- зниження монотонності праці за рахунок підвищення змістовності праці;
- чергування робіт, що вимагають участі зору.

4.2.1. Розрахунок повітрообміну для забезпечення необхідних умов повітряного середовища в лабораторії біохімії Національного авіаційного університету

Визначення повітрообміну проводиться з урахуванням наявності шкідливих речовин в повітрі. У випадку, коли немає результатів визначення кількості

шкідливих речовин, повітрообмін (м³/год) визначають за нормативною кратністю згідно формули [98]:

$$G = k \cdot V_{\text{п}}, \quad (4.1)$$

де k – нормативна кратність повітрообміну, 1/год;

$V_{\text{п}}$ – об'єм приміщення, м³.

Для лабораторій даного типу мінімальна кратність повітрообміну становить 3 м³/год на 1 м² приміщення.

Об'єм лабораторного приміщення становить:

$$V_{\text{п}} = a \cdot b \cdot c = 5 \cdot 7 \cdot 3 = 105 \text{ м}^3, \quad (4.2)$$

де a – довжина приміщення, м;

b – ширина приміщення, м;

c – висота приміщення, м.

Необхідний повітрообмін лабораторії біохімії Національного авіаційного університету складає:

$$G = 3 \cdot 105 = 315 \text{ м}^3/\text{год}$$

Повітрообмін, розрахований за його нормативною кратністю, повинен забезпечуватися системами вентиляції.

4.3. Забезпечення пожежної та вибухової безпеки при створенні ферментованих напоїв з використанням глоду

Пожежна та вибухова безпека повинна забезпечуватися проведенням організаційних, технічних та інших заходів, які спрямовані на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення

негативних екологічних наслідків при їх виникненні, а також створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж [99].

Причиною виникнення пожежі в лабораторному приміщенні може бути:

- необережне поводження з вогнем;
- незадовільний стан електротехнічних пристроїв та порушення правил їхнього монтажу й експлуатації;
- перевантаження електромережі;
- неправильне зберігання легкозаймистих та горючих рідин;
- невиконання вимог нормативно-правових актів з питань пожежної безпеки [100].

До вибуху в лабораторії можуть призвести місткості легкозаймистими та горючими рідинами, обладнання в неробочому стані. Попередити виникнення вибуху можна шляхом виключення можливості утворення вибухонебезпечного середовища і виникнення джерела ініціювання вибуху [101].

Основними заходами щодо запобігання утворенню горючого середовища являється:

- обмеження кількості вибухо- та пожежонебезпечних речовин при використанні та зберіганні, правильне їх розміщення;
- заміна в технологічних процесах горючих речовин і матеріалів негорючими;
- ізоляція вибухо- та пожежонебезпечного середовища;
- організація контролю за складом повітря в приміщенні;
- відведення горючих речовин в спеціальні пристрої та безпечні місця;
- застосування в установках з горючими речовинами пристроїв захисту від пошкоджень та аварій;
- застосування робочої та аварійної вентиляції [95].

Основні заходи щодо запобігання виникненню в горючому середовищі джерела запалювання:

- використання обладнання, при роботі якого не виникає джерел запалювання;
- використання електрообладнання, що відповідає класу пожежо- та вибухонебезпеки приміщень та зон;
- використання обладнання, що задовольняє вимоги електростатичної безпеки;
- улаштування блискавкозахисту;
- заземлення обладнання;
- використання засобів захисного вимкнення обладнання та систем;
- дотримання вимог щодо сумісного зберігання речовин і матеріалів;
- усунення умов для самозаймання речовин і матеріалів;
- підтримання температури нагрівання поверхні обладнання, речовин і матеріалів, які можуть контактувати з горючим середовищем, не вище гранично допустимої (80 % температури самозаймання) [95].

Лабораторія біохімії Національного авіаційного університету за пожежною небезпекою належить до категорії Б. На випадок пожежі чи вибуху приміщення лабораторії укомплектовано вогнегасниками, завжди вільні евакуаційні шляхи та виходи, наявний план евакуації.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Методи та засоби, що застосовуються для очищення стічних вод, що утворюються на біотехнологічних виробництвах

Стічні води біотехнологічних виробництв різні за своїм складом. Це зумовлено залишками компонентів поживних середовищ в культуральній рідині, біосинтезом додаткових речовин, крім цільових продуктів, використанням розчинників для екстракції кінцевих продуктів тощо. Наприклад, рідкі відходи дріжджового виробництва, при культивуванні дріжджів на м'ясному суслі, містять такі органічні й мінеральні речовини (мг/л у середньому): етанол – 0,45; зброджувані вуглеводи – 1,0; загальний азот – 0,8; азот неорганічний – 0,13; зольні елементи – 5,4. Біохімічне споживання кисню даних відходів складає приблизно 20 000 частин O₂ на 1 млн. Відходи від 1 000 т м'яси, відповідають побутовим стокам міста з населенням близько 0,5 млн жителів [102].

Стічні води біотехнологічних виробництв є нерівноцінними. Наприклад, воду з теплообмінників можна вважати умовно чистою, тому що вона майже не відрізняється від природної води, яка використовується при виробництві. Таку воду можна використовувати повторно в технологічних процесах або ж скидати у водоймища. Інші стічні води є забрудненими різними речовинами органічного та неорганічного походження, і потребують очищення [102].

Якість та кількість відходів біотехнологічних виробництв залежить від ряду причин, серед яких можна виділити: характер виробництва за продукцією, що випускається (наприклад, виробництво антибіотиків, вітамінів, ферментів тощо); особливості технології – аеробне або анаеробне культивування біооб'єкта, в герметизованих чи негерметизованих біореакторах, в періодичному, напівперіодичному чи безперервному режимі; об'єм виробництва.

В основному всі рідкі стоки біотехнологічних виробництв розділені на потоки основного та допоміжного виробництва. До стічних вод основного виробництва відносять культуральну рідину, утворену при відділенні біомаси мікроорганізмів від рідкої фази, потоки зрошувальної води системи газоочищення, промивні води з технологічної стадії сепарації, вода від промивання обладнання, вода з охолоджувальних систем [102].

Рідкі стоки допоміжного виробництва після очищення можуть використовуватися для підживлення оборотних охолоджувальних систем водопостачання у виробництві, або ж для компенсації втрат води при випаровуванні та краплинному винесенні на градирнях [102].

Для очищення промислових стоків використовують такі методи: механічні, хімічні, фізичні та біологічні [103].

Механічні методи очищення застосовують у випадку, коли воду потрібно очистити від твердих забруднень. Механічне очищення здійснюється за допомогою проціджування, відстоювання, фільтрування, центрифугування, віджимання. Даний метод не забезпечує потрібну ефективність очистки стічних вод.

Хімічні методи очищення базуються на введенні в стічні води відповідних хімічних реагентів певної концентрації за оптимальних умов навколишнього середовища. Зазвичай їх застосовують перед біологічним очищенням або після, як метод доочищення стічних вод [104]. Серед хімічних методів, найбільш поширеними є нейтралізація, окислення, відновлення, озонування. Їх застосовують для видалення суспензій, колоїдів, солей важких металів. Встановлено, що хімічні методи малоефективні, якщо їх використовувати для інактивації мікроорганізмів. Недоліком даних методів є підвищена вартість через втрату реагентів та неможливість підтримання їх необхідної концентрації.

Очищення стічних вод фізичними методами може відбуватися в результаті використання іонізуючої радіації, ультрафіолетового опромінення, впливу надзвичайно високочастотних, високочастотних та низькочастотних хвиль, ультразвуку, термічної парової, магнітної обробки, зворотнього осмосу та ультрафільтрації. Дані методи, крім очищення мають ще й знезаражуючий ефект.

Необхідно відмітити ефективність застосування ультрафіолетового випромінювання. Найбільш дієвими є ультрафіолетові промені, що мають довжину хвилі 260 нм. Згідно даних багатьох дослідників дезінтеграції під впливом ультразвукових хвиль піддаються грамнегативні, грампозитивні, аеробні та анаеробні бактерії, а також дріжджі [104].

В результаті дії ультрафіолетового опромінення виникає димеризація пиримединів, яка викликає розриви водневих зв'язків, та відбувається зміна конфігурації молекули ДНК, спричинена локальною денатурацією. Вибірковість впливу ультрафіолетового випромінювання на бактерії та гриби обумовлена їх функціональним станом й морфологічними особливостями [104].

При очищенні стічних вод біотехнологічних підприємств використовують і біологічні методи, які засновані на здатності мікроорганізмів використовувати розчинні органічні та неорганічні речовини стоків. Виділяють аеробні та анаеробні методи біологічного очищення. При аеробних методах використовуються аеробні мікроорганізми, які культивуються в активному мулі або біоплівці. Анаеробні методи відбуваються без кисню, і їх застосовують для знешкодження осадів [105].

На біотехнологічних підприємствах найбільш технічно складним є очищення рідинних потоків від біогенних елементів культуральної рідини. З метою підвищення ефективності очищення таких стічних вод необхідно вдосконалювати технологічні процеси. Наприклад, повторне використання відпрацьованої культуральної рідини призводить до зменшення використання елементів мінерального живлення, зниження витрат водоспоживання. Проте об'єм культуральної рідини, яка повертається, є обмеженим через накопичення продуктів метаболізму в середовищі культивування [102].

Вирішенням даної проблеми є розробка процесу отримання біомаси мікроорганізмів при замкненому циклі використання води. При реалізації даної технології необхідно регулювати склад поживного середовища [102].

В процесі замкненого циклу використання води другою стадією ферментації повинна бути стадія біологічного очищення рідких стоків. З цією метою потрібно розробити технологічну схему, яка буде включати режими подачі біогенних

елементів, очищення стічних вод та повернення чистих рідинних потоків на стадію ферментації [102].

Щоб забезпечити екологічно чисте отримання біомаси мікроорганізмів потрібно:

- при приготуванні поживних середовищ використовувати солі, які не утворюють шлами, з метою запобігання твердих відходів;
- запровадити у виробничий процес повторне використання відпрацьованої культуральної рідини або ж біологічно очищеної води;
- використовувати сушильні й грануляційні установки з замкнутим контуром циркуляції теплоносія, щоб унеможливити потрапляння пилу в атмосферне повітря;
- випускати гранульований продукт для виключення запилення при вантажно-розвантажувальних роботах [102].

В залежності від якості стічних вод можливе отримання зворотної води, яка може використовуватися повторно на тому ж біотехнологічному підприємстві. На рисунку 5.1 представлена схема біологічного очищення стічних вод.

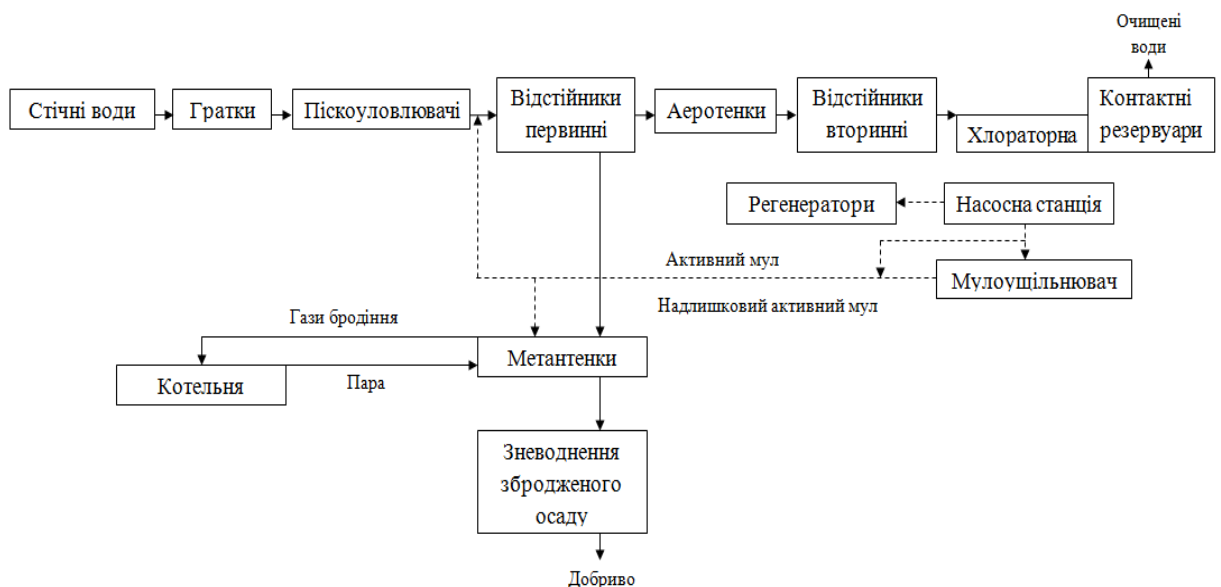


Рис. 5.1. Схема біологічного очищення стічних вод [102]

Розчинні органічні речовини, що містяться в стічних водах, видаляють за допомогою активного мулу в аеротенках або при аеробній обробці, на біологічних краплинних фільтрах, нітрати знешкоджують за допомогою мікробів-денітрифікаторів (*Bacillus licheniformis*, *Paracoccus denitrificans*, *Thiobacillus denitrificans*), солі фосфорної кислоти коагулюють та осаджують. Утворені тверді щільні осади концентрують, зневоднюють за допомогою фільтрування, відстоювання на піщаному шарі, центрифугування, а потім спалюють або можуть використовувати в якості добрива [102].

Отже, обробка стічних вод до рівня чистої води включає:

- грубе очищення – відділення масляних плівок та великих часток, що легко осідають (частинки розміром 100 мкм та більше);
- помірно тонке очищення – відділення розчинних органічних речовин та суспендованих частинок (частинки розміром від 1 до 100 мкм);
- тонке очищення – відділення домішок розміром від 0,1 до 1 мкм [102].

Тонке очищення здійснюється за допомогою фільтрації через піщані шари, хлорування, фільтрації через активоване вугілля, упарювання (рідинної екстракції, виморожування, зворотного осмосу), іонного обміну. У випадку, коли утворюються осади на цій стадії, їх з'єднують з іншими осадами і обробляють [102].

На біотехнологічних підприємствах потрібно передбачити роздільні системи технологічних та комунальних потоків стічної води [102].

Таким чином видно, що стічні води біотехнологічних виробництв вносять значний вклад в забруднення водойм. Але при правильному, обґрунтованому підході цілком можливо запобігти шкідливому впливу даних підприємств на оточуюче середовище.

ВИСНОВКИ

В результаті даної роботи із поставлених завдань можна зробити такі висновки:

1. Плоди глоду багаті на органічні кислоти, цукри, сорбіт, пектинові речовини, кислоту аскорбінову, β -каротин, вітамін К, фенольні сполуки, катехіни, флавоноли, фенолокислоти, кумарини, стерини, кислоти тритерпенові.

2. Оптимізовано процес затирання солодового суслу шляхом використання низькочастотного (НЧ) та крайнє високочастотного (КВЧ) опромінення. Визначено, що при дії електромагнітних хвиль активність амілолітичних ферментів зростає. Раціональним є використання крайнє високочастотного опромінення, при якому максимальна амілолітична активність ячмінного солоду спостерігається при опроміненні 5 хвилин і збільшується у 2 рази в порівнянні з неопроміненим зразком.

3. Визначено оптимальні умови екстрагування плодів глоду. Найбільший вихід аскорбінової кислоти спостерігається за температури екстракції 40 °С і становить 0,0535 %. Максимальний вміст суми флавоноїдів спостерігається за температури 30 °С при тривалості екстракції 40 хвилин і становить 0,0043 %.

4. Визначено, що ферментований напій з використанням глоду повинен мати такі параметри:

- вміст екстракту плодів глоду – 40 %;
- кількість сухих речовин – 5,2 %;
- активна кислотність напою – рН = 4,3;
- вміст аскорбінової кислоти – 0,02 %;
- вміст суми флавоноїдів в перерахунку на гіперозид – 0,0038 %.

5. Розроблено удосконалену технологічну схему виробництва ферментованого напою з використанням екстракту плодів глоду.

СПИСОК БІБЛЮГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ

ДЖЕРЕЛ

1. Пехтерева, Н.Т. Функциональные напитки на основе растительного сырья /Н.Т. Пехтерева, Л.А. Догаева, В.Е. Понамарева // Пиво и напитки, 2003,-№2.-С. 66-67
2. Технологія оздоровчих напоїв та фітоконцентратів: лабораторний практикум для студ. освітнього ступеня «магістр» спец. 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології харчових продуктів оздоровчого та профілактичного призначення» ден. та заоч. форм навчання / уклад. Н. О. Стеценко, Г. О. Сімахіна, І.Л. Ясінська, О.М. Соколова. – К.: НУХТ, 2017. – 126 с.
3. Глоду плоди [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/glodu-plody>
4. Федоренко Б. Н. Инженерия пивоваренного солода: учеб.- справ. пособие/ Б. Н. Федоренко. – СПб.: Профессия, 2004. – 248 с.
5. Мальцев П.М. Технология бродильных производств. – 2 изд., перераб. и доп. – М.: Пищевая промышленность, 1980. — 560 с.
6. Перспективи впливу електромагнітного випромінювання на технологічні середовища [Електронний ресурс] / З. М.Романова, В. С. Зубченко, М. В. Карпутіна, М. С. Романов – Режим доступу до ресурсу: <http://foodind.donnuet.education/download/ua/2012/28/Romanova.pdf>
7. Косоголова Л. О. Розробка ферментованого напою функціонального призначення на основі рослинної сировини [Електронний ресурс] / Л. О. Косоголова, К. Г. Гаркава, К. М. Яблонська // Збірник тез доповідей V міжнародної науково-технічної конференції "Стан і перспективи харчової науки та промисловості". – 2019. – Режим доступу до ресурсу: http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29215/2/ProcSPHNP_2019_Kosogolova_L-Development_of_energy_beverage_140.pdf
8. Прибильський В. Л. Використання нетрадиційної рослинної сировини в технологіях ферментованих напоїв [Електронний ресурс] / В. Л. Прибильський, І. В.

Мельник, С. В. Омельчук // Харчова наука та технологія. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://journals.uran.ua/foodtech/article/view/29603>.

9. Коротких Е.А., Востриков С.В., Федоров В.А., Новикова И.В., Корнеева О.С. Сбраживание квасного суслу на основе порошкообразного полиолодового экстракта. Пиво и напитки. – 2011. – № 6. – С. 34–35.

10. Демченко С.В., Барашкина Е.В., Малеева О.Л., Стрельникова Е.В., Ботогов А.В. Новые технологии производства функциональных напитков на основе молочной сыворотки. Изв. Вузов пищ. технол. – 2008. – № 2–3. – С. 20–23.

11. Вітряк О. П. Удосконалення технології безалкогольних напоїв бродіння з використанням нетрадиційних культур мікроорганізмів : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.07 "Технологія продуктів бродіння" / Вітряк Оксана Павлівна ; НУХТ. - К., 2002. - 21с.

12. Красуля О. О. Технологія ферментованих напоїв з харчовими волокнами : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.18.05 / О. О. Красуля; Нац. ун-т харч. технологій. - К., 2013. - 20 с.

13. Прибильський В. Л. Удосконалення технології ферментованих медових напоїв / В. Л. Прибильський, С. І. Олійник, Н. В. Чуприна // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. - Вип. 46, Т. 2. – С. 36–39.

14. Домарецкий В.А. Технология экстрактов, концентратов и напитков из растительного сырья: учеб. пособие / В.А. Домарецкий. – Москва: Форум, 2011.- 448 с.

15. Пузік Л.М. Технологія зберігання і переробки зерна : навч. посіб. / Л.М. Пузік, В.К. Пузік; Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. – Х. : ХНАУ, 2013. – 312 с.

16. Меледина Т.В., Прохорчик И.П., Кузнецова Л.И. Биохимические процессы при производстве солода: Учеб. пособие. – СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2013. – 89 с.

17. Баланов П.Е., Смотраева И.В. Технология солода: Учеб.-метод. пособие. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 82 с.

18. Домарецкий В.А., Прибильський В.Л., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини. / За редакцією В.А. Домарецького. Підручник. – Винниця: Нова Книга, 2005. – 408с.

19. Кунце В. Технология солода и пива.–П.: Пищ. пром-ь, 1999.–838с.

20. Технологія бродильних производств: учебное пособие / О.А. Котик, Н.В. Королькова, А.А. Колобаева, Е.В. Панина. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. – 139 с.
21. Мальцев П.М. Технологія бродильних производств. — 2 изд., перераб. и доп. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 560 с.
22. Мальцев П.М., Зафирная М.В. Технологія безалкогольных и слабоалкогольных напитков.—М.: Пищевая промышленность, 1970. — 355 с.
23. Фараджева, Е.Д. Общая технологія бродильных производств / Е.Д. Фараджева, В.А. Федоров. — М.: Колос, 2002. — 408 с.
24. Бибик, И. В. Напитки функционального назначения на основе растительного сырья / И. В. Бибик // Пиво и напитки. – 2013. – № 1. – С. 12–14.
25. Сучасна фітотерапія : навч. посіб. / С. В. Гарна І. М. Владимірова, Н. Б. Бурд та ін. – Харків : Друкарня Мадрид, 2016. – 580 с.
26. Лич І.В., Антонюк М.М. Промислова технологія лікарських засобів: лабораторний практикум для студентів напряму 6.051401 «Біотехнологія» денної форми навчання. — К.: НУХТ, 2011. — 111 с.
27. Жеплінська, М. М. Вилучення біологічно активних речовин з лікарських трав шляхом екстрагування та настоювання [Текст] / М. М. Жеплінська, Л. В. Зоткіна, Г. М. Біла // Харчова промисловість. — 2011. — № 12. — С. 35–41.
28. Гойко, І. Ю. Розроблення безалкогольного напою оздоровчого призначення [Текст] / І. Ю. Гойко, Н. О. Стеценко, Н. В. Шнайдер // Харчова наука і технологія. — 2012. — № 3(20). — С. 75–79.
29. Прибильський, В. Л. Використання нетрадиційної рослинної сировини в технологіях ферментованих напоїв [Текст] / В. Л. Прибильський, І. В. Мельник, С. В. Омельчук // Харчова наука і технологія. – 2014. – №3. – С.47-51.
30. Ясінська, І. Л. Безалкогольні сокові напої антиоксидантної дії з фітоекстрактами [Текст] / І. Л. Ясінська, В. Д. Іванова // Наукові праці ОНАХТ. – 2013. – Т. 2, Вип. 44. – С. 55–58

31. Романова З. М., Романов М. М. Перспективи використання рослинної сировини у пивоварінні. Проблеми екологічної біотехнології. 2012. № 2. URL: <http://ecobio.nau.edu.ua/index.php/ecobiotech/article/view/3032/2967>
32. Іванова, В. Д. Дослідження антиоксидантних властивостей екстрактів з нетрадиційної рослинної сировини [Текст] / В. Д. Іванова, Н. С. Каряка // Наукові праці НУХТ. – 2011. – № 37. – С. 89–95.
33. Ковальов В.М., Павлій О.І., Ісакова Т.І. Фармакогнозія з основами біохімії рослин. – Х.: Прапор, 2000. – 704 с.
34. Мамчур Ф.І. Лікарські рослини на присадибній ділянці / Мамчур Ф.І., Гладун Я.Д. – К.: Урожай, 1989. – 136 с.
35. Мазнев Н. И. Энциклопедия лекарственных растений. 3-е изд., испр. и доп. - М.: Мартин, 2004. – 496 с.
36. Глоду листя і квітки [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/glodu-lystja-i-kvitky>
37. Вітаміноносні лікарські рослини [Текст]: Довідник / Ф. А. Жогло, В. П. Попович, П. В. Олійник, Р. М. Шурин. – Л. : Світ, 1992. – 152с.
38. Носаль І.М. Від рослини до людини: Розповіді про лікувальні та лікарські рослини. К.: Веселка, 1995. – 606 с.
39. Меженська Л. О. Рід Глід (*Crataegus L.*) в Україні: інтродукція, селекція, еколого-біологічні особливості / Л.О. Меженська, В. М. Меженський. – К.: Компринт, 2013. – 234 с.
40. Глід колючий vs аритмії / І. Білошицька, Л. Вишневська // Фармацевт Практик. - 2015. - № 3. - С. 36-37. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/farmpr_2015_3_22
41. Лікарські рослини: Енциклопедичний довідник / Відпов. ред. А.М. Гродзінський. — К.: Голов. Ред. УРС, 1991. – 544 с.
42. Товстуха Є. С. Фітотерапія / Є. С. Товстуха. – 3-є вид., перероб. і доп. – К.: Оріяни, 2000. – 432 с.
43. Гоженко Л. П. Інтенсифікація тепломасообмінних та гідродинамічних процесів при екстрагуванні рослинної сировини із застосуванням методу дискретно-

імпульсного введення енергії [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.14.06 /
Гоженко Любов Петрівна ; НАН України, Ін-т техн. теплофізики. - Київ, 2016. - 25 с.

44. Семагина Н.В. Изучение экстракции биологически активных веществ из лекарственного сырья под действием ультразвука / Н.В. Семагина, М.Г. Сульман, Э.М. Сульман, Т.В. Анкудинова // Химикофармацевтический журнал. Том 34. – 2000. – №2. – С.26–29.

45. Настойки, экстракты, эликсиры и их стандартизация / Под ред. проф. В.Л. Багировой, проф. В.А. Северцева. — СПб.: СпецЛит, 2001. — 223 с.

46. Хохленкова Н. В. Аналіз сучасних методів екстракції лікарської рослинної сировини [Електронний ресурс] / Н. В. Хохленкова, М. В. Буряк // Інноваційна наука, образование, производство и транспорт: экономика, менеджмент, география и геология, сельское хозяйство, архитектура и строительство, медицина и фармацевтика. – 2018. – Режим доступа до ресурсу: <https://sworld.com.ua/simpoz11/9.pdf>

47. Технологія ліків промислового виробництва: Підруч. для студ. вищ. фармацев. навч. закл. і фармацев. ф-тів вищ. мед. навч. закл. III-IV рівнів акредитації / В.І. Чуєшов, Л.М. Хохлова, О.О. Ляпунова та ін.; Під ред. Проф. В.І. Чуєшова. – Х.: НФаУ Золоті сторінки, 2003. – 720 с.

48. Конспект лекцій до розділу «Екстракція» з курсу “Процеси та апарати хімічних виробництв” для студентів III-IV курсів усіх спеціальностей / Укл.: С.О. Опарін, О.С. Смирнова. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2011. – 32 с.

49. Технология и стандартизация лекарств. Сб. науч. трудов ГНЦЛС. – Т.2. – Харьков: ИГ Рирег. – 2000. – 784 с.

50. Курс лекцій до виконання самостійної роботи студентів з кредитного модуля «Екологічний моніторинг» розділ «Екологічний моніторинг вод» для студентів за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки та інформаційні технології» спеціалізації «Інформаційні технології моніторингу довкілля»/ Уклад.: О.Ф. Шульженко, Г.С. Гумен, Т.О. Мазанко – К.: НТУУ КПІ імені Ігоря Сікорського, 2017. – 29 с.

51. Хільчевський В.К. Основи гідрохімії : підручник / В.К. Хільчевський, В.І. Осадчий, С.М. Курило. – К. : Ніка-Центр, 2012. – 312 с.

52. Конспект лекцій «Загальні технології харчових виробництв» для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» / Трач Л.О.– Гусятин: ГК ТНТУ, 2017. –291 с.
53. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-400-10) / 12.05.2010, №400. – Київ, 2010. – 66с.
54. Загальні технології харчових виробництв : підручник / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, М. М. Калакура, Л. Ф. Романенко. - К. : Университет "Україна", НУХТ, 2010. - 814 с.
55. Industrial water treatment procedure//Public work technical bulletin. №420-49-05. 1998. – 153 pp.
56. Куц А.М., Кошова В.М. Технологія бродильних виробництв: Конспект лекцій з дисц. «Загальні технології харчової промисловості» для студ. ден. та заоч. форм навчання напряму підготовки 6.051701 “Харчові технології та інженерія”. – К.: НУХТ, 2011. – 156 с.
57. Буртна І. А. Огляд мембранних технологій очистки води у водопостачанні та водопідготовці / І. А. Буртна, Д. В. Литвиненко // Вост.-Европ. журн. передових технологій. – 2012. – № 6/10. – С. 4-6.
58. Брык М.Т. Мембранная технология в пищевой промышленности [Текст] / М.Т. Брык, В.Н. Голубев, А.П. Чагаровский. – К.: «Урожай», 1991. – 224с.
59. Поляков А.М. Некоторые аспекты первапорационного разделения жидких смесей. Часть 1 [Текст] / А.М. Поляков // ВИНТИ РАН, Информационно-аналитический журнал Мембраны. – 2004. – №4(24). – 29-44 с.
60. Хорунжина, С.И. Биохимические и физико-химические основы технологии солода и пива [Текст]: учебник для вузов. - М.: Колос, 2009. - 312 с.
61. Маринченко Л. В. Стимуляція накопичення біомаси та бродильної активності культури дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* за допомогою надвисокочастотного електромагнітного випромінювання / Маринченко Л. В., Ніжельська О. І., Маринченко В. О. // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2011. – №3. – С. 68–73.

62. Фізика (Фізика для інженерів): Підручник / І.Ф.Скіцько, О.І.Скіцько: Київ: НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 513 с.
63. Сподобаев, Ю. М. Основы электромагнитной экологии : науч. изд. / Ю. М. Сподобаев, В. П. Кубанов ; рецензент д. м. н., профессор В. А. Андреев. – Москва : Радио и связь, 2000. – 240 с.
64. Калита В. М., Стучинська Н. В. Фізика. Для учнів загальноосвітніх навчальних закладів та абітурієнтів. - К.: Книга плюс, 2003. - 280 с.
65. Перельмутер В.М. Медико-биологические аспекты взаимодействия электромагнитных волн с организмом: учебное пособие / В.М. Перельмутер, В.А. Ча, Е.М. Чуприкова. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2009. - 128 с.
66. Бецкий О. В., Кислов В. В. Волны и клетки. — Сер. «Физика», 2/1990. М.: Знание, 1988. - 64с.
67. Биофизика ионизирующих и неионизирующих излучений : учеб. пособие / А. А. Кузнецов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2016. – 143 с.
68. Лукьянов А.А. Влияние СВЧ- и КВЧ-излучения на гетеротрофных и фототрофных партнеров смешанных культур микроорганизмов: Автореф. дис. докт. биол. наук. М., 2007.
69. Гапочка Л.Д., Гапочка М.Д., Королев А.Ф. Популяционные аспекты устойчивости одноклеточных организмов к действию электромагнитного излучения низкой интенсивности. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2002, 2, 3–9.
70. Управління біологічними середовищами / З. М.Романова, В. С. Зубченко, М. В. Карпутіна, М. С. Романов. // Наукові праці НУХТ. – 2013. – С. 48–54
71. Лошицький П.П. Взаємодія біологічних об'єктів з фізичними полями. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності : Фізична та біомедична електроніка / П.П. Лошицький – К.: Видавництво “Політехніка”, 2005. – 40 с.

72. Основы промышленной электроники: Учеб. для неэлектротехн. спец. вузов / В. Г. Герасимов, О. М. Князьков и др. Под ред. В. Г. Герасимова – 3-изд., перераб. и доп. – М., Высш. шк.1986. – 336 с.
73. Мальцев П.М. Технология солода и пива: Учебник для вузов пищ. промышленности. М.: Пищевая пром-сть, 1964. - 858 с.
74. Технологія оздоровчих харчових продуктів : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізації «Технології переробки рослинної і молочної сировини для підприємств харчового бізнесу»/ укл. Павлюк Р.Ю., Погарська В.В., Максимова Н.П., Какадій Ю.П., Котюк Т.В. –Х. : ХДУХТ, 2017. – 39 с.
75. Методи контролю харчових продуктів : навч. посіб. / Т. А. Королюк, С. І. Усатюк, Т. А. Костінова, І. М. Філіпченко; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. - Київ : НУХТ, 2017. - 146 с.
76. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Тараховский Ю. С., Ким Ю. А., Абдрасилов Б. С., Музафаров Е. Н.; [отв. ред. Е.И. Маевский] – Пушино: Synchronobook, 2013. – 310 с.
77. Куликов А. Ю. Оптимизация разделения флавоноидов с использованием метода мицеллярной жидкостной хроматографии [Электронный ресурс] / А. Ю. Куликов, М. Н. Галат, А. П. Бойченко // Фармаком. – 2009. – Режим доступа до ресурсу: http://sphu.org/wp-content/uploads/2017/08/Farmacom_1_2009.pdf.
78. Георгиевский В.П., Комиссаренко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. - Новосибирск: Наука, 1990. - 332 с.
79. Державна Фармакопея України: в 3 т. Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». 2-е вид. Харків, 2015. Доп. 2. –1128 с.
80. Фармакогностичні методи аналізу: навч. пос. для студ. напряму підг. 6.120201 «Фармація» спеціальності «Технологія фармацевтичних препаратів» / Тарасенко Г.В. та ін. – К.: КНУТД, 2012. – 260 с.

81. Продукція безалкогольної промисловості. Правила приймання та методи відбирання проб: ДСТУ 4856:2007 [Текст] / Введ. в дію 01.01.2009. – К.: Держстандарт України, 2007. – 13 с.
82. Продукція безалкогольної промисловості. Методи визначення сухих речовин: ДСТУ 4855:2007 [Текст] / Введ. в дію 01.01.2009. – К.: Держстандарт України, 2007. – 19 с.
83. Продукція безалкогольної промисловості. Метод визначання кислотності : ДСТУ 7102:2009 [Текст] / Введ. в дію 01.01.2011]. – К.: Держстандарт України, 2009. – 8 с.
84. Напої безалкогольні. Загальні технічні умови: ДСТУ 4069:2002. – [Чинний від 2002-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 69 с.
85. Контроль якості та безпеки продукції галузі: Метод. рекомендації до виконан. лаборат. робіт для студ. напряму 6.051701 "Харчові технології та інженерія" ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: Попова Н.В., Мисюра Т.Г., Зав'ялов В.Л., Бодров В.С., Запорожець Ю.В., Жеплінська М.М. — К.: НУХТ, 2012. — 129 с.
86. Жеплінська М. М. Порівняльний аналіз способів затирання для приготування пивного сусла / М. М. Жеплінська, Ю. Г. Сухенко, І. Р. Лазарів. // Наукові праці SWorld. – 2016. – С. 74–76
87. Ермолаева, Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. для нач. проф. образования /Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИПРО, Изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.
88. Колядич Е.С. Изучение свойств экстрактов из лекарственного и пряно-ароматического сырья [Текст] / Е.С. Колядич, А.Н. Лилишенцева, О.В. Шрамченко, Н.И. Лавриненко // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2008.– № 1.– С. 83-87
89. Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2005. – 464 с.
90. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - Введ.1976-01-01.
91. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. – Київ, 2000.

92. ГОСТ 12.1.038-82. ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов

93. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів [Електронний ресурс] : ДСНіП 3.3.6.096-2002. Чинний від 2003-03-13. – К. : МОЗ України, 2003.– URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0203-03>

94. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник. 5-е вид. / За ред. М.П. Гандзюка. - К.: Каравела, 2011. - 384 с.

95. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. – Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2016. – 214 с.

96. Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях : НПАОП 73.1-1.11-12 - наказ МНС України від 11.09.2012 №1192, Київ, 2012.

97. Особливості дотримання техніки безпеки при роботі в біохімічній та хімічній лабораторіях: навч. посібник для студентів та викладачів вузів / К. В. Александрова, В. М. Швець, М. В. Дячков, Д. А. Васильєв. - Запоріжжя: [ЗДМУ], 2017. – 76 с.

98. Визначення необхідного повітрообміну приміщень. Рекомендації до проектування. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vents.ua/ua/viznacenna-neobhidnogo-povitroobminu-primisen-rekomendacii-do-proektuvanna>

99. НАПБ А.01.001-2004 «Правила пожежної безпеки в Україні». Затверджені Наказом МНС України від 19.10.2004 р. № 126.

100. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

101. Запорожець О. І., Протосерейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 264 с.

102. Пляцук Л. Д. Екологічна біотехнологія: принципи створення біотехнологічних виробництв : навчальний посібник / Л. Д. Пляцук, Є. Ю. Черниш. – Суми : Сумський державний університет, 2018. – 293 с.

103. Струтинська А.В. Сучасні підходи очищення стічної води біотехнологічних виробництв. / А.В. Струтинська, А.О. Косоголова, К.Г. Гаркава,

В.Є. Нежанківська // Збірник матеріалів II-го всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. 2014 р. – 1-4 с.

104. Конспект лекцій з дисципліни «Технології очистки та утилізації промислових стоків та викидів» (Частина II) для студентів напряму підготовки 6.051301 - «Хімічна технологія», 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» та 6.051401 – “Промислова біотехнологія”, Укладач: Олійник М.А. – Кам'янське: ДДТУ, 2016. – 81 с.

105. Хижняк О.О. Проблема знезаражування природної води / О.О. Хижняк // Наукові вісті. – 2007. – № 5. – 129–135 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1

