

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства

«До захисту в ЕК»

Директорка ННІХТ

_____ Оксана КОЧУБЕЙ-ЛИТВИНЕНКО

(підпис)

« » лютого 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ

(підпис)

« » лютого 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
із спеціальності **181 «Харчові технології»**
(шифр та назва спеціальності)

на тему: **«Удосконалення технології пива з гречки з низьким вмістом
глютену»**

Виконав: здобувач 2 курсу,
групи ЗТБ-2-1М

Бельтюкова Єлизавета Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник

Роман МУКОЇД

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Рецензент

Оксана ПЕТРУША

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Я, як здобувачка Національного університету харчових технологій, розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Єлизавета БЕЛТЮКОВА

(підпис)

Київ НУХТ – 2022 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра біотехнології продуктів бродіння та виноробства

Освітній ступінь – магістр

Спеціальність – 181 «Харчові технології»

Освітня програма – «Технології продуктів бродіння і виноробства»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння і виноробства

_____Анатолій КУЦ

31 серпня 2021 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Бельтюковій Єлизаветі Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Удосконалення технології пива з гречки з низьким вмістом глютену»

Керівник роботи Мукоїд Роман Миколайович, к.т.н. доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 25 жовтня 2021 року № 837-КС

2. Строк подання роботи 01 лютого 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

1. Матеріали, зібрані під час переддипломної практики

2. Методичні рекомендації до виконання магістерських робіт

3. Дослідити гречку та гречаний солод як сировину для виробництва пива

4. Розробити рецептуру пива із використанням гречаної сировини.

5. Скласти математичні моделі процесів приготування пивного сусла та пива з використанням гречаної сировини з низьким вмістом глютену.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Титульний аркуш. Завдання на роботу. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Удосконалення технології пива з гречки з низьким вмістом глютену (аналітичний огляд). 2. Матеріали, методи та методика досліджень. 3. Удосконалення технології пива з гречки з низьким вмістом глютену (експериментальна частина). 4. Оптимізація технологічних процесів. 5. Розрахунок соціально-економічної ефективності. 6. Охорона праці. 7. Цивільний захист. Загальні висновки. Список використаної літератури. Додатки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Таблиці з результатами досліджень – 7

Графіки з результатами досліджень – 5

6. Консультанти розділів магістерської роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 31 серпня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Літературний пошук та підготовка аналітичного огляду за темою дослідження	13.10.21-29.10.21	виконано
2.	Складання планів експериментів, організація робочого місця, підбір і опанування методиками визначення показників якості та статистичної обробки отриманих результатів	30.10.21-4.11.21	виконано
	1-а атестація	5.11.2021	виконано
3.	Експериментальні дослідження виробництва пива з гречаної сировини з низьким вмістом глютену	05.11.21-17.12.21	виконано
4.	Підготовка розділу з охорони праці та погодження його з керівником	18.12.21-22.12.21	виконано
	2-а атестація	23.12.21	виконано
5.	Підготовка розділу з цивільного захисту та погодження його з керівником	23.12.21-30.12.21	виконано
6.	Розробка рецептури пива з використанням гречаної сировини	31.12.21-06.01.22	виконано
7.	Оптимізація технологічних процесів	07.01.22-13.01.22	виконано
8.	Розрахунок соціально-економічної ефективності роботи	14.01.22-24.01.22	виконано
9.	Оформлення пояснювальної записки і презентації роботи	25.01.22-31.01.22	виконано
10.	Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат	01.02.22-05.02.22	виконано
11.	Попередній розгляд роботи на кафедрі	06.02.22-10.02.22	виконано
12.	Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК	11.02.22-13.02.22	виконано
	Захист роботи в ЕК	Згідно графіку	

Здобувач

Єлизавета БЕЛЬТЮКОВА

Керівник роботи, к.т.н., доцент

Роман МУКОЇД

АНОТАЦІЯ

Бельтюкова Єлизавета Олександрівна «Удосконалення технології виробництва пива з гречки низьким вмістом глютену». Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 181 «Харчові технології» за освітньою програмою «Технології продуктів бродіння і виноробства». Національний університет харчових технологій, Київ, 2022.

Однією з актуальних проблем у харчовій промисловості є створення харчових продуктів з функціональними властивостями, продуктів підвищеної харчової цінності. В останні роки виробництво і споживання функціональних напоїв стало одним з пріоритетних напрямів для підтримки здорового харчування, та дотримання певних харчових обмежень.

Тенденцією на світовому ринку пивної промисловості є створення пива з відсутністю або низьким рівнем глютену, оскільки у дедалі більшої кількості населення виявляється його непереносимість. Тому в пивоварінні замість ячменю використовують рис, кукурудзу, пшоно, гречку, сорго, амарант, та інші культури, які не містять глютен.

Робота спрямована на удосконалення технології виробництва пива з гречки з низьким вмістом глютену.

На основі теоретичних і експериментальних даних удосконалено технологію пива з низьким вмістом глютену з використанням гречаної сировини.

Гречка за своїм складом відноситься до аглютенової сировини та збагачена мінеральним речовинами. Науково обґрунтовано ефективність використання гречки та гречаного солоду, як сировини для виробництва низькоглютенового пива.

Ключові слова: глютен, целиакія, аглютенова сировина, гречка, гречаний солод, ячмінний солод, сусло, пиво.

ANNOTATION

Beltiukova Yelizaveta Oleksandrivna "Improving the technology of production of low-gluten beer with buckwheat". Qualification work for a master's degree in specialty 181 "Food Technology" in the educational program "Technology of fermentation products and winemaking." National University of Food Technologies, Kyiv, 2022.

One of the current problems in the food industry is the creation of food products with functional properties, products of high nutritional value. In recent years, the production and consumption of functional beverages has become one of the priority areas for maintaining a healthy diet and compliance with certain dietary restrictions.

The trend in the global beer industry is the creation of beer with no or low levels of gluten, as more and more people are intolerant to it. Therefore, rice, corn, millet, buckwheat, sorghum, amaranth, and other gluten-free crops are used in brewing instead of barley.

The work is aimed at improving the technology of production of buckwheat beer with low gluten content.

Based on theoretical and experimental data, the technology of low-gluten beer using buckwheat has been improved.

Buckwheat composition is a gluten-free raw material and enriched with minerals. The efficiency of using buckwheat and buckwheat malt as raw materials for the production of low-luten beer has been scientifically substantiated.

Key words: gluten, celiac disease, gluten-free raw materials, buckwheat, buckwheat malt, barley malt, wort, beer.

АНОТАЦИЯ

Бельтюкова Елизавета Александровна «Совершенствование технологии производства пива из гречки низким содержанием глютена». Квалификационная работа на соискание образовательной степени магистра по специальности 181 «Пищевые технологии» по образовательной программе «Технологии продуктов брожения и виноделия». Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2022.

Одной из актуальных проблем в пищевой промышленности есть создание пищевых продуктов с функциональными свойствами, продуктов повышенной пищевой ценности. В последние годы производство и потребление функциональных напитков стало одним из приоритетных направлений для поддержания здорового питания и соблюдения определенных пищевых ограничений.

Тенденцией на мировом рынке пивной промышленности является создание пива с отсутствием или низким уровнем глютена, поскольку у растущего населения проявляется его непереносимость. Поэтому в пивоварении вместо ячменя используют рис, кукурузу, пшено, гречку, сорго, амарант и другие культуры, не содержащие глютен.

Работа направлена на усовершенствование технологии производства пива из гречки с низким содержанием глютена.

На основе теоретических и экспериментальных данных усовершенствована технология пива с низким содержанием глютена с использованием гречишного сырья.

Гречка по своему составу относится к аглютеновому сырью и обогащена минеральными веществами. Научно обоснована эффективность использования гречихи и гречишного солода, как сырья для производства низкоглютенового пива.

Ключевые слова: глютен, целиакия, аглютеновое сырье, гречка, гречневый солод, ячменный солод, сусло, пиво.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 УДОСКОАЛЕННЯ ВИРОНИЦТВА ПИВА З ГРЕЧКИ З НИЗКИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ (аналітичний огляд).....	10
1.1 Глютенінова ентєроптія – спадковє захворюваннє.....	11
1.2 Безглутєновє сировинє для виробництвє харчових продуктів.....	13
1.2.1 Грєчкє	13
1.2.2 Рис.....	14
1.2.3 Амєрант.....	15
1.2.4 Кукурудзє.....	16
1.2.5 Сорго.....	17
1.3. Фізико-хімічні показники аглутєнових культур.....	18
1.3.1 Білкові рєчовини аглутєнових продуктів.....	19
1.3.2 Вуглєводи.....	21
1.3.4 Ліпіди.....	23
1.3.5 Мінеральні рєчовини.....	24
1.4 Виробництвє солоду з аглутєнові сировини.....	25
1.5 Технологія виробництвє пивє з аглутєнові сировини.....	27
1.5.1 Виробництвє безглутєнового та низькоглутєнового пивє в світі та Україні.....	31
1.6 Досліджєння недосконалості пивє з аглутєнові сировини.....	33
1.7 Висновки до розділу 1.....	34
1.8 Мєтє і задєчі досліджєння.....	34
2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
2.1 Мєтерієли досліджєнь.....	35
2.2 Мєтєди досліджєнь.....	35
2.3 Мєтєдика досліджєнь.....	40
2.4 Оброблєння рєзультєтів досліджєнь.....	41
2.5 Висновки до розділу 2.....	41
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА З ГРЕЧКИ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ (експєримєнтальнє частинє).....	42
3.1 Визначєння фізико-хімічних показників сировини.....	42
3.2 Визначєння оптимальних умов солодороджєння зєрнє грєчкє	43
3.3 Досліджєння фізико-хімічних показників грєчаного солоду.....	43

					Удосконалення виробництва пива з гречки з низьким вмістом глютену									
Змн.		№ документа	Підпис	Дата	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА					Літ.	Арк.	Аркушів		
Розробив		Бельтюкова Є.О.										6	94	
										НУХТ ННІХТ ЗТБ-2-1М 6				
Керівник		Мукоїд Р.М.												
Зав. кафедри		Куц А.М.												

3.3.1 Вміст глютену в зразках солоду	45
3.4 Аналіз пивного сусла.....	46
3.5 Аналіз готового пива	48
3.6 Органолептичні показники готового пива.....	49
3.7 Розробка рецептури пива з низьким вмістом глютену з додаванням гречаної сировини.....	50
3.8 Висновки до розділу 3.....	51
4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	52
4.1 Оптимізація технологічного процесу приготування пивного сусла з покращеним виходом амінного азоту.....	52
4.2 Оптимізація технологічного процесу зброджування пивного сусла.....	57
4.3 Висновки до розділу 4.....	63
5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ.....	64
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	66
7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ.....	73
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	79
ДОДАТКИ.....	83

ВСТУП

Актуальність теми: Пиво є одним із найстаріших напоїв на землі. Воно відбиває культурні, етнічні, соціальні, географічні та інші характеристики народів світу.

Вітчизняний ринок пива дуже насичений і різноманітний, але є проблема з нестачею функціональних напоїв для окремих груп населення. Ринок пива спеціального призначення практично не представлений нашої країні, однак за прогнозами очікується, що ринок низькоглютенowego пива зросте до 13 % до 2025 року. Це пов'язано з поширенням ідеї здорового харчування у населення, а також сучасного медичного діагностування непереносимості глютену.

Глютеніна ентеропатія (непереносимість) – це захворювання автоімунного характеру, яке ще називають целиацією. Глютен - від латинського gluten (клей) - група білків (в основному, проламінів і глютеїнів), що містяться в злакових рослинах - пшениці, житі, вівсі та ячмені. У світі виявлено близько 4 000 000 хворих, що складає 1 % населення, вони повинні все життя дотримуватись безглютенної дієти, в яку не потрапляє класичне пиво, отримане з ячмінного солоду.

Використання аглютенінових культур в пивоварінні дозволить збагачувати пиво біологічно активними речовинами, збільшити харчову і біологічну цінність продуктів, урізноманітнити їх асортимент, а також розширити дієту хворих на целиацію.

Тому удосконалення технології нових низькоглютенінових напоїв, заснованих на аглютеніновій сировині, що дозволяють розширити асортимент пива та зробити його більш доступним для певної групи людей, є актуальним.

Мета роботи: дослідження і удосконалення технології виробництва низькоглютенінового пива з використанням гречки зі зниженим вмістом глютену.

Завдання досліджень:

- дослідити фізико-хімічні показники зерна гречки різних сортів;
- дослідити органолептичні і фізико-хімічні показники гречаного солоду;
- дослідити та порівняти вміст глютену в гречці та ячмені;
- отримати пиво з низьким вмістом глютену;
- дослідити фізико-хімічні показники пивного сусла та готового пива з використанням гречаного солоду;
- дослідити органолептичні показники готового пива;
- розробити рецептуру та режими удосконалення технології пива з використанням гречаної сировини.

Об'єкт досліджень: технологія пива

Предмет дослідження: зернова сировина та її фізико-хімічні показники, органолептичні та фізико-хімічні показники пивного сусла та готового пива.

Методи досліджень: Дослідні зразки аналізували за органолептичними та фізико-хімічними показниками згідно з чинними стандартами та інструкцією технохімічного контролю.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи: Результати теоретичних експериментальних досліджень за темою кваліфікаційної роботи автором викладені у конференції SCIENCE, INNOVATIONS AND EDUCATION: PROBLEMS AND PROSPECTS (Токіо, 2022).

Публікації. Бельтюкова Є.О., Мукоїд Р.М. Перспективи використання гречки для приготування безглютенового пива: матеріали 6th International scientific and practical conference Science, innovations and education: problems and prospects” (January 13-15, 2022) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2022. P. 173 – 177. (Додаток Д)

Наукова новизна роботи полягає в використанні оптимальної кількості гречаної сировини для виробництва низькоглютенового пива, що призводить до розширення асортименту безглютенових напоїв.

Науково обґрунтовано технологію виробництва низькоглютенового пива з гречаної сировини, що дозволяє збагатити таке пиво мінеральними речовинами.

Удосконалено технологію виробництва пива двовідварним способом для поліпшення органолептичних та фізико-хімічних показників пива з гречки з низьким вмістом глютену.

Практичне значення роботи. На основі теоретичних і експериментальних даних розроблено рецептуру пива з низьким вмістом глютену з використанням гречаної сировини.

Структура кваліфікаційної. робота складається з 7 розділів, висновків, списку використаної літератури з 48 найменувань, в тому числі 15 іноземними мовами, додатків. Робота викладена на 94 сторінках друкованого тексту, містить 17 таблиць і 23 рисунків.

1 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИТВА ПИВА З ГРЕЧКИ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ (аналітичний огляд)

В теперішній час людство все частіше зустрічається з вродженим захворюванням - целіакією, яка пов'язана з непереносимістю організмом особливої фракції білка – глютену. Найбільш висока концентрація глютену в продуктах, приготованих з зерна пшениці, жита, ячменю, вівса [1].

Пиво – алкогольний, тонізуючий, пінистий напій, одержаний внаслідок бродіння охмеленого пивного сусла пивними дріжджами, без додавання спирту етилового, насичений діоксидом вуглецю [8]. На сьогодні налічується кілька тисяч сортів пива, які відрізняються за кольором, смаком, вмістом алкоголю, якістю готової продукції та за походженням рецептур різних країн.

За останні 25 років обсяги пива, виробленого в Україні, збільшилися в 3 рази. Це стало можливим за рахунок якісного зростання технічного розвитку вітчизняної пивоварної галузі: впровадження нових технологій, а також оснащення підприємств сучасним технологічним обладнанням.

Пиво традиційно готують із солоду, хмелю, дріжджів та несолодженої сировини. Глютен в великій кількості переважно міститься в пшениці та ячмені. Вміст глютену в пиві виготовленого за класичною технологією досить високий від 170 ppm [5].

Пиво з низьким вмістом глютену користується популярністю серед тих, хто дотримується низько білкової дієти і вживає безглютенову їжу. Виробники відмовляються від застосування злаків, що містять глютен, замінюючи їх на крупи без глютену: кукурудзу, рис, гречку та інші. Ще один варіант – це використання ячменю. У такому способі з готового продукту вимивається глютен [46].

Основними обмеженнями ринку безглютенового пива є висока ціна цього пива та побоювання щодо його смакових якостей. Збільшення кількості крафтового пива і зростаючий попит на пиво в країнах, що розвиваються, відкривають великі можливості для зростання виробників безглютенового пива. Частка пива типу лагер без глютену на ринку безглютенового пива у 2016 році становила 32%. Американські споживачі віддають перевагу лагерам. Цей тип пива завоював популярність у більшості пивоварних компаній, оскільки лагери виробляються з використанням дріжджів низового бродіння, які найкраще працюють за нижчих температур, від 4° до 12°C [39].

Основна причина, чому споживачі віддають перевагу лагерам, полягає в тому, що він відрізняється від фруктових ефірів і пряних фенолів смаку елю і є більш чистим і чітким з акцентом на смак хмелю і солоду. Дріжджі, які використовуються в процесі бродіння, в порівнянні з елями майже невідчутні в готовому пиві.

Азіатсько - Тихоокеанський регіон був найбільшим ринком безглютенових продуктів і напоїв у світі, на частку якого в 2015 р. припадало понад 36% ринку. Очікується, що в найближчому майбутньому перевага безглютенового пива різко зросте через зміну способу життя. Прийдешні урядові постанови щодо

споживання алкоголю та несприятливого впливу на здоров'я можуть певною мірою загальмувати зростання регіонального ринку [39].

Слід зазначити, що асортимент безглютенових виробів на ринку України формується в основному за рахунок імпортової продукції, яка має досить високу ціну. Експерти зазначають, що в Україні для подібної продукції характерні далеко не низькі ціни через відсутність власного виробництва та активного імпорту. Досягти зниження ціни на продукти без глютену можливо лише за рахунок налагодження вітчизняного виробництва якісної та безпечної харчової продукції. Асортимент продуктів харчування для осіб, які страждають генетично зумовленими та алергічними хворобами, у нашій країні недостатньо широкий і становить близько 2,0 % [7].

Крім того, при реалізації даного напрямку дуже необхідно підвищувати рівень відповідальності вітчизняних виробників харчової продукції без глютену. Це пов'язано з тим, що, по-перше, дана продукція потрібна людям, які страждають на целиацію – порушення травлення, що викликані пошкодженням тонкої кишки продуктами, що містять глютен. Тому людям з непереносимістю клітковини продукція «gluten-free» життєво потрібна у швидкому доступі, на полицях найближчих супермаркетів. По-друге, часте вживання глютену чинить руйнівну дію на організм навіть здорової людини [7].

1.1 Глютенова ентеропатія – спадкове захворювання

У світі все частіше з'являються випадки харчової алергії у населення. Целиацію можна віднести до цієї категорії. Це автоімунне хронічне захворювання, спричинене вживанням глютену.

Прогрес в імунологічній діагностиці привів до збільшення виявлення даної патології в 10 — 20 разів у пацієнтів із безсимптомним чи атипічним плином, а в групах ризику – у сотні разів частіше, ніж у здорового населення. За даними Всесвітньої асоціації гастроентерологів, близько 1 % населення нашої планети хворіє целиацією [1]. Завдяки дослідженням населення виявляють більше прихованих, ніж явних форм непереносимості глютену. Низка вчених вважає, що білок пшениці та ячменю глютен і є основною причиною таких захворювань як діабет, метаболічний синдром та ожиріння. Багато вчених доводять алергічність глютену навіть для здорової людини. На сьогодні офіційні організації охорони здоров'я вважають його шкідливим лише для хворих на целиацію.

У хворих на целиацію при вживанні глютенівмісних харчових продуктів руйнуються внутрішні оболонки тонкого кишечника, та порушується здатність гідролізу та поглинання поживних речовин. Як наслідок, це призводить до широкого спектру захворювання кишково-шлункового тракту.

Глютен - група білків (в основному проламіну і глютеліну), який міститься у злакових культурах - пшениці, жита, ячменю, вівса.

Для лікування найбільш ефективна сувора аглютенова дієта, якої необхідно дотримуватися протягом усього життя. Цим хворим забороняється вживати і напої, приготовані з використанням солоду, тому що частка глютенів білків в ячмені становить майже 80 % [1].

Проблемою дотримання безглютенової дієти домішки «скритого» глютену в продуктах промислового виробництва. Пшенична мука і її компоненти часто використовуються як зв'язуючий елемент і стабілізатор в ковбасах і сосисках, м'ясних і рибних консервах, молочних продуктах (йогуртах, сирках), майонезах, соусах, «крабових паличках», напоях (пиво, квас), продуктах швидкого приготування, які зазвичай лікарі рекомендують хворим целиакією [39].

Безглютенова їжа стала характерною рисою харчування і життя. Зростання кількості хворих на непереносимість глютену та целиакію зумовлює збільшення споживання безглютенових харчових продуктів. Окрім того, мільйони людей у всьому світі стали споживати продукти, що не містять глютену, не лише внаслідок діагностики целиакиї, а й через загальне уявлення про здорове харчування та профілактику хвороб.

Безглютенові продукти відносяться до категорії оздоровчих харчових продуктів, які отримують з використанням технологічного прийому – вилучення небажаного компонента.

Відповідно до Codex Alimentarius [25], безглютенові продукти, виготовлені виключно з одного або більше інгредієнтів, що не містили пшениці, жита, ячменю або їх гібридних різновидів, рівень глютену яких в цілому не перевищує 20 мг/кг в загальній масі всього харчового продукту, в такому вигляді, як він поширюється і продається споживачеві.

Низькоглютенові продукти, спеціально перероблені з метою зниження вмісту глютену до рівня 20-100 мг/кг. Вони складаються з одного або кількох інгредієнтів із пшениці жита, ячменю, вівса або їх гібридних сортів, які зазнали спеціальної обробки з метою зниження вмісту глютену до рівня 20-100 мг/кг для харчових продуктів [25].

У Європейському Союзі з 2005 р. було прийнято закон, який наказує харчовим підприємствам обов'язкове додаткове маркування готової продукції, якщо вона містить сильні алергени.

Гарантією безпеки безглютенового продукту є символ «Перекреслений колосок» (рис. 1.1).

У Європі сертифікуючим органом є AOECS – некомерційна організація, що об'єднує 35 європейських національних громадських об'єднань хворих на целиакію.



Рисунок 1.1 - Символ «Перекреслений колосок»

Слід зазначити, що нині асортимент безглютенових виробів в Україні формується в основному за рахунок імпортової продукції, яка має досить високу ціну, а вітчизняні підприємства харчової промисловості не виробляють безглютенові вироби. Багато в чому це зумовлено складністю технології і, що особливо характерно, нестабільністю якості виробів. Вітчизняний ринок безглютенових та низькоглютенових продуктів тільки почав формуватися в 2015 році, основні позиції і потреби закривав імпорт. Але вже до кінця 2019-го року українські виробники почали реалізовувати свої лінійки продукції [22].

1.2 Безглютенова сировина для виробництва харчових продуктів

Забезпечення пацієнтів з целиакією безглютеновими продуктами вітчизняного виробництва – це дуже серйозна медико-соціальна проблема. Вживання харчових продуктів, приготованих з аглютенової сировини, забезпечує не тільки лікування хворих, а й підтримку здорових людей на належному працездатному рівні.

До сировини вільної від глютену, відносять: рис, гречку, кукурудзу, сорго, амарант та ін.[1].

1.2.1 Гречка

Гречка належить до роду *Fagopyrum Gaertn* родини гречкових - *Polygonaceae*. Ріг *Fagopyrum* об'єднує три види:

- культурну, або звичайну, - *F. esculentum* Moench;
- татарську - *F. Tataricum*;
- напівчагарникову - *F. suffruticosum* F. Schmidt.

Гречка звичайна поділяється на два підвиди:

- посівна - *vulgare* St;
- багатоліста - *multifolium* St.

Сорти гречки, які вирощують в Україні, належать до підвиду *vulgare* St.

Гречка – однолітня рослина сімейства гречаних. Цей злак невибагливий до землеробства та кліматичних умов, дає високі врожаї впродовж багатьох років після будь-якої культури без застосування добрив. За стійкістю до несприятливих ґрунтово-кліматичних умов та хвороб гречка перевищує пшеницю і жито [10].

Гречка на відміну від злаків є дводольною рослиною. Зерно гречки посівної в поперечному розрізі представлено на рисунку 1.2. Зародок його дуже великий і в вигляді S-подібної стрічки пронизує все тіло плода

В залежності від сорту розміри зерна можуть відрізнятись. Розміри варіюються в межах: ширина – від 3,0 мм до 4,5 мм, довжина – від 4,0 мм до 6,0 мм. Відповідно варіює і маса 1000 зерен (натура) – від 12 г до 35 г. [18].

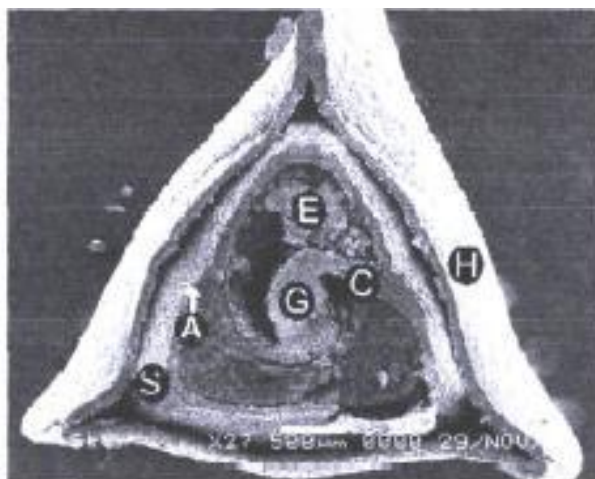


Рисунок 1.2 –Зерно гречки в поперечному розрізі

H – лузга;; *S* – насіннева оболонка; *A* – алейроновий шар; *G* – зародок; *F* – крохмалисті ендосперм; *C* – сім'ядолі.

Оболонка зерна гречки – шкіряста, товщина 0,1 – 0,2 мм, та охоплює все ядро. Забарвлення від світло-сірого до темно-коричневого та навіть майже чорного. Воно може бути однотонним або з різними малюнками у вигляді точок, штрихів і ін. Співвідношення частин зерна гречки наступне: плодова оболонка (плівчастість) – 17 – 25 %, насіннева оболонка – 1,5 – 2 %, алейроновий шар – 4 – 5 %, ендосперм – 55 – 65 %, зародок – 10 – 15 %. Вміст основних речовин в різних частинах зерна варіює в різних межах (табл. 1.1) [38].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад різних частин зерна гречки у % на СР

Зерно і його частини	Білкові речовини	Крохмаль	Цукри	Клітковина	Ліпіди	Зольність
Зерно	8 – 16	50,0 – 70,0	0,4 – 0,8	10,0 – 17,0	1,8 – 3,7	2,0 – 2,5
Ядро з зародком	13,5 – 15,0	67,0 – 80,0	0,3 – 0,5	1,5 – 1,8	2,2 – 4,6	2,3 – 2,4
Зародок	40,0 – 49,5	18,0 – 20,0	1,8 – 3,4	3,5 – 4,0	10 – 24	7,0 – 10,0
Плодова оболонка	3,0 – 5,0	0,2 – 0,3	0,2 – 0,3	62,0 – 85,0	0,5 – 1,3	1,8 – 2,5

Сорти гречки, які вирощують в Україні, належать переважно до різновидності *alata* Vat. Найпоширеніші такі: Аеліта, Антарій, Астра, Вікторія, Зеленоквіткова 90, Іванна, Лілея, Київська, Крупинка, Любава, Майська, Скоростигла 86, Українка та ін. [10]

1.2.2 Рис

Рис (*Oryza sativa*) – одна з найцінніших продовольчих культур у світі. Рисова крупа - основний продукт харчування більш як 3-х млрд. людей. За врожайністю рис займає перше місце серед усіх зернових культур, а за посівними площами та валовим збором – друге місце в світі [7].

Рис - найважливіша високоврожайна зернова культура у світовому рослинництві. Це основний продукт харчування багатьох народів світу. Рисова крупа містить мало клітковини, добре засвоюється людським організмом і є дієтичним продуктом. Рис є тепло- і вологолюбивою давньою зерновою культурою з родини злакових. Культура дає великі врожаї зерна - від 60 до 70 ц/га і більше.

Рис - самозапильна рослина. Плід - зернівка, яка щільно охоплюється опушеними шкірястими квітковими лусками, але не зростається з ними. Зернівки мають довжину 4 - 10 мм, ширину - до 3 мм. Різні за формою - широкі, вузькі, довгі, короткі. За забарвленням квіткові луски бувають: солом'яно-жовті, червоні, коричневі, темно-фіолетові, чорні, а також двокольорові. Ребра світлі, а борозенки між ними (грані) іншого кольору - частіше жовто-бурого. Остюки також бувають різного кольору [7]. Є сорти рису, в яких верхівки квіткових лусок мають темні плями (ariculus). Маса 1000 зерен – 27 - 37 г. Плівчастість становить 17 - 25% загальної маси зернівки. Як і в інших плівчастих культур, плодова оболонка рису тонка, ніжна. Алейроновий шар однорядний, на спинці багаторядний. Алейроновий шар займає 2 – 4 % і представлений одним рядом клітин. З боку спинки він може бути багаторядним. На частку зародка доводиться 2 - 3 %, ендосперму 65 – 67 % [24].

Зернівки за консистенцією можуть бути скловидними (роговидними) і борошністими. У рису із скловидним ендоспермом, клітини якого заповнені крохмальними зернами і протеїном між ними, зернівки при варінні зберігають форму і не розварюються до клейкого стану; зернівки з борошністим ендоспермом, клітини якого містять водорозчинний декстрин, при варінні перетворюються на суцільну клейку масу.

За поживністю 1 кг крупи рису прирівнюється до 3590 калорій. За показниками засвоєння (96 %) та перетравлення (98 %) рисова крупа займає одне з перших місць і тому широко використовується як дієтичний продукт, та в дієтичному харчуванні [48].

1.2.3 Амарант

Амарант – однорічна, трав'яниста рослина сімейства Амарантових (Amaranthaceae). Назва пов'язана зі здатністю зірваної рослини зберігати форму впродовж кількох місяців. Відомо понад 100 видів амаранта.

Ця культура забезпечує високу врожайність не тільки зеленої маси, а й зерна. У зоні Полісся амарант збирають при середній урожайності 20-25 ц/га, а на півдні України - більш ніж 40 ц/га. Коефіцієнт розмноження амаранту через дрібність насіння та низьку норму висіву (1,5-2 кг/га) високий [41].

Висока поживність амарантового зерна пояснюється тим, що більшу його частину займає зародок. Анатомічне препарування та електронна мікроскопія показали, що 65% білка знаходиться в зародку і насіннєвій оболонці, 35% – у крохмалистому периспермі (рис. 1.3).

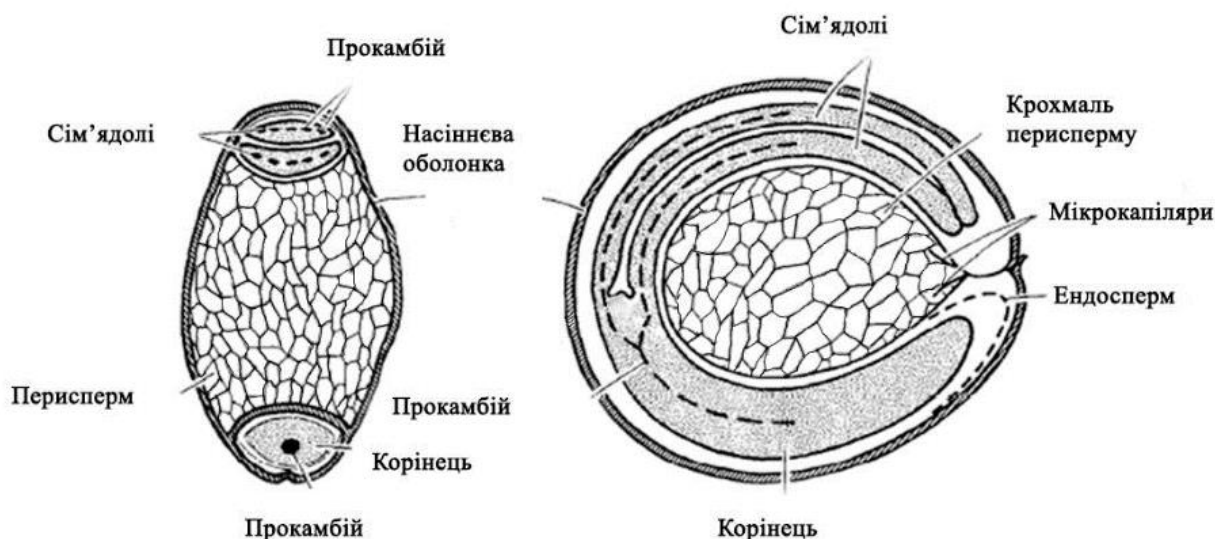


Рисунок 1.3 – Анатомічна будова зерна амаранту

Великою перевагою цієї культури є високе (більше 6 г/100 г олії амаранту) вміст сквалену – біологічно активної сполуки, що відноситься до поліненасичених вуглеводнів і має яскраво виражені антиоксидантні, імуномодельючі, ранозагоювальні та антиканцерогенні властивості [4], а також регулює ліпідний та стероїдний обмін. Крім всього рослина має детоксикавальний, радіопротекторний, бактерицидний вплив за рахунок присутності в ньому фенольних речовин (флавоноїдів), антиоксидантів, алкалоїдів [4].

1.2.4 Кукурудза

Кукурудза — однорічна рослина родини тонконогових. Рід кукурудзи (*Zea L.*) представлений одним видом - кукурудзою (маїс) культурною (*Zea mays L.*).

Кукурудза є сировиною для комбікормової, спиртової, патоко-крохмальної, круп'яної, борошномельної, консервної, пивоварної, харчоконцентратної промисловості [2].

Будова зерна кукурудзи відрізняється від будови зерна інших злаків певними особливостями. Зародок розвинений сильніше, починається біля верхівки зерна. Займає 2/3 довжини і 1/17 об'єму зерна. Колір зерна звичайної кукурудзи – білий, жовтий, жовто-коричневий, червоний. Зерно зубоподібної кукурудзи велике, має видовжену форму і вдавнену верхівку, білого або жовтого кольору, блискуче тільки з боків, склоподібна (рогоподібна) частина розвинута на периферії [31].

Зерно кукурудзи складається з оболонки (перикарпія) та внутрішньої частини – ендосперму та зародка. Ендосперм у свою чергу складається із зовнішнього алейронового шару та внутрішньої рогоподібної та борошнистої частини. Вони є джерелом живлення зародка під час його проростання.

У зубоподібної кукурудзи оболонка становить близько 5 % від ваги всього зерна, кореневий чохлак – 1 %, ендосперм – 82 %, зародок – близько 11,5 %. У зародку міститься до 40 відсотків жиру [10].

Кукурудза залежно від консистенції ендосперма (борошниста, роговидна), ступеня розвитку роговидної частини і зовнішнього вигляду зерна, поділяють на

кілька підвидів: зубоподібна, кремениста, півзубоподібна, крохмалиста, розлусна, соскоподібна. (рис. 1.4)

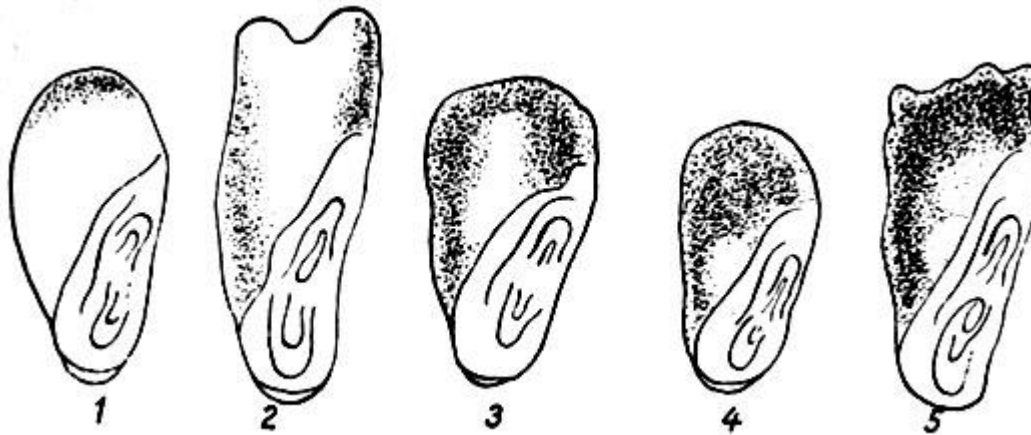


Рисунок 1.4 - Схема будови зерна різних підвидів кукурудзи

1 – крохмалистого; 2 – зубоподібного; 3 – кремнистого; 4 - лопається;
5 - цукрового (заштрихований рогоподібний ендосперм)

Маса 1000 насінин у дрібнонасінних гібридів становить 100–150 г, у крупнонасінних — 300–400 г. У загальній масі качана на частку зерна припадає 82–88 %, на частку стрижня — 12–18 %. У сухій надземній масі кукурудзи частка зерна становить 40–45 %.

В Україні вирощують сорти кукурудзи цукрової: Рання золота 401, Кубанська консервна 148, Ароматна, Гібрид Ауріка, Гібрид Акорд 72 і Зоря 123 та ін. [2].

1.2.5 Сорго

Сорго (*Sorghum Pers.*) – це трав'яниста рослина родини злакових (мятликових). Різні види його бувають багаторічними й однорічними, ростуть у дикому вигляді або вирощуються як сільськогосподарська культура.

Батьківщина сорго - Північно-Східна Африка, зокрема Ефіопія й Судан, де в цей час перебуває найбільшу кількість її диких видів і культурних форм. Як культурна рослина культивується з IV-III тис. до н.е. [30].

У світовому виробництві четверте місце після пшениці, рису й кукурудзи займає зернове сорго. За останні 50 років посівні площі під сорго в світі збільшилися на 60 %, а виробництво зерна - на 244 %. Основні виробники зернового сорго - Мексика (10,7 млн. тонн), США (6,1 млн. тонн), Аргентина (2,4 млн. тонн) і Японія (1,9 млн. тонн) [42].

Сорго - ярова культура. Відрізняється теплолюбивістю, дуже високою посухостійкістю, солестійкістю. Легко пристосовується до різних ґрунтів. Вегетаційний період – 120 - 130 діб, запилення перехресне.

Зерно сорго має круглу загострену форму. (рис. 1.5) Забарвлення та розміри зерен можуть бути дуже різноманітними (діаметр варіюється від 4 до 8 мм). Маса тисячі зерен коливається від 6 до 70 грамів. Зародок розміщується в дорсальній та нижній частинах зерна. Ендосперм формує 75 -85% всього зерна. Шар алейрону містить велику кількість білків (білкові тіла, ферменти), мінеральні

речовини (включаючи фітин), ліпіди (сферосоми). У периферичному, склоподібному та борошністому ендоспермах містяться крохмаль та білки. Частка оболонок припадає 4-8 % будівлі зерна. Перикарп містить зернові волокна, в основному геміцелюлозу та крохмаль. Насіннева оболонка містить рідкісні у злаках поліфеноли, що мають антиоксидантну дію.

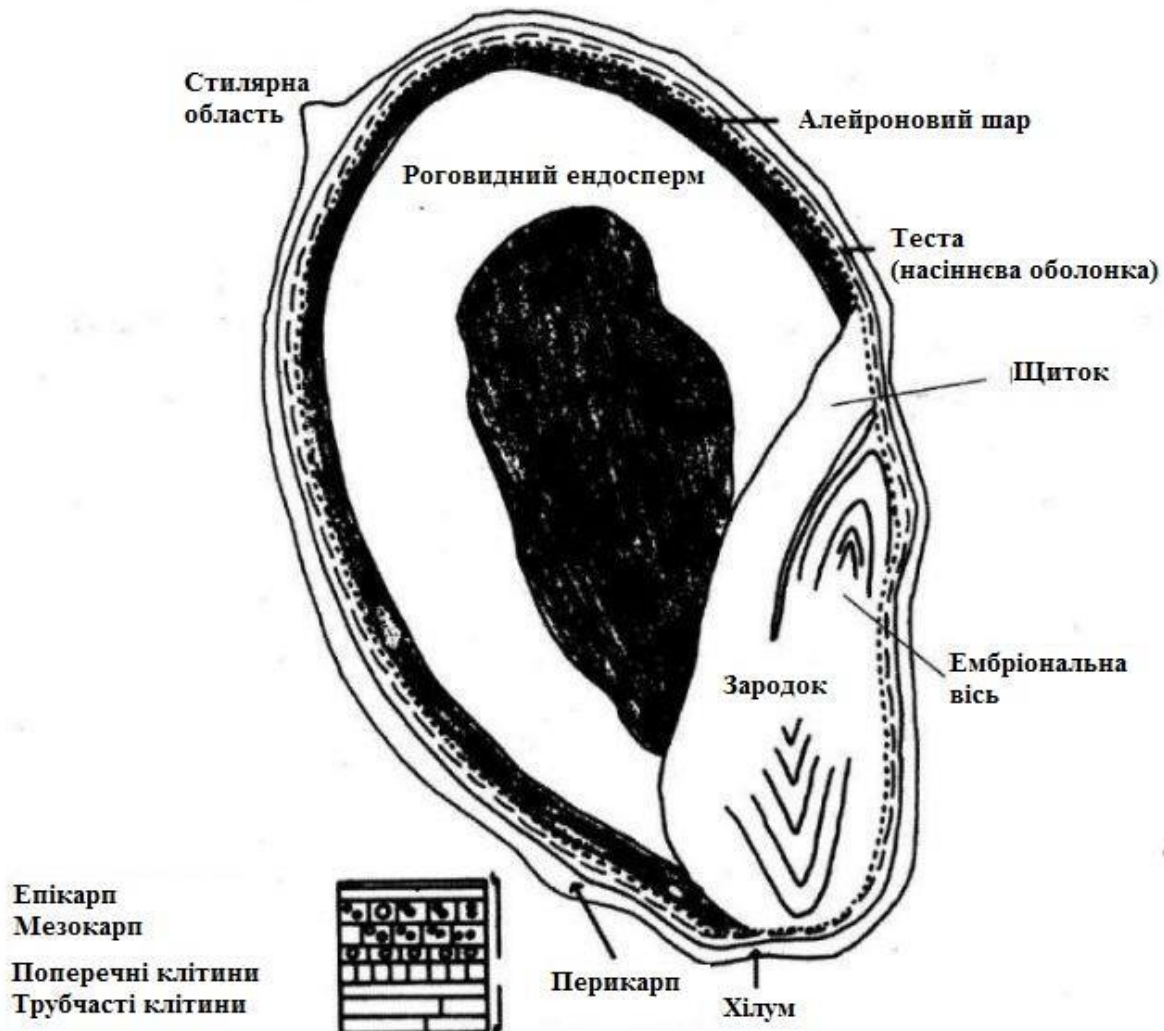


Рисунок 1.5 – Анатомічна будова зерна сорго

Із чотирьох видів сорго тільки один вирощують на зерно (зернове сорго). Зерно такого виду у 5 - 6 разів більше від зерна проса. Воно буває білого, жовтого, коричневого або чорного кольору. Економічно найважливіший вид — звичайне або цукрове сорго (*Sorghum bicolor*), зерно якого використовують для споживання, на фураж та для переробки на мелясу, крохмаль (74 %) і спирт. Ця рослина широко вирощується в Азії (в південно – західній частині), Африці (екваторіальна й південна), Південній і Північній Америці, Європі (на півдні континенту), Австралії. Зерна містять безліч антиоксидантів, що очищають і захищають організм [30].

1.3 Фізико-хімічні показники аглютенових культур

Порівняння хімічного складу аглютенових культур з ячменем наведено в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Хімічний склад зерна різних аглютенових культур, у %

Показник	Гречка	Рис	Кукурудза	Амарант	Сорго	Ячмінь
Вода	14,0	14,0	14,0	12,0	13,5	14,0
Білок	11,6	7,3	10,3	12-18	11,5	11,5
Ліпіди	2,3	2,0	4,9	5-17,0	3,3	2
Вуглеводи	59,5	63,1	67,3	64,5	64,2	65,8
Клітковина	10,8	9,0	2,1	3,2	3,5	4,3
Зольність	1,8	4,6	1,2	2,2	2,2	1,8

З таблиці 1.2 видно, що хімічним складом аглютенові культури за вмістом білків та вуглеводів близькі до пивоварного ячменю, а за вмістом ліпідів перевищують його.

1.3.1 Білкові речовини аглютенових продуктів

Білки найбільш цінний компонент їжі. Вони беруть участь у важливих функціях організму. Основне значення білків полягає в їх незамінності іншими харчовими речовинами. Якщо жири і вуглеводи в тому або іншому ступені взаємозамінні, то білки компенсувати будь – чим неможливо [5]. Білки координують і регулюють всі хімічні перетворення в організмі, які забезпечують функціонування його як єдиного цілого.

Білки — це високомолекулярні органічні азотовмісні сполуки. Крім азоту до складу всіх білків входять вуглець, водень і кисень, а також сірка, фосфор, залізо, мідь і цинк.

За хімічною структурою компонентів усі білки діляться на дві великі групи: прості білки, або протеїни, які побудовані тільки з залишків амінокислот, і складні білки, або протеїди, що складаються з простого білку і зв'язаної з ним якоїсь сполуки небілкової природи [5].

Протеїни поділяють на групи залежно від їх розчинності в різних розчинниках. Розглянемо протеїни, які відносять до найбільш поширених глобулярних білків: альбуміни, глобуліни, проламіни, глутеліни.

Альбуміни – білки, розчинні у воді і сольових розчинах. Це повноцінні білки, оскільки вони містять всі незамінні амінокислоти.

Глобуліни – білки, розчинні в слабких розчинах солей, повноцінні. Велика їх кількість міститься в бобових культурах.

Проламіни – рослинні білки. Погано розчиняються у воді, добре у 60 – 80 % – му етиловому спирті. У великій кількості зустрічаються в зерні злаків: у кукурудзі – зеїн, а в зерні рису основна частина білка становить озенін (рисовий глютен), в сорго – кафірін . Проламіни в біологічному відношенні менш цінні білки, оскільки мало чи зовсім не містять лізину, а іноді й триптофану.

Глютеліни – білки, розчинні в слабких розчинах (0,2 – х %) розчинах лугів. До них належить глютеліни пшениці і жита [44].

Клейковина або глютен (лат. Gluten — клей) — група запасуючих білків, виявлених в насінні злакових рослин, особливо пшениці, жита, вівса і ячменю. Термін «клейковина» позначає білки фракції проламінів і глютелінів, велика частина клейковини припадає на частку перших. Вміст клейковини в пшениці, проламіни якої отримали назву гліадину, доходить до 80 % [5].

Таблиця 1.3 – Порівняльна характеристика складу білка аглютенових продуктів, % від загального вмісту білка

Фракції	Зернопродукти				
	Гречка	Амарант	Сорго	Рис	Кукурудза
Альбуміни	21 – 24	18,8	7-15,0	5,8 – 11,2	0 – 10,0
Глобуліни	42 – 45	38,4	5,3-20,0	4,8 – 9,2	4,5 – 6,0
Проламіни	1,1 – 1,2	12,6	35,5-52,0	4,4 – 14,0	29,9 – 55,0
Глютеліни	10 – 12	21	23,0-30,0	63,0 – 70,0	30,0 – 45,0

Через низький вміст в зернах клейковини білка їх відносять до безглютенової культури і рекомендують до використання в дієтичному харчуванні хворих на целиацію [18].

Також особливістю білків аглютенових культур є їх висока біологічна цінність. Вміст незамінних амінокислот в зерні порівнянні з еталонним білком представлено в табл. 1.4

Таблиця 1.4 – Амінокислотний склад білка аглютенових культур

Незамінні амінокислоти	Гречка	Амарант	Рис	Кукурудза	Сорго
Валін	0,95	4,9	1,02	0,84	0,82
Лейцин	0,89	6,7	1,43	1,86	0,91
Ізолейцин	1,17	3,9	-	0,75	0,88
Лізин	1,15	1,2	0,50	0,40	0,55
Метіонін + цистин	1,06	5,9-7,5	0,96	0,96	-
Треонін	0,80	4,0-5,8	0,99	0,70	0,67
Триптофан	2,16	1,4-2,2	1,29	0,70	1,02
Фенілаланін + тирозин	1,13	9,6-12,5	1,30	1,22	1,15
ІНАК* ₁	1,11	0,93	1,02	0,85	0,86

* – індекс незамінних амінокислот

Дані свідчать, що білки зерна гречки характеризуються підвищеним амінокислотним складом по триптофану (2,16), лімітуючою амінокислотою є треонін (0,80). За іншими незамінними амінокислотами склад близький до одиниці, і при цьому перевершує ячмінь, рис, кукурудзу і пшеницю за ізолейцином, лізином, метіоніном і цистином [40].

1.3.2 Вуглеводи

У зерні злаків вуглеводи складають переважну частину всього зерна. Пентози у вільному вигляді в зерні, крупах і борошні практично не містяться. Вони містяться в досить великій кількості в зерні у вигляді пентозанов. Їх особливо багато в оболонках зерна, висівках, «лушпинні» різного насіння, кукурудзяному качані.

Значна частина цукру, що міститься в непророщеному зерні, складається з сахарози, мальтоза майже не міститься, вона накопичується в зерні лише при проростанні. У зародках зерна в помітній кількості міститься рафіноза - трисахарид, що складається із залишків глюкози, фруктози і галактози.

Крохмаль - головна речовина, що містяться в зерні злаків. Крохмаль є комплексом двох гомополісахаридів: лінійного – амілози і розгалуженого – амілопектину, загальна формула яких $(C_6H_{10}O_5)_n$. Як правило, вміст амілози в крохмалі складає 10 – 30 %, амілопектину 70 – 90 %. Полісахариди крохмалю побудовані із залишків глюкози, з'єднаних в амілозі і в лінійних ланцюгах амілопектину α -1,4-зв'язками, а в точках галуження амілопектину міжланцюговими α -1,6-зв'язками [13].

Середній вміст крохмалю в зерні кукурудзи, жита, рису і пшениці становить від 60 до 75 %, у ячменю - від 50 до 60 %; в амаранті – 66 – 72 % особливо багато крохмалю в рисовому зерні - від 75 до 80 % Гречка відноситься до культур, багатих крохмалем. У перерахунку на суху речовину в її зерні вміст крохмалю варіює від 50 до 79 % (таблиця 1.5) [30, 45].

Таблиця 1.5 – Характеристика крохмалю зерна аглютенових злаків

Показник	Зернопродукти				
	Гречка	Амарант	Рис	Сорго	Кукурудза
Крохмаль, %	57 – 70	62 – 65	73 – 78	60 – 63	61 – 70
Амілоза, % від крохмалю	22 – 27	15 – 23	13 – 19	26 – 28	21 – 23
Амілопектин, % від крохмалю	78 – 73	85 – 77	87 – 81	74 - 72	79 – 77
Температура клейстеризації, °C	65 – 67	60 – 65	70 – 85	68 – 78	70 – 80

Крохмальні зерна пшениці, жита і ячменю прості, в той час як у кукурудзи, вівса і рису складні, що складаються з окремих, як би склеєних між собою дрібних крохмальних зерен (рис. 1.6).

Гранули амарантового крохмалю — невеликі. Їх розмір коливається в межах від 0,8 до 2,5 мікрон. Порівняння гранул амарантного крохмалю з гранулами пшениці, рису і картоплі проілюстровано на рис.1.7 [41, 45].

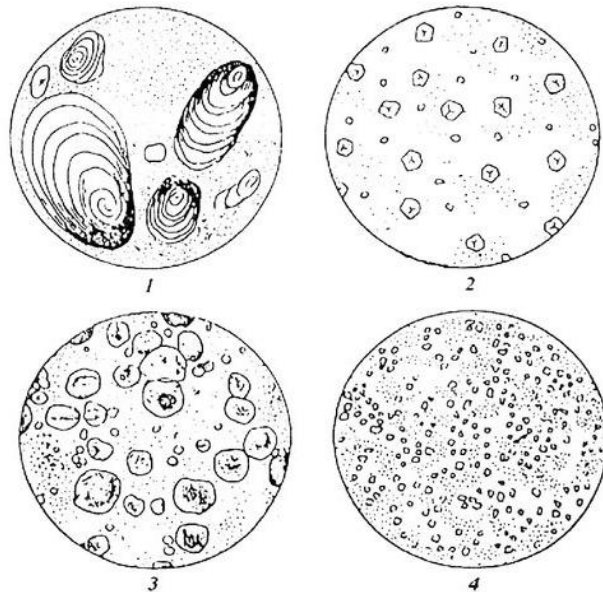


Рисунок 1.6 – Будова зерен крохмалю злакових культур 1 – картопляного; 2 – кукурудзяного; 3- пшеничного; 4 – рисового.

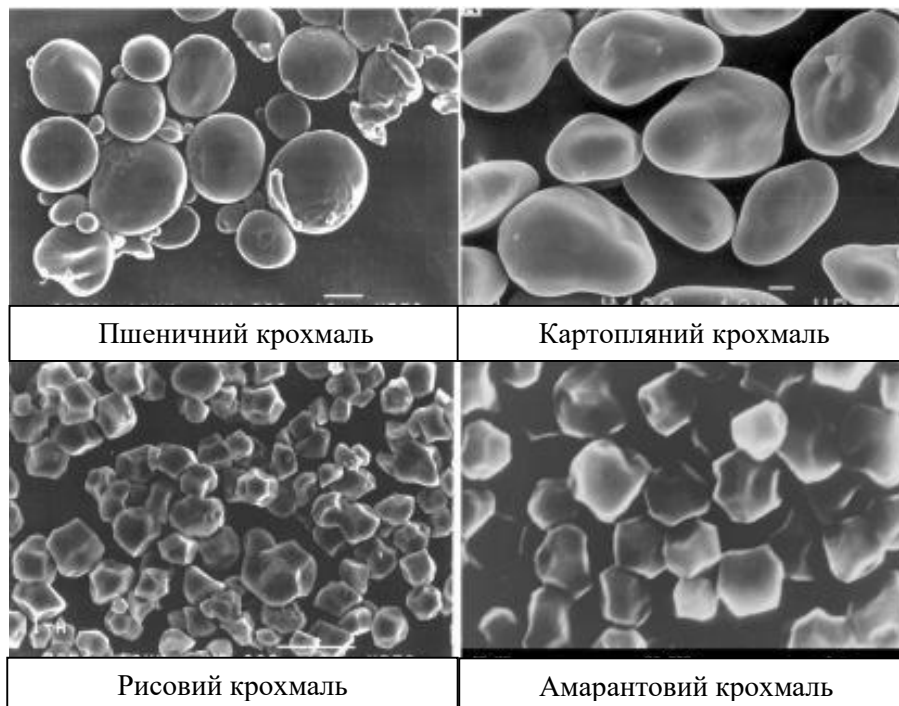


Рисунок 1.7– Порівняння гранул амарантового крохмалю з гранулами пшениці, рису і картоплі

Крохмальні гранули зерна гречки мають різну форму з плоскими поверхнями через щільне розташування в ендоспермі. Вони приблизно одного розміру і знаходяться в межах 4 – 11 нм, що значно менше, ніж у ячменю, але трохи крупніше, ніж у рису. (рис. 1.8)

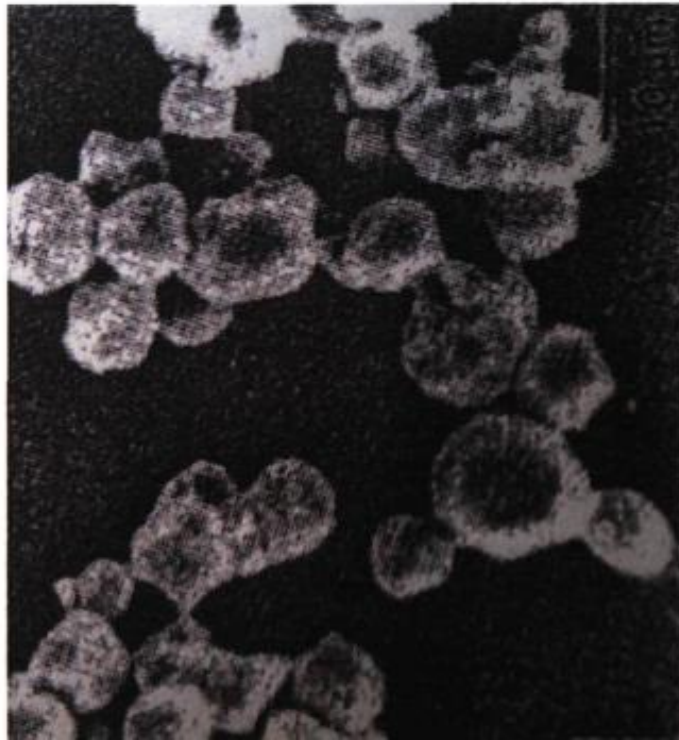


Рисунок 1.8– Крохмаль гречки під мікроскопом ($\times 1500$)

Глікоген - близький до крохмалю полісахарид - міститься в зерні деяких сортів і видів кукурудзи і в дріжджах. Глікоген має структуру, подібну до структури амілопектину, тобто він також є розгалужений полісахарид; проте на відміну від амілопектину молекула глікогену побудована більш компактно.

Зерно гречки містить 0,6 – 0,8 % редукуючих цукрів, 0,8 – 1,2 % олігосахаридів і 0,1 – 0,2 % некрохмалистих полісахаридів. Серед низькомолекулярних цукрів основним є сахароза. Також присутні в незначній кількості арабіноза, ксилози, глюкози і дисахариду мелібіози [18]

1.3.4 Ліпіди

Група ліпідів зерна включає такі основні групи:

- жири;
- фосфатиди;
- каротиноїди;
- стероли;
- віск.

Всі ліпіди, не дивлячись на відмінність їх хімічного складу і структури, розчиняються в так званих жирових розчинниках: ефірі, бензині, петролейному ефірі і ін. Коли проводять визначення жиру в зерні або борошні, його екстрагують діетиловим ефіром. При цьому в ефірний екстракт переходять всі речовини, що відносяться до групи ліпідів, і в екстракті знаходиться так званий сирий жир, тобто суміш жиру з жироподібними речовинами: фосфатидами, стеролами, воском і каротиноїдами [3].

Вміст ліпідів (%) у аглютенових культурах:

- Кукурудза (зерно) - 5,6

- Рис (зерно) - 2,9
- амарант (зерно) - 7,2
- сорго (зерно) - 4,5
- Гречка - 3,8

Жири зерна містять головним чином ненасичені жирні кислоти. Завдяки тому що в ненасичених жирних кислотах є подвійні зв'язки, вони дуже легко окислюються, і саме з процесом окислення ненасичених жирних кислот пов'язано згіркнення борошна і крупи при зберіганні. [4, 7, 30,].

До складу деяких рослинних жирів входять особливі жирні кислоти, що зустрічаються тільки в насінні певних рослин.

Оскільки в жирі містяться ненасичені жирні кислоти він може легко окислюватися. Процес окислення жиру, окислення ненасичених жирних кислот, може йти саме по собі за рахунок приєднання кисню повітря по місцю подвійних зв'язків. Проте цей процес може значно пришвидшитися під впливом особливого ферменту, що міститься в зерні, борошні і крупі, — ліпоксигенази. В результаті дії ліпоксигенази ненасичені жирні кислоти утворюють перекиси і гідро перекиси.

Гідроперекиси і перекиси є дуже активними окислювачами. Вони легко окисляють жирні кислоти, причому утворюються неприємні на смак і запах речовини.

Жири плодів гречки становлять велику поживну цінність, оскільки відрізняються високим вмістом стійких до окислення кислот. Вміст жирів в плодах гречки коливається в межах 1,8 – 3,9 %. Основна їх кількість – близько 25 % - зосереджена в зародку. В ядрі міститься до 3 % жиру, в ендоспермі – 0,5 %, в алеїроновому шарі до 24 %. До складу плодів гречки входять жирні кислоти: пальмітинова, олеїнова, лінолева, стеаринова, ліноленова. Кислоти з довгим ланцюгом - арахідонова, бегенова і лігноцеринова, які становлять близько 8 % всіх жирних кислот гречки, в зерні злаків знаходяться в невеликій кількості або зовсім відсутні [2, 20].

До складу ліпідів гречаної крупи в значній кількості входить лецитин, який сприяє виведенню холестерину з організму, будучи його антагоністом [61]. Тому лецитин має велике значення в профілактиці атеросклерозу. У плодах гречки містяться антиоксиданти ненасичених жирних кислот – вітамін Е у вигляді токоферолів. Важливою перевагою гречки є високий вміст в її зерні флавоноїдів, особливо рутина (вітаміну Р), який, як відомо, сприяє зміцненню стінок капіляр [20].

1.3.5 Мінеральні речовини

Поєднання макро- і мікроелементів (залізо, марганець, мідь, кобальт) кровотворного комплексу з вітамінами, вельми необхідними при профілактиці і лікуванні ряду захворювань людини (в тому числі анемії). Лужна зола плодів сприяє регулюванню кислотно-лужної рівноваги у людей [3].

Гречка має багатий мінеральний склад (табл. 1.6).

Таблиця 1.6 – Середні показники вмісту мікроелементів і вітамінів в зерні гречки

Показники	Гречка	Амарант	Рис	Кукурудза	Сорго
Макроелемент	Вміст мг/100 г				
Кальцій	110	214	8	-	13
Калій	450	366	100	287	363
Магній	390	266	50	127	165
Фосфор	330	400	150	302	289
Марганець	3,37	2,3	1,25	1,08	1,6
Мікроелемент	Вміст мг/100 г				
Мідь	0,95	0,9	0,1	0,3	0,3
Залізо	4	10	1	2,7	3,4
Цинк	0,87	3,2	1,42	2,1	1,7
Вітаміни	Вміст мг/100 г				
B ₁	0,2	0,1	0,1	0,4	0,3
B ₂	0,3	0,21	-	0,2	0,1
B ₃	5,1	0,9	1,6	3,6	3,7
B ₄	54,2	69,8	-	-	-
B ₅	1,2	1,5	1,3	0,4	0,4
B ₆	0,4	0,6	0,1	0,6	0,4
B ₉	42,0	82,0	9,0	19,0	20,0
Вітамін Е	-	-	-	0,5	0,5
Вітамін А	-	-	-	11,0	-
Бета-каротин	-	1,0	-	97,0	-
Рутин	25	-	-	-	-

Враховуючи значні поживні властивості аглютинового зерна, можна говорити про його застосування в харчовій промисловості, та використання його в дієтичному харчуванні [3].

1.4 Виробництво солоду аглютинових продуктів

Солод – це зерна злаків, які проросли в штучних умовах при певній температурі і вологості. Пророщування проводиться для накопичення гідролітичних ферментів і для зміни хімічного складу і структури зерна.

Для розроблення високоякісних лікувальних аглютинових продуктів потрібен солод з злаків, які не містять глютен [5].

Кукурудзяний солод був розроблений в 1960-х роках для кукурудзяно – солодового екстракту. Першим підприємством по виготовленню даного солоду, був Київський пивзавод № 1.

Технологія кукурудзяного солоду для виробництва полісолодових екстрактів: включає очищену і відсортовану кукурудзу необхідно замочувати водою з температурою 18 – 20 °С до вологості 44 – 46 % і пророщувати при температурі 18 – 20 °С, допускаючи підвищення на 3-й – 5-й день до 25 °С. Максимальна температура сушіння солоду 70 – 75 °С [14].

Солод сорго відмінно замінює ячмінь, однак при масовому його використанні у виробництві було виявлено низку недоліків:

- уповільнене і неповне оцукрювання затора;
- утруднене відділення суслу;
- необхідність додаткової фільтрації при виробництві світлих сортів пива.

В багатьох країнах, що розвиваються сорго, як солоджена та несолоджена сировина для пивоваріння, широко застосовується для виробництва пива типу європейського Лагер. У Нігерії місцевий солод із сорго повністю замінив традиційний ячмінний солод. В даний час на північноамериканському та європейському ринках існують кілька видів пива, зроблені з солоду сорго. Найвідоміший з цих сортів пива, такі як Лагер під маркою Redbridge, запущене у масове виробництво компанією Anheuser-Busch у 2007 році.

Пиво виготовлене з використанням 100 % солоду сорго, отримують з досить високими якісними показниками та задовольняє великий відсоток любителів пива у низці країн світу.

Оптимальним режимом для солододорощення сорго служить замочування на 8 годин при температурі 20 - 25 °C з наступною аерацією протягом 20 хв, повторним замочуванням на 14 годин з подальшим пророщуванням протягом 120 годин. Після цього проводять висушування (24 години при $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$) [11, 23].

Рисовий солод володіє прекрасними смаком і запахом і дозволяє отримати сусло з високою екстрактивністю.

Оптимальний режим солододорощення рису включає замочування (48 - 60 год при 15 °C), потім пророщування (72 год при 17,8 - 18,9 °C) і висушування (48 год). при поступовому підвищенні температури від 32,2 до 65 °C. Низькі температури необхідні для уникнення скління зерна.

Рисовий солод має певні недоліки:

- низька ферментативна активність;
- здорожчує виробництво;
- неможливість повної руйнування ендосперму.
- Рисовий солод має ряд переваг:
- висока екстрактивність;
- швидке розрідження у варильному котлі при відносно невисоких температурах;
- чудовий смак та запах [11, 23].

Гречаний солод. Відомо, що гречка перевершує інші зернові культури за вмістом антиоксидантів, вітамінів групи В, незамінних амінокислот. Більш того, гречка є безглютеновою сировиною і може бути використана у виробництві солодових екстрактів для категорії споживачів, які страждають глютенною непереносимістю. Внаслідок відмінностей між зерном гречки і зерном злаків параметри її солододорощення і сушки можуть відрізнятися від прийнятих для ячменю та інших злакових культур [28].

З 2005 р зарубіжні дослідники розпочали роботи по отриманню гречаного солоду з лущеної і не лущеної гречки. Дослідження показали, що неочищена гречка мала перевагу для солододорощення, так як поглинання вологи зерном

відбувається повільніше, підвищується ферментативна активність солоду, а також лузга служить додатковим фільтрувальним шаром при фільтруванні затору.

Оптимальними параметрами солодовирощення гречки слід вважати: температура 15,6 °С; ступінь замочування 44 %; тривалість 6 діб [21].

Для отриманого сухого гречаного солоду ірландські дослідники використовували сушку протягом 48 годин при 40 °С [20]. У більш пізніх роботах вони рекомендували триступеневу сушку: перші 5 годин при 40 °С, з часом 3 години при 50 °С і 3 години при 60 °С. Отриманий в цих умовах солод характеризувався високим рівнем амілолітичної активності, вільного амінного і загального розчинного азоту [47].

Деякі автори рекомендують дещо інший режим солодоращення: тривале замочування протягом 96 годин до вологості 47 % і пророщування протягом 120 годин при 17 °С.

Вітчизняні вчені запропонували свою технологію отримання свіжопророслого гречаного солоду, яка полягала в повітряно-водяному замочуванні протягом 30 – 35 годин і пророщування протягом 4 діб при 16 °С. Амілолітична активність свіжопророслого гречаного солоду, вирощеного в цих умовах, становила 265 од.

Однією з головних проблем при виробництві пива з гречаного солоду є більш низький вміст в ньому амілолітичних ферментів, особливо β -амілази в порівнянні з ячмінним солодом [20].

Також проводилися дослідження, із застосуванням у пивоварінні замість ячменю пшона, вівса, теффі (Teff), кінви (Quinoa) та інших культур, що не містять глютену. Для виробництва солоду з цих культур можна адаптувати стандартний метод солодоращення ячменю, змінюючи час і температуру замочування, а також вміст вологи при пророщування для кожної з цих культур [19].

1.5 Технологія виробництва пива з аглютенової сировини

Спеціальне безглютенове пиво – це пиво, яке зварено зі 100-ої % аглютенової сировини, або з традиційної сировини з додаванням ферменту протеази, який розщеплює глютен. Вміст глютену в цьому пиві не має перевищувати 20 ppm.

Низькоглютенове пиво вариться з комбінованої сировини (ячмінний або пшеничний солод частково змінюється на аглютеновий солод). Технологія полягає в правильно підбраному співвідношенні солодів, що дає змогу знизити вміст глютену до граничної норми (100 ppm). Таке пиво за фізико-хімічними та органолептичними показниками наближене до пива виготовленого за класичною технологією [23, 25].

Виробництво безглютенового пива з сорго. Пиво з сорго варять у багатьох африканських країнах, у Південній Африці його щорічно варять обсягом близько 30 млн дал. При цьому використовується 30 % солоду з сорго і 70 % несолодженої сировини, що складається з сорго, кукурудзи або проса Millet (це

вид дрібнозернистого проса, який використовується для харчових цілей і в Європі).

Зазвичай соргове пиво виробляють із вмістом кукурудзи як несолодженої сировини до 80-90 %. При цьому кукурудзу дроблять і змішують із молочною кислотою. Молочна кислота є носієм смаку та, крім того, подовжує термін придатності пива із сорго. До цієї суміші додають воду, і все разом кип'ятять 2 год, охолоджуючи потім до 80 °С. Потім додають солод з сорго, і суміш охолоджують до 40 °С. При цій температурі додають залишок солоду з сорго, охолоджують до 22 °С, затор фільтрують і в сусло додають дріжджі. Через три доби бродіння закінчується, і вміст спирту становить близько 4 %. Мутне пиво із сорго розливають без фільтрування.

У багатьох африканських країнах все більшою мірою виробляють пиво на звичайному пивоварному обладнанні зі 100 % сорго без додавання пивоварного ячмінного солоду або технічних ферментних препаратів, використовуючи спеціальні способи затирання [11].

Солод із сорго може досягати показника екстрактивності 79-84 %, що дає і відповідний вихід екстракту на виробництві. Без проблем досяжний і бажаний кінцевий ступінь зброджування.

Сусло підкислюється до його сумісного кип'ятіння з несолодженою сировиною. Щоб отримати достатній вміст низькомолекулярних продуктів розщеплення білка (вільних амінокислот), необхідних для харчування дріжджів, прагнуть кращого розщеплення білків до досягнення величини рН 4,6 при температурі 52 °С. Особливо слід зважати на білковий склад. Колоїдна стійкість соргового пива недосяжна без використання додаткових допоміжних засобів. У невеликих сільських пивоварнях соргове пиво не охмеляють, пускаючи у продаж каламутне пиво, яке зберігається дуже короткий час [11].

Приготування пива з солоду сорго за класичною технологією. При використанні солоду з сорго використовують двовідварний спосіб затирання. Гідромодуль 1:4. Затирання починають при 45-47 °С, проводять β-глюканову (10 хв.) і білкову (при 52-54 °С, 30 хв.) паузи. Далі багату на ферменти рідку частину відварки зливали в основний затор, а густий залишок клейстеризували при 80-100 °С протягом 10 хв.

Основний затор з солоду, що залишився, і води – 1/3,5. Затирання починається при 52-54 °С, тривалістю 25 хв (білкова пауза), і додавалась клейстеризована відварка, тим самим температура затору піднімається до 62-64 °С. тривалістю 25 хв. (мальтозна пауза), а також оцукрювання при 72-74 °С тривалістю 25 хв. Потім затор нагрівають до 78 °С та відправляють на фільтрацію.

Кип'ятіння сусла проводять протягом 70 хвилин з дозуванням хмелю в три прийоми:

- 1) після 10 хв від початку кипіння
- 2) за 20 хв до кінця кипіння
- 3) за 10 хв до кінця кипіння.

Після закінчення кип'ятіння сусла з хмелем його охолоджують до температури 20-25 °С та задають дріжджі. Головне бродіння проводиться при 8-10 °С протягом 7-10 діб.

Після закінчення головного бродіння молоде пиво знімають з дріжджового осаду і розливають в ПЕТ пляшки для дозрівання протягом 21 діб при 4-6 °С і насичення напою CO₂. Для карбонізації використовують декстрозу, яка додавалася у вигляді 65 % сиропу з розрахунку 8 г/л [42].

Виробництво низькоглютенowego пива з використанням рису. Рис затирають та клейстеризують при 85-90 °С. В'язкість затору не повинна бути після клейстеризації занадто високою, так як інакше затор буде занадто густим і відповідно утворюватимуться грудки і спостерігатимуться пригорання (в екстремальному випадку може зупинитися мішалка), у зв'язку з чим можуть виникнути труднощі з оцукрюванням. Тому рис слід затирати з гідромодулем як мінімум 1:5. Гарячий рисовий затор змішують з холоднішим солодовим затором (20 % від маси солоду), початок затирання якого відбувалося при 30-50 °С, при цьому отримують температуру суміші 72-75 °С. При 12-74 °С витримують паузу 20-30 хв; клейстеризований рисовий крохмаль розріджується активними ферментами солоду.

Розріджений рисовий затор нагрівають до кипіння та кип'ятять 30-40 хв. На початку кип'ятіння рисового затору солод, що остався, затирають при 50 °С (білкова пауза). Рисовий затор при постійному перемішуванні перекачують у солодовий затор; температура загального затору підвищується до 63 °С (мальтозна пауза). Після 15 хвилинної паузи відбирають густий затор; його доводять до кипіння та кип'ятять 15 хв.

Шляхом повернення цього затору температуру загального затору підвищують до 74 °С (пауза оцукрювання!).

Після оцукрювання загальний затор нагрівають до 78 °С і перекачують на фільтрування [13, 29].

Виробництво низькоглютенowego пива з використанням амаранту. Для приготування пивного сусла використовують пивоварний ячмінний солод та амарант. Як додаткове джерело ферментів використовують ферментний препарат «Термаміл SC» — термостабільна α -амілаза для розрідження та деструкції крохмалю.

Сусло готують одновідварним способом затирання з кип'ятінням густої частини затору. Режим затирання наступний: у заторний апарат 1 набирають 1/3 частину води, що витрачається на один затор (гідромодуль 1:3), і нагрівають до 45 °С, потім задають 1/3 подрібненого ячмінного солоду, амарант та ферментний препарат. Затирання проводять при наступних температурних паузах:

52 °С – 30 хв.

63 °С – 20 хв

72 °С - 20 хв

85 °С - 20 хв

100 °С - 20 хв

На початку кип'ятіння першої частини затору в заторний апарат 2 набирають 2/3 частини води температурою не вище 45 °С, засипають частину

солоду, що залишилася, витримують 15 хв. Відварку охолоджують до 85 °С, перекачують із заторного апарату 1 до заторного апарату 2. Після змішування основного затору з відваркою температуру заторної маси встановлюють в межах 70 °С, при цій температурі витримують 20 хв. Далі затор підігрівують до 75 °С, витримують 20 хв, потім температуру підвищують до 95 °С, витримують до повного оцукрювання і перекачують на фільтрацію.

Кип'ятіння проводять протягом 60 хвилин з дозуванням хмелю. Хміль задають за таким режимом: 90 % через 15 хв після початку кип'ятіння і 10 % загальної норми за 30 хв до закінчення кип'ятіння сусла.

Охмелене сусло охолоджують до температури 12-16 °С та задають дріжджі. Головне бродіння проводиться при 5-6 °С протягом 7-9 діб [41].

Технологія виробництва безглютенового пива з використанням гречаної сировини. Зерно гречки відрізняється високою плівчастістю, в зв'язку з чим у ньому високий вміст некрохмалистих полісахаридів. У порівнянні з ячменем їх значно більше, наслідком чого стане збільшення втрати сухих речовин і зниження екстрактивності сусла, а також обумовлює відносно високу в'язкість затору.

Для приготування затору гречаний солод затирають з ферментним препаратом (Термаміл).

Щоб затор не був надто густим, гідромодуль становить близько 1:5.

Далі затор витримують при наступних температурних режимах:

- 45 °С - 10-15 хв.
- 50 °С – 10 хв.(білкова пауза)
- 63 °С – 40 хв. (мальтозна пауза)
- 72 °С – 20 хв. (оцукрювання)
- 78 °С – 1 хв.

По закінченню затирання затір перекачують на фільтрування.

Кип'ятіння проводять протягом 60 хвилин з дозуванням хмелю.

Після видалення білкового брукху та хмелю сусло охолоджують та перекачують в бродильне відділення задають, де дозуючи задають дріжджі.

Для розробки режиму бродіння під час виробництва безглютенового пива необхідний штам дріжджів, що має високу активністю для повного зброджування цукрів. Наприклад *S. Cerevisiae* 34/70.

На 5 - 6 добу бродіння температуру збільшують на 2 °С для максимального зброджування екстрактивних речовин та зниження кількості діацетилу. Молоде пиво перекачують на доброджування та дозрівання на 21 день за температури 0,5 °С [33, 37].

Альтернативний метод виробництва безглютенового пива полягає у виробництві пива з використанням солоду, що містить глютен (пшениця, ячмінь або жито), а потім впровадження процесу зниження вмісту глютену, щоб воно відповідало закону про вміст глютену (містило 20 ppm або менше глютену). Один із способів зробити це - використовувати фермент на початку процесу ферментації для розщеплення білка глютену.

Прикладом є запатентований продукт *Brewers Clarex* (також використовується для зменшення холодного помутніння у пиві). Цей фермент

(протеаза) розщеплює глютен до рівня нижче граничної кількості 20 ppm, тому таке пиво можна віднести до безглютенового. Оскільки дане пиво виробляється з ячменю, згідно із законом на етикетці також має бути зазначено «містить ячмінь». Це дозволяє людям ідентифікувати безглютенове пиво, приготоване з ячменю, окремо від безглютенового пива, приготовленого з безглютенових злаків [36].

1.5.1 Виробництво низкоглютенового та безглютенового пива в світі та в Україні

Зростаюча поширеність целіакії в усьому світі є основним рушійним фактором зростання світового ринку безглютенового пива. Більше того, доступність безглютенового пива з кожним роком збільшує кількість пивоварень. Зростаюча кількість крафтових пивоварень також підтримує доступність безглютенового пива та призводить до зростання ринку.

Здатність знижувати рівень холестерину, полегшувати проблеми з травленням і знижувати вміст жиру, пиво з низьким вмістом глютену, користується підвищеним попитом серед споживачів, які піклуються про своє здоров'я.

Експерименти споживачів з продуктами харчування та напоями також стимулюють попит на різноманітні сорти пива з низьким вмістом глютену. Крім того, потужні маркетингові ініціативи через різні канали сприяли поінформованості про продукти, доступні на ринку, для населення з непереносимістю глютену.

Нові сорти та розробки продукції привабили споживачів. Glutenberg була першою компанією, яка надала безглютенове пиво. Компанія починала з пропозиції безглютенового світлого пива; пізніше він розширив свій портфель, включивши, серед інших, американський пейл-ель, червоний ель та індійський пейл-ель. Світовий ринок безглютенового пива сегментований за регіонами на Північну Америку, Європу, Азіатсько-Тихоокеанський регіон та решту світу (RoW) [6, 34].

Ринок добре розвинений у США та Європі завдяки значній обізнаності про необхідність обмеження споживання глютену та контролю ризиків виникнення целіакії. Ринок продуктів без глютену зріс до приблизно 40 мільйонів споживачів: до чотирьох мільйонів з них страждають на целіакію, захворювання, яке вимагає від них уникати споживання глютену [34].

Наразі ринок безглютенового та низкоглютенового пива в Україні представлений імпортними представниками та слаборозвинений.

Виробники безглютенового пива в світі:

Півний бар La Binchoise (Бельгія). Доступні сорти пива: Golden era.

Autumn Brewing Co. (Великобританія) Доступні сорти пива: Bavarian Style Pilsner, English Pale Ale, Dark Roast Stout.

Dogfish. В основі використовується сорго.

New Planet – марка, яка посіла 3 місце на пивному фестивалі в США.

Redbridge – американський безглютеновий ель з легким ароматом

Bard's Tale Beer (США). Bard's Gold (Lager).

Bierly Brewing (США). Felix Pilsner; James Blonde Ale; Final Frontier IPA; Baker Street Porter.

Ноймарктер Ламмсброй (Німеччина). Lammsbräu Glutenfree Lager (рис.1.9).

Пивоварня *Greene King* (Великобританія). Асортимент - Англійський ель Old Speckled Hen; Greene King IPA (рис.1.10).



Рисунок 1.9 - Пиво **Lammsbräu**
Glutenfree Lager



Рисунок 1.10 - Пиво **Greene King**

Виробники низькоглютенового пива:

Daura Damm (Іспанія)- це пиво зі зниженим вмістом глютену. Це пиво виробляється в Іспанії, точніше в Барселоні, і поширене в Європі та США. (рис. 1.11)

Хемблтон Елес (Великобританія) Доступні сорти пива: GFA - безглютенівий ель; GFL – лагер; Stud Blonde;

Пиво *Mongozo* (Бельгія) - Доступні сорти пива: Premium Pilsener; Buckwheat White (в складі біла гречка) рис. 1.12

Brewery (Великобританія)- Gluten Reduced Pale Ale рис. 1.13

Chiltern Brewery (Великобританія) - Доступні сорти пива: Battle of Britain Old Ale; John Hampden's Golden Harvest Ale рис. 1.14 [35, 39, 46].



Рисунок 1.11 - пиво **Daura Damm**



Рисунок 1.12 - пиво **Mongozo**



Рисунок 1.13 - пиво **GRPA**



Рисунок 1.14 - пиво **Chiltern Brewery**

1.6 Недоліки пива з аглютоенової сировини

За даними ірландських дослідників, однією з проблем при виробництві пива з гречаного солоду є більш низький вміст в ньому амілолітичних ферментів, особливо β -амілази в порівнянні з ячмінним солодом [20].

Також в роботах вітчизняних вчених спостерігалася нездатність гречаного солоду оцукрювати затор. Тому для приготування якісного затору необхідно додавання екзогенних ферментних препаратів.

Крім того, зерно гречки відрізняється високою плівчастістю, в зв'язку з чим в ньому високий вміст некрохмалистих полісахаридів. У порівнянні з ячменем їх значно більше, наслідком чого стане збільшення втрати сухих речовин і зниження екстрактивності суслу, а також обумовлює відносно високу в'язкість затору, що призводить до труднощів при фільтруванні затору.

Ще однією проблемою є висока частка в ліпідах гречки ненасичених жирних кислот, які, як відомо, знижують піностійкість і смакову стабільність пива [16, 29].

1.7 Висновки до розділу 1

За результатами аналітичного огляду можна зробити наступні висновки:

1. У світі зростає все більша потреба та попит на безглютенові та низькоглютенові харчові продукти та напої. Використання аглютенової сировини для виробництва харчових продуктів забезпечує не тільки харчування хворих на глютену непереносимість, а й підтримку здорових людей на належному працездатному рівні.
2. За фізико-хімічними показниками аглютенова сировина відрізняється від злакових культур, які містять глютен. Основною відмінністю аглютенових злаків є низький вміст білової фракції, а саме глютеліни та проламіни. В порівнянні вміст глютелінів в зерні ячменю 26,6-41,9 % та гречки 10-12 % що є в 3 рази менше
3. Розглянуто характеристики солодів з різних аглютенових культур. З огляду на хімічний склад аглютенових солодів, для подальших досліджень обрано виробництво гречаного солоду.
4. Проаналізовано способи отримання пива з аглютенової сировини. Для подальшого дослідження було обрано гречану сировину, оскільки вона має збагачений мінеральний склад, а також вміст глютену в ній менше 20 ppm, що відповідає безглютеновій сировині.

1.8 Мета та задачі дослідження

Мета роботи: дослідження і удосконалення технології виробництва низькоглютенового пива з використанням гречки зі зниженим вмістом глютену.

Завдання досліджень:

- дослідити фізико-хімічні показники зерна гречки різних сортів;
- дослідити органолептичні і фізико-хімічні показники гречаного солоду;
- дослідити та порівняти вміст глютену в гречці та ячмені;
- отримати пиво з низьким вмістом глютену;
- дослідити фізико-хімічні показники пивного суслу та готового пива з використанням гречаного солоду;
- дослідити органолептичні показники готового пива;
- розробити рецептуру та режими удосконалення технології пива з використанням гречаної сировини.

2 МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Матеріали досліджень

Дослідження виконувались на кафедрі біотехнології продуктів бродіння та виноробства Національного університету харчових технологій, лабораторії «ХЕМА».

Для проведення лабораторних досліджень використовували:

- зерно гречки сортів: Українка та Антарія врожаю 2019, 2020 рр., згідно ДСТУ 4524:2006;
- зерно ячменю Себастьян згідно до ДСТУ 3769-98
- гречаний солод; ячмінний солод, який відповідає вимогам ДСТУ 4282:2004;
- дріжджі раси - Gervin GV – 12
- Зразок №1 – пивне сусло з 100% ячмінного солоду;
- Зразок №2 – пивне сусло: 85% ячмінного солоду, 15% гречаного солоду;
- Зразок №3 – пивне сусло: 80% ячмінного солоду, 20% гречаного солоду;
- Зразок №4 – пивне сусло: 75% ячмінного солоду, 25% гречаного солоду.

2.2 Методи досліджень

Визначення фізико-хімічних показників зерновій сировині

Визначення вологості в зерновій сировині

Визначення вологості провели висушуванням до постійної маси при температурі 130 °С [27].

Він є стандартним методом визначення вологості зерна та солоду і дозволяє отримати достатньо точні результати. Прискорення процесу сушіння досягається завдяки підвищенню температури до 130 °С та інтенсивній циркуляції сушильного агенту, що забезпечується вентилятором. Сушіння проводять в сушильній шафі СЕШ-3М.

На вагах зважують бюкс з покриттям, поміщають в нього наважку подрібненого солоду масою 5,00 г і ставлять у сушильну шафу. При досягненні в сушильній шафі температури 130 °С зразки висушують протягом 40 хв. Потім бюкси щипцями виймають з шафи, закривають покриттям, охолоджують у ексікаторі до кімнатної температури і повторно зважують. Вологість у відсотках (W) розраховують за формулою.

$$W = \frac{(m_2 - m_3)100}{(m_2 - m_1)} \%$$

Де, m_1 – маса бюкси без наважки, г; m_2 – маса бюкси з наважкою до висушування, г; m_3 – маса бюкси з наважкою після висушування, г.

Визначення вмісту крохмалю в зерновій сировині

Визначення крохмалю здійснювали за методом Еверса. Його суть полягає в переведенні крохмалю в розчинний стан при нагріванні із слабким розчином соляної кислоти і визначенні кута повороту площини поляризованого світла отриманим розчином [27].

Для визначення вмісту крохмалю наважку подрібненої сировини розчиняли при слабкому кип'ятінні з 1 %-ним розчином соляної кислоти. Отриманий прозорий розчин поляризували на поляриметрі з використанням трубки довжиною 200 мм.

Вміст крохмалю на суху речовину $C_{кр.сп}$, %, розраховують за формулою

$$C_{кр.сп} = \frac{\alpha K_E \cdot 100}{100 - W}$$

де α — показання поляриметра; K_E — коефіцієнт Еверса; W — вологість борошна, %.

Визначення вмісту білку в зерновій сировині

Визначення білку здійснювали за методом Кельдаля. Сутність методики полягає в тому, що зразок продукту розкладається (спалюється) сірчаною кислотою в присутності каталізатора, після чого отриманий після розкладання, пов'язаний у вигляді сульфату амонію, азот визначається титруванням [14].

Вміст азоту (А) у відсотках на суху речовину ячменю розраховують за формулою:

$$A = \frac{(a - b) \cdot 0.0014 \cdot 100 \cdot 100}{H \cdot (100 - w)}$$

де a — кількість взятого розчину сірчаної кислоти (0,1 моль/дм³), см³;

b — кількість гідроксиду натрію (0,1 моль/дм³), яка витрачена на зворотне титрування, см³;

w — вологість борошна, %;

H — наважка борошна, г.

Визначення фізико-хімічних показників солоду

Визначення кольору

Колір солоду визначають візуально при денному розсіяному світлі, а також при освітленні лампами розжарювання або люмінесцентними лампами, порівнюючи його з описанням цієї ознаки в стандартах чи еталонним зразком. Якщо результати досліджень розходяться, то визначення кольору проводять тільки при розсіяному денному світлі

Визначення смаку

50 г солоду змішують з із 100 см³ нагрітої до кипіння води, ретельно перемішують і закривають чашкою Петрі. Визначення смаку проводять органолептично після того, як суміш охолоне до температури 30-40 °С.

Запах визначали в цілому солоді. Наважку масою 100 г поміщали в скляний стакан і встановлювали запах солоду.

Визначення екстрактивності.

Екстрактивності в зерновій сировині проводили конгресним методом [27].

Суть методу полягає в переведенні в розчин екстрактивних речовин солоду під дією його особистих ферментів за умови, що близькі до оптимальних, з наступним відділенням розчину і визначення його концентрації на аналізаторі.

В попередньо зважений заторний стакан на технічних вагах зважують 50 г досліджуваного солоду тонкого помелу, приливають 200 см³ дистильованої води нагрітої до температури 47 °С. Стакан поміщають в заторний апарат або водяну баню, вода в якій попередньо нагріта до 45 °С. При цій температурі суміш

витримують 30 хв., періодично перемішуючи затір. Потім температуру затору поступово підвищують до 70 °С з інтенсивністю нагрівання 1 °С за хвилину. Коли температура затору в стакані досягне 70 °С, до нього приливають 100 см³ дистильованої води, нагрітої до 70 °С. За такої температури затір оцукрюють при періодичному перемішуванні протягом 1 год, після чого змивають водою залишки затору з мішалок і термометра в середину стакана і охолоджують до кімнатної температури. На вагах дистильованою водою масу затору доводять до 450 г, добре перемішують і фільтрують через складчастий паперовий фільтр в суху колбу. Воронка повинна вміщати весь затір, який потрібно перевести на фільтр відразу. Перші порції сусла повертають на фільтр. Під час фільтрування воронку прикривають склом або порцеляною пластиною, щоб запобігти випаровуванню води і концентруванню сусла.

Фільтрування продовжують до появи тріщин в шарі дробини на фільтрі, але не більше двох годин. В фільтраті пікнометром або рефрактометром визначають масову частку екстракту в лабораторному суслі.

Екстрактивність солоду на повітряно-суху речовину E_1 , %, розраховують за формулою

$$E_1 = \frac{e(800 + W)}{100 - e} \%,$$

де e — масова частка екстракту в лабораторному суслі, %; w — масова частка вологи в солоді, %.

Екстрактивність солоду на суху речовину E_2 , %, розраховують за формулою

$$E_2 = \frac{E_1 \cdot 100}{100 - W} \%.$$

Визначення тривалості оцукрювання солоду

Тривалість оцукрювання встановлюють при визначенні екстрактивності солоду стандартним методом. При досягненні температури затору 70° С через кожних 5 хв. скляною паличкою беруть краплю затору і поміщають її поруч з краплею йоду на білій порцеляновій пластині. Нахилиючи пластину, змішують обидві каплі і спостерігають за зміною забарвлення. Коли забарвлення йоду зовсім не змінюється оцукрювання вважають закінченим. Для порівняння на пластинку поміщають краплю дистильованої води, змішану з краплею йоду.

Визначення амілолітичної активності

Амілолітичну активність визначали колориметричним методом. Грунтується на гідролізі 1,0%-го буферного розчину крохмалю. Кінець реакції контролюється візуально за йодною пробою. Активність солоду характеризують числом одиниць АА в 1 г продукту. За одиницю АА беруть таку кількість ферменту, яка в суворо встановлених умовах (температура 30 °С, рН 4,7-4,9 і тривалість реакції 10 хв.) каталізує гідроліз 1 г розчиненого крохмалю до декстринів різної молекулярної маси. Ступінь гідролізу крохмалю повинна становити 30 % від введенного до реакції.

Величину АА, од./г, розраховують за формулою

$$AA = \frac{0,25 \cdot 60}{G \cdot \tau}$$

де 0,25 — маса крохмалю в 25 см³ розчину, г; 60 — перерахунок на одиницю часу; G — маса солоду в реакційному середовищі, г; τ — тривалість оцукрювання, хв.

Визначення фізико-хімічних показників пивного сусла

Визначення масової частки сухих речовин у пивному суслі ареометричним методом

Для аналізу використовують попередньо профільтроване і охолоджене до температури 20 °С сусло. Покази ареометра при температурі 20 °С вказують на вміст СР у суслі. Коли температура не дорівнює 20 °С, вносять поправку за таблицею. Аналіз повторюють тричі, для розрахунків знаходять середнє значення.

Визначення активної кислотності (рН)

рН затора має знаходитися в межах 5,5-5,6 од. Відхилення від цієї величини в лужний бік, що зазвичай спостерігається при роботі на карбонатної води, свідчить про необхідність підробітку води для затирання. Активну кислотність (рН) визначали на мікропроцесорному лабораторному рН-метрі.

Визначення титрованої кислотності

Титровану кислотність визначають у лабораторному суслі, отриманому при визначенні екстрактивності солоду стандартним методом. Метод оснований на нейтралізації кислот і їх кислих солей, що містяться в суслі, розчином гідроксиду натрію в присутності червоного фенолфталеїну як індикатора.

Кислотність лабораторного сусла визначали титруванням розчином гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ доки 4 краплі сусла, змішані на білій порцеляновій пластині з 2 краплями червоного фенолфталеїну, не перестануть його знебарвлювати.

Кислотність лабораторного сусла Кис_{л.с.}, в см³ гідроксиду натрію концентрацією 1 моль/дм³ на 100 см³ сусла, розраховували за формулою

$$Кис_{л.с.} = \frac{V \cdot 2}{10},$$

де V — кількість см³ гідроксиду натрію концентрацією 0,1 моль/дм³, що пішла на титрування;

2 — коефіцієнт перерахунку на 100 см³ сусла;

10 — коефіцієнт перерахунку 0,1 моль/дм³ розчину гідроксиду натрію на концентрацію 1 моль/дм³.

Визначення редукуючих речовин в суслі

Визначення редукуючих речовин в суслі визначали методом Вільштетера - Шудля, що базується на окисненні альдоз йодом [12]. Масова частка цукрів в розчині повинна бути не більше 0,5%

В розчину сусла 50 см³ додають розчин йоду конц. 0,1 моль/дм³ і з бюретки 3 см³ розчину луку концентрацією 1 моль/дм³. Колбу покривають склом, вміст колби перемішують і ставлять у темне місце, на 20 хв. Потім до суміші додають 4,5 см³ розчину сірчаної кислоти концентрацією 1 моль/дм³ і титрують розчином

тіосульфату натрію концентрацією 0,1 моль/дм³ до світло-жовтого забарвлення. Як індикатор використовують 1% -ний розчин крохмалю. Титрують до зникнення синього забарвлення. Паралельно проводять контрольне титрування, при якому замість розчину сусла береться 50 см³ дистильованої води. Масову частку редуруючих речовин в суслі розраховують за формулою

$$M = \frac{(V_1 - V_2)0,0171 \cdot 100n}{V},$$

де V_1 — об'єм розчину йоду концентрацією 0,1 моль/дм³ взятий на реакцію окиснення, см³; V_2 — об'єм розчину тіосульфату натрію концентрацією 0,1 моль/дм³, який пішов на титрування надлишку йоду, см³; n — коефіцієнт розведення сусла; V — об'єм розчину сусла, взятий на реакцію окиснення, см³.

Визначення вмісту амінного азоту в суслі

Вміст амінного азоту в суслі визначали йодометричним методом (по Попу і Стівенсу [40]).

В основу методу закладено здатність амінокислот утворювати розчинні комплексні сполуки з міддю. Надлишок міді відфільтровують, до фільтрату прибавляють оцтову кислоту, яка відщеплює від комплексної сполуки мідь з утворенням ацетату міді, після чого вносять йодистий калій. При взаємодії останнього з оцтовокислою міддю виділяється вільний йод, кількість якого пропорційна кількості міді, а значить і кількості амінного азоту. Вільний йод відтитровують розчином тіосульфату натрію в розрахунку [40].

Аналіз готового пива

Визначення масової частки спирту і дійсного екстракту в пиві дистиляційним методом

Метод полягає у відгонці (дистиляції) спирту із зваженої проби пива з наступним рефрактометричним визначенням густини дистиляту і залишку після відгонки, маса яких доведена до початкової маси проби.

Пиво 200,00 г, яке попередньо звільнили від діоксиду вуглецю, додали у перегінну колбу. В приймальну колбу наливали 10-15 см³ дистильованої води.

Далі проводять перегонку пива при слабкому нагріванні. до кипіння. Як тільки у приймальній колбі об'єм дистиляту буде становить 150-170 см³, перегонку закінчили. Колбу охолоджують проточною водою до температури 20 °С, після цього доводять масу дистиляту дистильованою водою до 200 г і цукроміром визначали концентрацію сухих речовин, яка відповідає вмісту дійсного екстракту.

Визначення масової частки дійсного екстракту. Залишок у перегінній колбі після відгонки спирту доводять водою до маси 200 г, ретельно перемішують і проводять вимірювання на рефрактометрі

Відносну густину витяжки ρ_{20}^{20} розраховують за формулою

$$\rho_{20}^{20} = \frac{G_2 - G}{G_1 - G}$$

де G — маса пустого пікнометра, г; G_1 — маса пікнометра з водою, г; G_2 — маса пікнометра з солодовою витяжкою, г.

Аромат і смак пива визначали органолептично

2.3 Методика досліджень

Загальна схема досліджень представлена на рисунку 2.1.

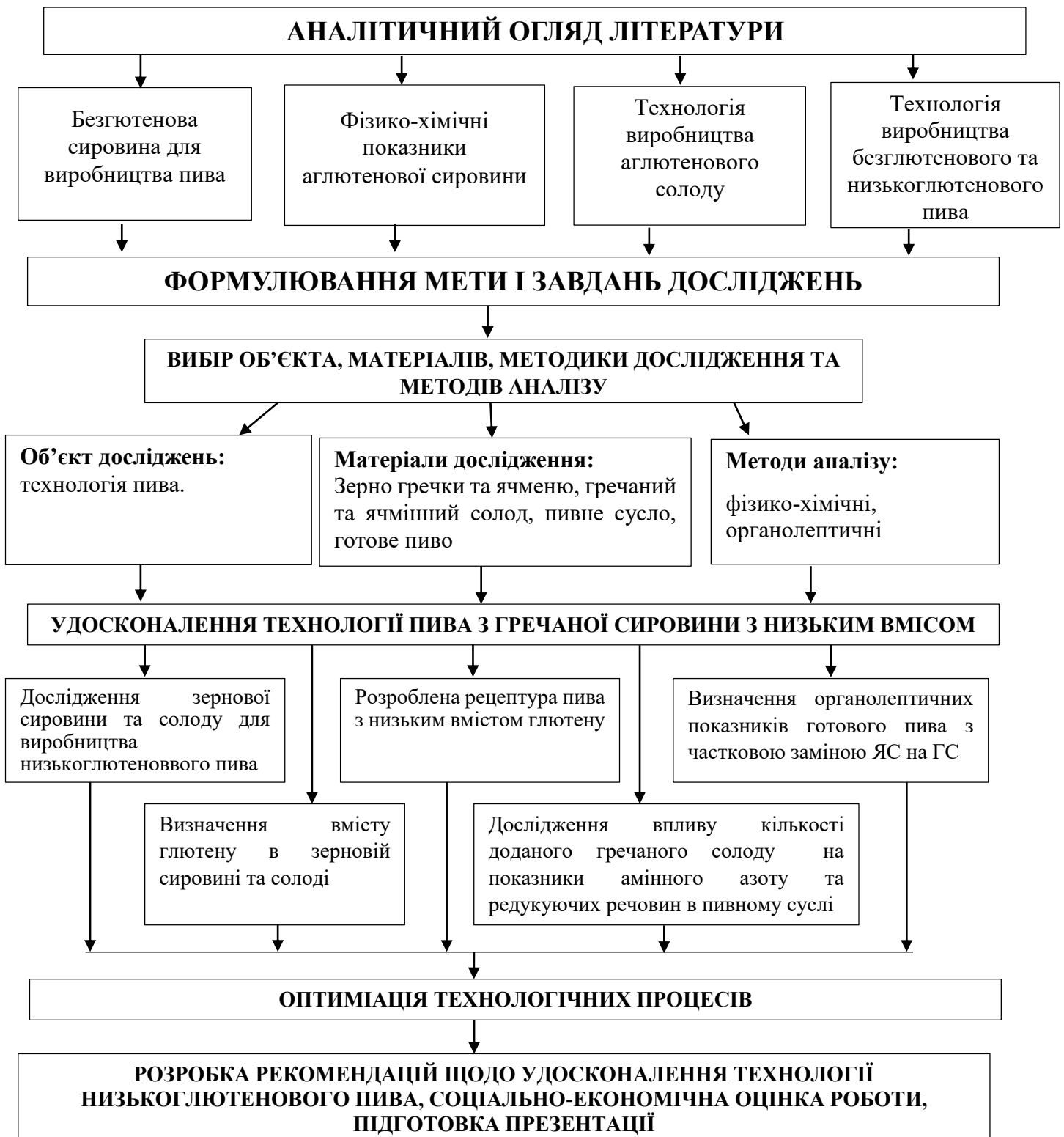


Рисунок 2.1 – Схема проведення досліджень

Для приготування пивного сусла використовували ячмінний солод, гречаний солод. Затір готувався настійним способом.

Сусло солодове отримували шляхом затирання при різних температурних паузах починаючи від 45 °С до 78 °С, з подальшим фільтруванням, кип'ятінням та охмеленням з подальшим охолодженням.

Готове пивне сушло зброджували і доброджували за класичним способом. В готовому пиві визначали фізико-хімічні показники [12].

Контрольним зразком було обрано Зразок №1.

Всі експерименти проводились в лабораторії з використанням необхідних для досліджень реактивів та обладнання.

2.4 Оброблення результатів досліджень

Визначення фізико-хімічних показників солоду і готового пива здійснювали в трьох повторях, на основі яких отримували середнє значення. Визначали абсолютну та відносну похибку результатів, допустимими вважали значення відносної похибки не більше 5%.

Обробку результатів дослідів здійснювали з використанням методів математичної статистики. Оброблення цифрових даних та графічне оформлення результатів дослідів здійснювали за допомогою персонального комп'ютера з застосуванням програм MS Word, MS Excel

2.5 Висновки до розділу 2

Під час виконання розділу було прийнято наступні рішення:

1. Розроблено блок-схему проведення дослідження;
2. Обрано та охарактеризовано матеріали дослідження;
3. Підібрані методики, що дають можливість оцінити фізико-хімічні показники досліджуваних зразків пива.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПИВА З ГРЕЧКИ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ (експериментальна частина)

Сировину для виробництва пива, сусло та готове пиво аналізували за органолептичними та фізико-хімічними показниками згідно з чинних стандартів та інструкцією технохімічного контролю.

3.1 Визначення фізико-хімічних показників сировини

Для солододорощення використовують придатну сировину, що відповідає вимогам технохімічним показниками. Зерно гречки має бути з низьким вмістом білка (10 – 12 % на СР), мати високу екстрактивність (70 – 80 %), містити не менше 50 % крохмалю тощо. Дані показники в свою чергу залежать від сортових особливостей культури та ґрунтового-кліматичних умов.

Для пивоварного ячменю значення показника вологості повинно бути не більше 14 – 15 %, для гречки – не більше 19 %.

На першому етапі досліджень було визначено вміст білка, крохмалю і води в зерні гречки сортів врожаю 2019 і 2020 рр вирощених в Київській обл.. Отримані результати представлені в таблиці 3.1.

**Таблиця 3.1 – Фізико-хімічні показники гречки
врожаю 2019 та 2020 рр.**

Сорт гречки	Білок, % на СР		Крохмаль, % на СР		Вологість, %	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Українка	12,5 ± 0,1	11,2 ± 0,2	61,5 ± 0,4	63,6 ± 0,1	11,5 ± 0,2	10,0 ± 0,1
Антарія	14,2 ± 0,2	13,1 ± 0,2	56,8 ± 0,4	52,3 ± 0,2	10,7 ± 0,2	9,3 ± 0,2

З отриманих даних досліджені сорти гречки за фізико-хімічними показниками відрізняються один від одного. Вміст білкових речовин в зерні гречки варіювався в межах 11 – 14 %. Найменше їх було в зерні сорту Українка (12,5 % і 11,2 % врожаю 2019 року та 2020 року, відповідно), максимум відзначався в зерні сорту Антарія (14,2 % і 13,1 % врожаю 2019 року і 2020 року відповідно).

Вміст крохмалю варіював в межах 52 – 71 %. Максимальна кількість крохмалю спостерігалась в зерні сорту Українка – 61,5 % (урожай 2019 року), а мінімальна – у сорту Антарія (56,8 %) врожаю 2019 року і 52,3 % врожаю 2020 року, відповідно.

Вміст вологості в досліджених сортах коливався в межах 9 – 11 %. Тільки в зерні сорту Українка врожаю 2019 року (11,5 %) цей показник трохи вище.

З отриманих результатів видно, що вище зазначеним вимогам придатності зерна для солододорощення, що висувуються до злакових культур, відповідав сорт Українка врожаю 2020 р, за вмістом води – всі досліджувані сорти незалежно від року врожаю, тому для подальшого дослідження зупинились на 2020 році врожаю.

Встановлено, що в зерні гречки врожаю 2020 р. вміст білка був нижче, а крохмалю вище в порівнянні з зерном врожаю 2019 року.

Для порівняння взяті найбільш поширенні сорти гречки, що вирощуються в інших регіонах України, наведені фізико-хімічні показники (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Вміст білка і крохмалю в зерні деяких сортів гречки, вирощених в Україні

Сорт	Білок, % на СР	Крохмаль, % на СР	Сорт	Білок, % на СР	Крохмаль, % на СР
Вікторія	15,5 – 18,0	74,0	Глорія	15,0 – 16,0	72,2
Аврора	14,0 – 16,7	73,0	Молва	15,1 – 15,3	66,0
Лада	16,4 – 17,0	72,0	Дикуль	13,5 – 13,7	65,0
Подольнка	15,8 – 15,9	73,6	Балада	13,9 – 14,1	65,0
Веселка	13,0 – 13,2	75,0	Казанська	12,4 – 12,6	66,0
Козачка	12,6 – 14,0	72,0	Аеліта	14,0 – 16,0	71,0

З представлених даних видно, що вміст білка і крохмалю варіює в широких межах від 12,4 до 18,0 % і від 65,0 до 75,0 % на СР, відповідно [2].

Таким чином, на даному етапі досліджень було встановлено, що серед вивчених сортів гречки є такі, в зерні яких вміст білка, крохмалю і вологи були близькі до показників для пивоварного ячменю [34]. Однак, гречка – дводольна рослина, будова насіння, розподіл речовин, а також фракційний склад білка інші, ніж у ячменю.

3.2 Визначення оптимальних умов солодощення зерна гречки

Процес солодощення можна регулювати дією певних факторів, до яких в першу чергу відносяться спосіб і ступінь замочування зерна, температура і тривалість пророщування та режим сушіння. При розробці ефективної технології солодощення необхідно визначити такі умови, які б дозволили за короткий період отримати солод з високою амілолітичною активністю і добрим розчиненням ендосперму. Тому було проведено ряд досліджень, спрямованих на визначення цих умов.

Для процесу пророщування зерна гречки був обраний зрошувальний спосіб оскільки, по-перше, він має переваги в порівнянні з іншими способами пророщування (коротша тривалість, менша витрата води і електроенергії), по-друге, як було показано вище, для більш ефективного процесу пророщування зерна гречки його слід вести без знаходження зерна під шаром води, і, по-третє, даний спосіб раніше ще не використовувався в приготуванні гречаного солоду (розділ 1).

3.3 Дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників гречаного солоду

Готовий гречаний солод був досліджений з метою визначення його органолептичних і фізико-хімічних показників якості. Для аналізу використовувався солод з зерна гречки сортів Українка і Антарія, що пройшов

попереднє відлежування протягом одного місяця. Отримані результати представлені в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Фізико-хімічні показники ячмінного і гречаного солодів

Показник	Ячмінний солод	Українка	Антарія
Вологість, %	4,5	7,8	11,0
Екстрактивність, % на СР	80,0	23,7	17,5
Білок, % на СР	11,0	12,8	16,3
Число Кольбаха, %	40,0	28,9	24,8
Вільний аміний азот, мг/100 г	135,0	96,0	-
Крохмаль, %	60,0	60,5	51,8
Амілолітична активність, од.	250	265	240

Солод, також як і зерно гречки сорту Українка, характеризувався більш низьким вмістом білка (12,8 %) і високим крохмалю (60,5 %) в порівнянні з сортом Антарія – 16,3 % і 51,8 %, відповідно. Високий рівень білка в пивоварінні є негативним фактором, який може негативно вплинути на процес бродіння пива і колоїдну стійкість готового продукту.

Слід також зазначити, що солод з сорту Українка характеризувався більш високою екстрактивністю і числом Кольбаха. Більш високі значення цих показників свідчили про краще розчинення солоду цього сорту в порівнянні з сортом Антарія. Висока екстрактивність солоду сорту Антарія при гарячій екстракції, по-видимому, була пов'язана з підвищеним вмістом в ньому білкових речовин, переважно альбумінової і глобулінової фракцій, в порівнянні з Українки, які легко переходять в розчин при більш високих температурах. Також можливо, що в цих умовах відбувався більш активний розпад білково-крохмальних комплексів, що тягне за собою, відповідно, збільшення екстрактивності. Всі ці дані свідчать про більш високу якість солоду із зерна гречки сорту Українка в порівнянні з сортом Антарія.

Незалежно від технології отримання гречаного солоду, його оцукрювана здатність була недостатньою, що пояснюється, головним чином, низькою активністю його β -амілази. Тому, при використанні гречаного солоду для приготування напоїв бродіння слід використовувати екзогенні ферментні препарати.

При порівняльному аналізі гречаного і ячмінного солодів було встановлено, що частина основних фізико-хімічних показників гречаного солоду обох сортів відрізнялася від значень, значень ячмінного солоду. Слід зазначити нижчу екстрактивність гречаного солоду, підвищений вміст білка та вологи. Інші показники, такі як, вміст крохмалю, вільного аміного азоту були близькі, а

амілолітична активність відповідали загальноприйнятим для ячмінного солоду критеріям.

3.3.1 Вміст глютену в зразках солоду

Згідно міжнародним стандартам, які регламентують якість продуктів харчування до аглютонових продуктів («agluten free») можуть бути віднесені продукти, в яких міститься не більше 200 мг глютену в розрахунку на 1 кг сухої речовини. Як правило, вміст гліадинів у глютені знаходиться на рівні 50%. Тому за нормою вмісту глютену 200 мг/кг (0,02%) відповідає гранична концентрація гліадину 100 мг/кг (0,01%). Тільки при такому рівні можна назвати продукт аглютоновим. Але на сьогодні в літературі активно обговорюється можливість зниження допустимого рівня глютену в таких продуктах до 20 мг/кг.

Для низькоглютонових продуктів гранична концентрація гліадину 1000 мг/кг (0,01%).

Досліджувані зразки солоду з зерна гречки були проаналізовані на вміст глютену.

Зразки гречаного і ячмінного солодів для визначення вмісту глютену були направлені в наукову лабораторію ТОВ «Хема» в м. Києві.

Аналіз проведено згідно методики набору R-Biopharm, RIDASCREEN Gliadin, lot 14291. Чутливість тесту 20 ppm (мг/кг)

Виконання тесту й коментарі: подрібнення й рідинна екстракція проведені згідно з рекомендаціями виробника.

«Без глютену» - вміст менше 20 ppm (2 мг/100 грамів продукту).

Одержані результати наведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Вміст глютену в зразках зерна і солоду

№	Назва зразків	Розведення зразка			ppm	Коментар
		1/10	1/400	1/1000		
1	Гречка (зерно)		нег.			не містить глютен
2	Гречаний солод		нег.			не містить глютен
3	Ячмінь (зерно)	поз.			162	містить глютен
4	Ячмінний солод	поз.			125	містить глютен

Як видно з табл. 3.6 зерно гречки (зразок 1), з якого зроблено солод, не містить глютену. І одержаний з цього зерна солод (зразок 2), також являється аглютоновим.

Визначення вмісту глютену в зерні ячменю (зразок 3) і одержаному з цього зерна солоді (зразок 4) показало, що в результаті солододорощення зерна вміст глютену в ньому знижується.

На нашу думку, це являється результатом ферментативних процесів, які мають місце при пророщуванні зерна. Відомо, що в зерні, яке проростає, крім інших речовин гідролізують і білкові речовини, в склад яких входять фракції проламіни і глютеліни (тобто глютен).

Одержані результати дослідження показали, що процес солодощення позитивно впливає на зниження вмісту глютену в ячмінному солоді, і в готовому солоді вміст глютену нижче, ніж в зерні, з якого виготовлено солод.

Таким чином, можна вважати солод з зерна гречки безглютеновим, оскільки містить менше 20 мг/кг глютену (додаток Б, додаток В). Відповідно, продукти, зроблені на основі такого солоду (пиво, квас), також можна віднести до безглютенових і використовувати в дієтичному харчуванні хворих на целиацію (глютенову непереносимість).

3.4 Аналіз пивного суслу

Пивне сусло готували з частковою заміною ячмінного солоду на гречаний. Рецептне співвідношення компонентів засипу із заміною ячмінного солоду на гречаний наведено на рис. 3.1.

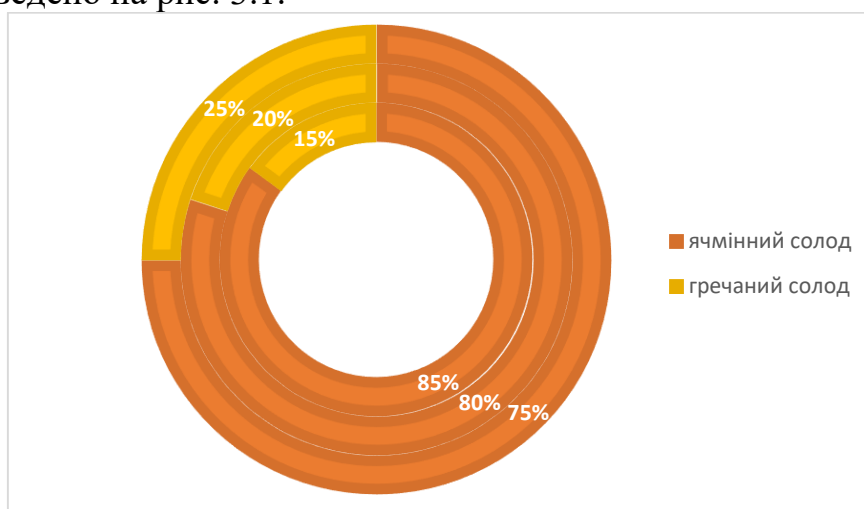


Рисунок 3.1 – Рецептне співвідношення компонентів пива із заміною ячмінного солоду на гречаний

Фізико-хімічні показники солодового суслу із частковою заміною ячмінного солоду на гречаний солод наведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Фізико-хімічні показники солодового суслу із частковою заміною ячмінного солоду на гречаний солод

Зразок	Вміст СР, %	рН	Титрована кислотність, моль/дм ³ NaOH		Вміст редукуючих речовин, г		Вміст амінного азоту, мг	
			на 100 см ³ суслу	На 100 г екст-ракту	На 100 см ³ суслу	На 100 г екст-ракту	На 100 см ³ суслу	На 100 г екст-ракту
Зразок №1	14	5,9	2,1	5,1	10,3	71,3	22,1	152,9
Зразок №2	14	5,9	4,5	11,9	13,2	91,0	24,2	167,1
Зразок №3	14	6,0	4,8	11,2	12,7	87,5	19,5	139,2
Зразок №4	14	5,9	4,1	9,5	11,9	82,1	13,4	92,4

Найкращі результати по вмісту редукуючих речовин та вмісту амінного азоту показав зразок №2, який був приготований із ячмінного та гречаного солоду у співвідношенні 85:15 % відповідно. Також можна побачити певну закономірність, що при збільшенні кількості гречаного солоду зменшується кількість редукуючих речовин і амінного азоту, це спричинене тим, що у гречаному солоді невелика кількість амілолітичних і протеолітичних ферментів, тому біологічно активні речовини не можуть гідролізуватися і потім екстрагуватися у розчин.

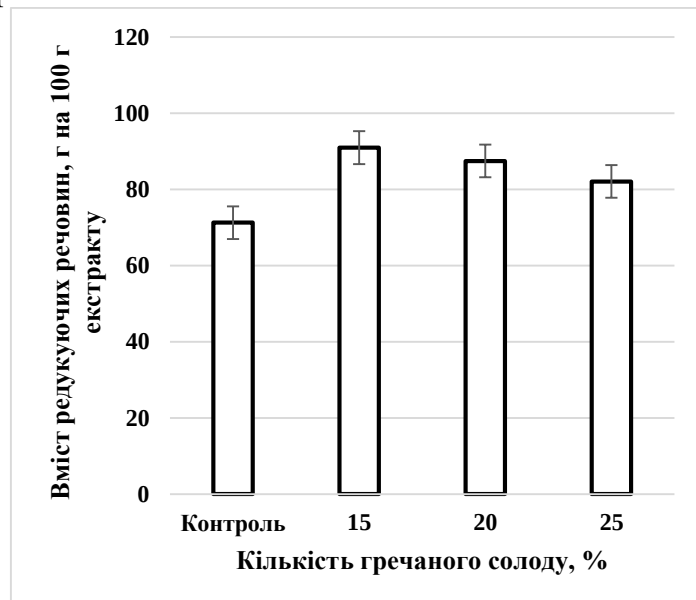


Рисунок 3.2 - Вміст редукуючих речовин в солодовому суслі

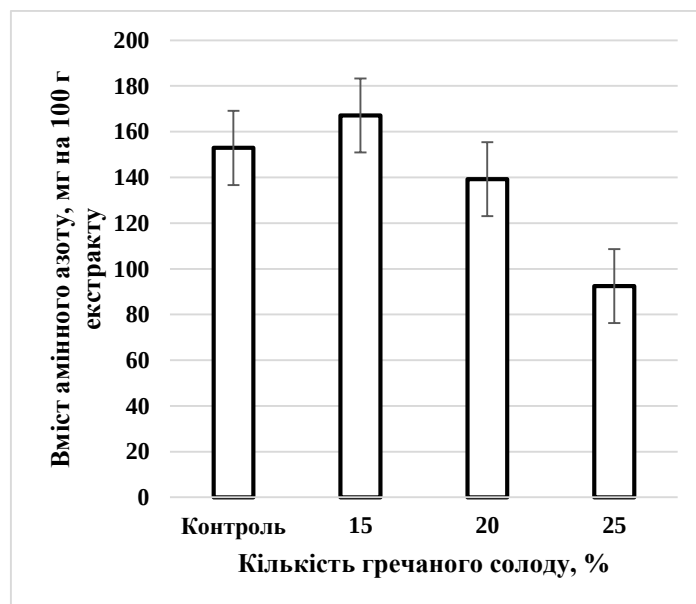


Рисунок 3.3 – Вміст амінного азоту в солодовому суслі

Сусло приготоване з ячмінного і гречаного солоду має якісні фізико-хімічні показники (рис.3.2, 3.3). Це дозволить в подальшому приготувати низькоглютенове пиво профілактичного призначення з кращими фізико-хімічними і органолептичними показниками.

3.5 Аналіз готового пива

Готове пиво, приготоване із частковою заміною ячмінного солоду на гречаний солод мало фізико-хімічні показники, що представлені у табл. 3.6

Таблиця 3.6 – Фізико-хімічні показники готового пива із частковою заміною ячмінного солоду на гречаний солод

Зразок пива	Вміст СР у поч. суслі, %	Колір, см ³ 0,1 моль/дм ³ р-ну йоду на 100 см ³ води	рН	Титрована кислотність, моль/дм ³ NaOH		Вміст етилового спирту, % мас	Масова частка дійсного екстракту, % мас
				на 100 см ³ пива	на 100 г екстракту		
Зразок №1	14	1,55	4,25	2,3	5,74	2,9	5,58
Зразок №2	14	1,75	4,29	2,65	6,1	3,5	5,51
Зразок №3	14	1,80	4,35	2,60	5,98	3,7	4,91
Зразок №4	14	1,82	4,26	2,75	6,23	3,8	4,83

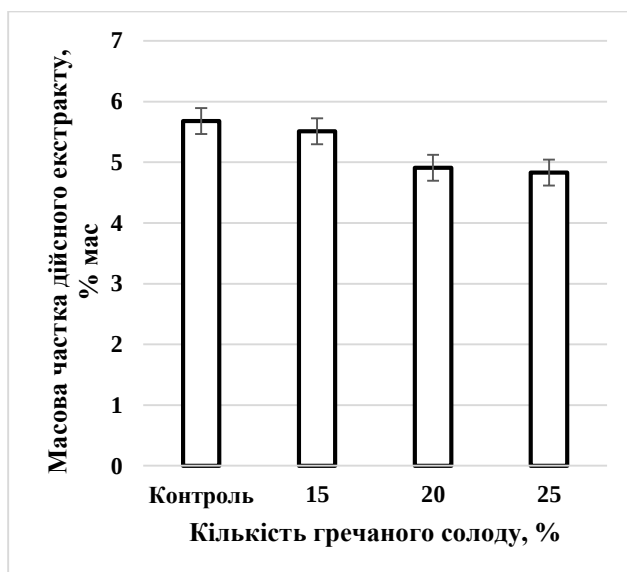
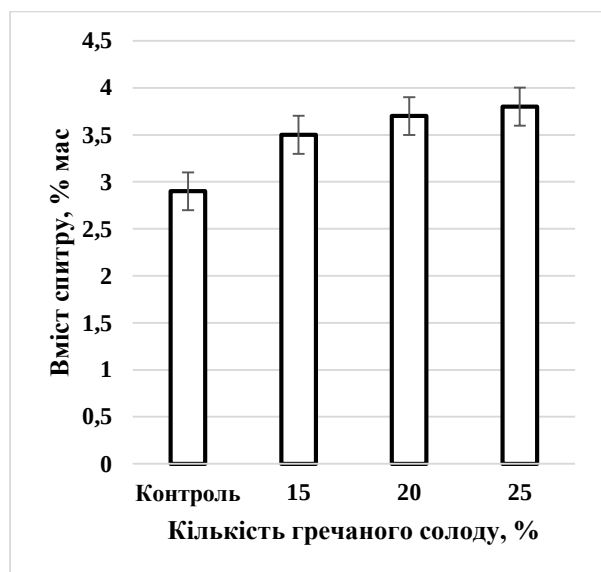


Рисунок 3.4 – Вплив кількості гречаного солоду на вміст етилового спирту і масову частку дійсного екстракту у готовому пиві

Зі збільшенням вмісту гречаного солоду збільшується кількість спирту і зменшується масова частка дійсного екстракту (рис. 3.4). Найкращі результати показав зразок №2: приготований із 85 % ячмінного солоду і 15 % гречаного солоду, так як він мав оптимальні результати по вмісту спирту і найкращі результати по масовій частці дійсного екстракту, тому що чим менше значення масової частки дійсного екстракту, тим краще дріжджі збродили сусло.

3.6 Органолептичний аналіз готового пива

Результати органолептичного аналізу готового пива представлено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 — Органолептична оцінка готового пива

Показник	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4
Зовнішній вигляд	Прозора рідина без осаду та включень			
	Блискучий, чистий, золотистий колір, рясна, густа піна	Чистий колір, густа, стійка піна	Чистий колір, густа піна з незначною стійкістю	Темно-золотавий колір, піна з незначною стійкістю
Аромат	Хмелевий, чистий, свіжий	Хмелевий, з легкими квітковими нотами.	Хмелевий з квітковими нотами	Лушпиння, квітковий, слабкий хмелевий
Смак	З хмелевою гіркотою, без сторонніх домішок	З хмелевою гіркотою, післясмак ледь солодкуватий	Незначна солодкість легка хмелева гіркота	Злегка солодкий з незначною хмелевою гіркотою

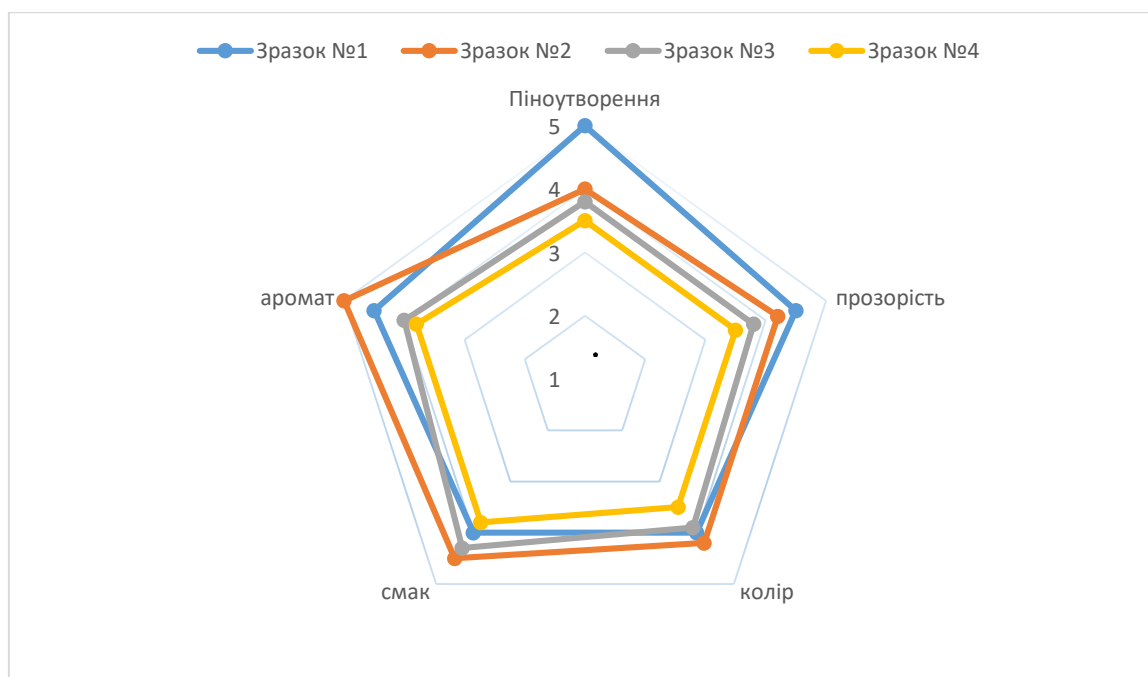


Рисунок 3.5 – Профілограма органолептичної оцінки пива

Пиво, отримане з використанням гречаної сировини, має задовільні органолептичні характеристики. Колір пива, гіркота та колоїдна каламутність посилюються при збільшенні кількості гречаної сировини.

При збільшенні кількості гречаної сировини, стійкість піни знижується в пиві, через низький вміст білків.

3.7 Розробка рецептури пива з низьким вмістом глютену з додаванням гречаної сировини

Рецептура пива «Гречаний ель» з додаванням гречаного солоду на 25 дм³ пива.

Сировина

Солод:

- Пілснер – 5кг
- Карамельний солод – 1кг
- Гречаного солоду – 1кг

Хміль:

- Мозаїк – 10 гр.
- Сладек – 10гр.

Дріжджі – Gervin GV – 12

Затір для одержання пивного сусла готувався двовідварним способом (рис.3.6)

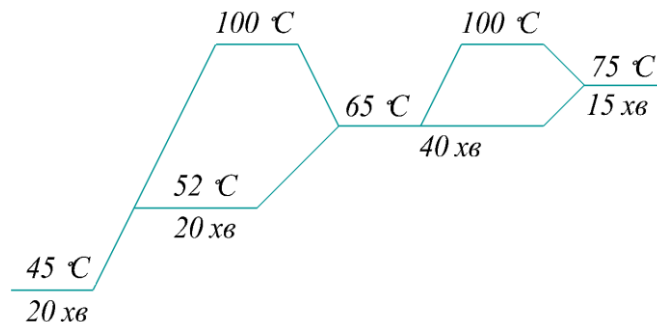


Рисунок 3.6 - Прискорений спосіб затирання з двома короткими відварками

Солод затираємо при температурі 45 °С витримуємо 20 хв. Поступово температуру піднімаємо до 52 °С витримуємо 20 хв, 1/3 об'єма відбираємо на відварку доводимо до кипіння, далі додаємо до загального затору та піднімаємо температуру до 65 °С витримуємо 40 хв. Через 15 хв. відбираємо 1/3 об'єму на відварку, доводимо до кипіння.

Відварку додаємо до загального затору, температуру піднімаємо до 75 °С витримуємо 15 хв.

Готове сусло перекачуємо на фільтрацію.

Кип'ятіння – 80 хв

Для охмелення пивного сусла використовували хміль - Мозаїк, який задаємо за 60 хв до кінця, та хміль - Сладек за 15 хв до кінця

Хміль Мозаїк за 60 хв до кінця

Хміль Сладек за 15 хв до кінця

Готове пивне охмелене сусло охолоджують до 16 °С, задають дріжджі Gervin GV – 12, та перекачують у ЦКБА для головного бродіння.

Головне бродіння проводять протягом 15 діб при температурі 16 - 19 °С, доброджування 9 діб. Далі протягом 5 діб температуру поступово понижають на 5 °С, доки температура готового пива не досягне 2 °С

3.8 Висновки до розділу 3

1. Досліджено фізико-хімічні показники гречки, як сировини для виробництва низькоглютенowego пива. На першому етапі досліджень було встановлено, що серед вивчених сортів гречки є такі, в зерні яких вміст білка, крохмалю і вологи були близькі до показників для пивоварного ячменю.
2. Досліджено гречаний солод за фізико-хімічними показниками. Оцукрювана здатність гречаного солоду недостатня, що пояснюється, низькою активністю його β -амілази. Тому при виробництві пива лише з гречаного солоду доцільне використання ферментних препаратів.
3. Дослідні зразки ячмінного та гречаного солоду а також зерно ячменю та гречки були проаналізовані на вміст глютену. В гречаному солоді як і в зерні гречки, вміст глютену не перевищує 20 ppm, що відповідає показнику аглютенових продуктів.
4. Розроблено рецептурне співвідношення компонентів засипу із заміною ячмінного солоду на гречаний: зразок №2, зразок №3, зразок №4. Досліджено фізико-хімічні показники пивного суслу, найкращі результати за вмістом редукуючих речовин (91,0 г на 100 г екстракту) та амінного азоту (167,1 мг на 100 г екстракту) показав зразок № 2.
5. Досліджено готове пиво за фізико-хімічними та органолептичними показниками. При частковій заміні ячмінного солоду на гречаний у співвідношенні 85:15%, готове пиво показало найкращі результати за вмістом спирту (3,5 %) та за масовою часткою дійсного екстракту (5,51 %). За органолептичними показниками зразок № 2 найбільш наближений до контрольного.
6. Удосконалено технологію низькоглютенowego пива, та розроблено рецептуру пива «Гречаний ель».

4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

4.1 Оптимізація технологічного процесу приготування пивного суслу з покращеним виходом амінного азоту

При оптимізації досліджень кількості гречаного та ячмінного солоду на вміст амінного азоту пивного суслу вихідної сировини було складено модель, на яку діють вхідні та вихідні параметри.

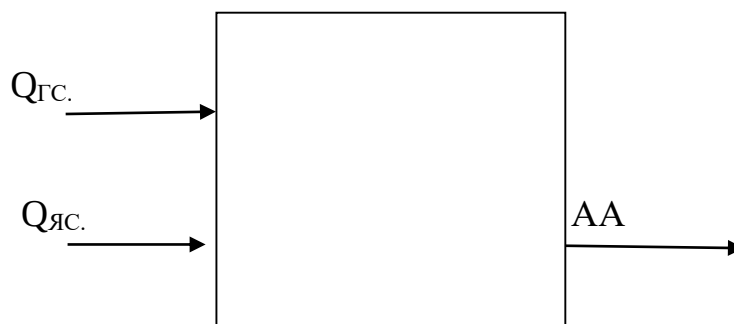


Рисунок 4.1 – Параметрична модель кількості гречаного т ячмінного солоду.

Математична модель має вигляд рівняння регресії, для оцінки якого застосовували наступні критерії:

- критерій Кохрена;
- критерій Стюдента;
- критерій Фішера.

Вибір змінної стану. В якості змінної стану вибрано вміст амінного азоту в пивному суслі.

Вибір факторів (параметрів). На вміст амінного азоту впливають наступні показники:

Вхідні:

- кількість гречаного солоду, %;
- кількість ячмінного солоду, %.

Вихідні:

- вміст амінного азоту, мг на 100 г екстракту.

Попередній експеримент. Було проведено декілька дослідів двохфакторного експерименту.

$$AA = f(Q_{Гс}, Q_{яс}) \quad (4.1)$$

AA – вміст амінного азоту;

$Q_{Гс.} = 15 - 25\%$ – кількість гречаного солоду;

$Q_{яс} = 85 - 75\%$ – кількість ячмінного солоду;

Складання математичної моделі

Вибираємо вид поліноміальної функції:

$$Y = f(X_1, X_2) \quad (4.2)$$

де Y – вміст амінного азоту; X_1 – кількість гречаного солоду ; X_2 – кількість ячмінного солоду.

Постановка задачі оптимізації. Знайти оптимальну кількість гречаного і ячмінного солодів, при якій спостерігається оптимальний амінного азоту в пивному суслі. Математично це можна виразити у вигляді отримання математичної моделі:

$$y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + b_{12} * X_1 X_2 \quad (4.3)$$

де Y – вміст амінного азоту; X_1 – кількість гречаного солоду; X_2 – кількість ячмінного солоду, b_0, b_1, b_2, b_{12} – коефіцієнти рівняння математичної моделі.

Вибір нульових рівнів. Пропонується центр плану помістити в точку з координатами:

$$X_1 = 20 \%;$$

$$X_2 = 80 \%;$$

Методом планування вибрано повний факторний експеримент (ПФЕ), виду $N = 2^2 = 4$

Проводились паралельні досліди (y_1, y_2, y_3)

Складаємо матрицю рівнів варіювання (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Матриця рівнів варіювання

Найменування рівнів варіювання	Позначення	Кількість гречаного солоду, %	Кількість ячмінного солоду, %
		$Q_{ГС}$	$Q_{ЯС}$
Верхній	+	25	85
Середній	0	20	80
Нижній	-	15	75
Крок	Δ	5	5

Складаємо матрицю плану (табл. 4.2)

Таблиця 4.2 - Матриця плану

$N \text{ n/n}$	x_0	x_1	x_2	$x_1 \cdot x_2$	y_1	y_2	y_3	$\bar{y}$	$S^2_{одн}$
1	+	+	+	+	153,3	152,6	152,8	152,9	0,13
2	+	+	-	-	166,7	167,3	167,3	167,1	0,12
3	+	-	+	-	139,5	138,8	139,3	139,2	0,13
4	+	-	-	+	92,9	92,1	92,2	92,4	0,19

Дисперсія вибіркова – дисперсія, обчислена за даними вибірки.

Перевіряємо однорідність дисперсій:

а) розраховуємо дисперсію паралельних дослідів для кожного рядка матриці плану, за рівнянням:

$$S_{одн_i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{m=3} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m-1} \quad (4.5)$$

де m – кількість паралельних дослідів, $m=3$;

i – поточний номер паралельного дослідів, $i = 1, 2, 3$;

y_i – експериментальні значення вихідного параметру за результатами i -го

паралельного дослідів;

$\bar{y}_i$ – середня значення вихідного параметру за результатами паралельних дослідів.

$$S_{одн_1}^2 = \frac{(153,3 - 152,9)^2 + (152,6 - 152,9)^2 + (152,8 - 152,9)^2}{3 - 1} = 0,13$$

$$S_{одн_2}^2 = \frac{(166,7 - 167,1)^2 + (167,3 - 167,1)^2 + (167,3 - 167,1)^2}{3 - 1} = 0,12$$

$$S_{одн_3}^2 = \frac{(139,5 - 139,2)^2 + (138,8 - 139,2)^2 + (139,3 - 139,2)^2}{3 - 1} = 0,13$$

$$S_{одн_4}^2 = \frac{(92,9 - 92,4)^2 + (92,1 - 92,4)^2 + (92,2 - 92,4)^2}{3 - 1} = 0,19$$

Визначаємо найбільше значення $S_{одн.max}^2$ з усіх розрахованих:

$$S_{одн.max}^2 = S_{одн_4}^2 = 0,19$$

Розраховуємо суму розрахованих дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_{одн.i}^2 = 0,57$$

G – критерій, або критерій Кохрена використовують для визначення однорідності дисперсій певних статистичних характеристик, коли число ступенів свободи є однаковим для двох дисперсій, а кількість дисперсій більша двох та одна з них значно перевищує інші. Розрахунковий критерій Кохрена дорівнює відношенню максимальної дисперсії до суми всіх дисперсій. Цей критерій базується на G -розподілі. Для розрахованих ступенів свободи та вибраного рівня значущості вибирають табличний G_m і порівнюють з розрахунковим G_p . Якщо $G_p < G_m$, то всі вибіркові дисперсії є однорідними.

Розраховуємо критерій Кохрена:

$$G_p = \frac{S_{одн.max}^2}{\sum_{i=1} S_{одн_i}^2} \quad (4.6)$$

де $S_{одн.max}^2$ – найбільша рядкова дисперсія (в рядках плану дослідів);

$$G_p = \frac{0,19}{0,57} = 0,333$$

д) вибираємо табличне значення критерія Кохрена G_m для значень ступенів вільності $f_1 = m - 1 = 3 - 1 = 2$ та $f_2 = N = 4$ та для рівня значущості $\alpha = 0,05$.

$$G_m = f_{1, f_2} = 0,9057;$$

е) перевіряємо виконання умови:

$$G_p < G_m, \text{ а саме: } G_p = 0,333 < G_m = 0,9057$$

є) робимо висновок, що дисперсії вважають однорідними, а значення вихідної величини є відтворюваним.

Дисперсія відтворюваності – дисперсія, що характеризує відтворюваність експерименту; обчислюється як середнє арифметичне вибірових дисперсій результатів паралельних (дублюючих) дослідів, якщо зазначені дисперсії однорідні.

Розраховуємо загальну похибку дослідів (всього експерименту), а саме, середнє арифметичне значення дисперсій $S_{від}^2$ в $N=4$ точках факторного простору:

$$S_{від}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{одн\ i}^2}{N} \quad (4.7)$$

$$S_{від}^2 = \frac{0,57}{4} = 0,14$$

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

$$B_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_{xi} \cdot \tilde{y}_i}{N} \quad (4.8)$$

$$B_0 = \frac{152,9 \cdot (+1) + 167,1 \cdot (+1) + 139,2 \cdot (+1) + 92,4 \cdot (+1)}{4} = 137,9$$

$$B_1 = \frac{152,9 \cdot (+1) + 167,1 \cdot (+1) + 139,2 \cdot (-1) + 92,4 \cdot (-1)}{4} = 22,1$$

$$B_2 = \frac{152,9 \cdot (+1) + 167,1 \cdot (-1) + 139,2 \cdot (+1) + 92,4 \cdot (-1)}{4} = 8,15$$

$$B_{12} = \frac{152,9 \cdot (+1) + 167,1 \cdot (-1) + 139,2 \cdot (-1) + 92,4 \cdot (+1)}{4} = -15,25$$

Перевірка на значущість коефіцієнтів регресії:

Критерій Стюдента характеризує відношення максимальної дисперсії до суми всіх дисперсій по паралельних дослідах; застосовується для перевірки однорідності вибірових дисперсій результатів паралельних дослідів.

Коефіцієнт Стюдента:

$$S_k = \sqrt{S_k^2}$$

$$S_k^2 = \frac{S_{\text{відт}}^2}{N}$$

$$S_k^2 = \frac{0,14}{4} = 0,035$$

$$S_k = \sqrt{0,035} = 0,187$$

$$t_{b0} = \frac{|137,9|}{0,187} = 737,43$$

$$t_{b1} = \frac{|22,1|}{0,187} = 118,18$$

$$t_{b2} = \frac{|8,15|}{0,187} = 43,58$$

$$t_{b12} = \frac{|-15,25|}{0,187} = 81,55$$

Знаходимо табличне значення коефіцієнта Стюдента – $t_r=2,78$ ($\alpha=0,05$; $f=4$). Потім перевіряємо умову значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме $t_{bk} > t_r$, якщо ця умова не виконується – то коефіцієнт є незначущим і ним можна знехтувати.

Записуємо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії:

$$\hat{Y} = 137,9 + 22,1 \cdot X_1 + 8,15 \cdot X_2 - 15,25 \cdot X_{1,2}$$

Перевірка рівняння регресії на адекватність

Адекватність рівняння регресії – відповідність рівняння регресії дослідним даним. Зазвичай, відповідність оцінюють у межах помилки відтворюваності.

Перевіряємо адекватність отриманого рівняння регресії на адекватність дійсному процесу:

$$F_p = \frac{S_{\text{ад}}^2}{S_{\text{від}}^2}$$

$$S_{\text{ад}}^2 = S_{\text{зал}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\tilde{y}_i - \hat{Y}_i)^2}{N - 1}$$

$$\hat{Y}_1 = 137,9 + 22,1 (+1) + 8,15 (+1) - 15,25 (+1) = 152,9;$$

$$\hat{Y}_2 = 137,9 + 22,1 (+1) + 8,15 (-1) - 15,25 (-1) = 167,1;$$

$$\hat{Y}_3 = 137,9 + 22,1 (-1) + 8,15 (+1) - 15,25 (-1) = 139,2;$$

$$\hat{Y}_4 = 137,9 + 22,1 (-1) + 8,15 (-1) - 15,25 (+1) = 92,4.$$

$$S_{ад}^2 = \frac{3}{7} \cdot \left[(152,9 - 152,9)^2 + (167,1 - 167,1)^2 + (139,2 - 139,2)^2 + (92,4 - 92,4)^2 \right] = 0$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{відт}^2} = \frac{0}{0,14} = 0.$$

$f_1 = N \cdot m - l = 4 \cdot 3 - (4 + 1) = 7$; $f_2 = N \cdot (m - 1) = 4 \cdot (3 - 1) = 8$. У нашому випадку $S_{ад}^2 > S_{відт}^2$, тоді при $\alpha = 0,05$ $k_1 = f_1 = 7$; $k_2 = f_2 = 8$; $F_T = 3,5005$; $F_p < F_T$.

Якщо $F_p < F_T$ то рівняння адекватне.

$F_p < F_T = 0 < 3,5005$ тому рівняння регресії вважається адекватним.

Перейдемо від безрозмірних (кодованих) значень факторів до їх натуральних значень:

$$X_1 = \frac{Q_{ГС} - 10}{5}$$

$$X_2 = \frac{Q_{ЯС} - 90}{5}$$

$$\begin{aligned} AA &= 137,9 + 22,1 \cdot \left(\frac{Q_{ГС} - 10}{5} \right) + 8,15 \cdot \left(\frac{Q_{ЯС} - 90}{5} \right) - 15,25 \cdot \left(\frac{Q_{ГС} - 10}{5} \right) \cdot \left(\frac{Q_{ЯС} - 90}{5} \right) = \\ &= -602 + 59,32 Q_{ГС} + 7,73 Q_{ЯС} - 0,61 Q_{ГС} Q_{ЯС} \end{aligned}$$

Рівняння регресії

$$AA = -602 + 59,32 Q_{ГС} + 7,73 Q_{ЯС} - 0,61 Q_{ГС} Q_{ЯС}$$

Отримане значення свідчить про те, що отримане рівняння регресії залежності кількості амінного азоту вихідної сировини забезпечується кількістю гречаного та ячмінного солодів.

4.2 Оптимізація технологічного процесу зброджування пивного суслу

При оптимізації досліджень кількості гречаного та ячмінного солоду на масову частку дійсного екстракту вихідної сировини було складено модель, на яку діють вхідні та вихідні параметри.



Рисунок. 4.2 – Параметрична модель кількості гречаного та ячмінного солоду.

Математична модель має вигляд рівняння регресії, для оцінки якого застосовували наступні критерії:

- критерій Кохрена;
- критерій Стюдента;
- критерій Фішера.

Вибір змінної стану. В якості змінної стану вибрано масової частки дійсного екстракту.

Вибір факторів (параметрів). На вміст масової частки дійсного екстракту впливають наступні показники:

Вхідні:

- кількість гречаного солоду, %;
- кількість ячмінного солоду, %.

Вихідні:

- масова частка дійсного екстракту, % мас.

Попередній експеримент. Було проведено декілька дослідів двохфакторного експерименту.

$$DE = f(Q_{ГС}, Q_{ЯС}) \quad (4.1)$$

ДЕ – масова частка дійсного екстракту;

$Q_{ГС} = 15 - 25\%$ – кількість гречаного солоду;

$Q_{ЯС} = 85 - 75\%$ – кількість ячмінного солоду;

Складання математичної моделі

Вибираємо вид поліноміальної функції:

$$Y = f(X_1, X_2) \quad (4.2)$$

де Y – масова частка дійсного екстракту; X_1 – кількість гречаного солоду; X_2 – кількість ячмінного солоду.

Постановка задачі оптимізації. Знайти оптимальну кількість гречаного і ячмінного солодів, при якій спостерігається оптимальна масова частка дійного екстракту в пивному суслі. Математично це можна виразити у вигляді отримання математичної моделі:

$$y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + b_{12} * X_1 X_2 \quad (4.3)$$

де Y – масова частка дійсного екстракту; X_1 – кількість гречаного солоду; X_2 – кількість ячмінного солоду, b_0, b_1, b_2, b_{12} – коефіцієнти рівняння математичної моделі.

Вибір нульових рівнів. Пропонується центр плану помістити в точку з координатами:

$X_1 = 20\%$;

$X_2 = 80\%$;

Методом планування вибрано повний факторний експеримент (ПФЕ), виду $N = 2^2 = 4$

Проводились паралельні досліді (y_1, y_2, y_3)

Складаємо матрицю рівнів варіювання (табл.4.3).

Таблиця 4.3 – Матриця рівнів варіювання

Найменування рівнів варіювання	Позначення	Кількість гречаного солоду, %	Кількість ячмінного солоду, %
		Q _{ГС}	Q _{ЯС}
Верхній	+	25	85
Середній	0	20	80
Нижній	-	15	75
Крок	Δ	5	5

Складаємо матрицю плану (табл. 4.4)

Таблиця 4.4 - Матриця плану

№ n/n	x ₀	x ₁	x ₂	x ₁ ·x ₂	y ₁	y ₂	y ₃	ȳ	S ² _{одн}
1	+	+	+	+	5,44	5,56	5,53	5,51	0,0039
2	+	+	-	-	4,77	4,84	4,88	4,83	0,0031
3	+	-	+	-	4,86	4,99	4,88	4,91	0,0049
4	+	-	-	+	5,51	5,64	5,59	5,58	0,0043

Дисперсія вибіркова – дисперсія, обчислена за даними вибірки.

Перевіряємо однорідність дисперсій:

а) розраховуємо дисперсію паралельних дослідів для кожного рядка матриці плану, за рівнянням:

$$S_{одн_i}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{m=3} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{m-1} \quad (4.5)$$

де m – кількість паралельних дослідів, $m=3$;

i – поточний номер паралельного досліду, $i = 1,2,3$;

y_i – експериментальні значення вихідного параметру за результатами i -го

паралельного досліду;

$\bar{y}_i$ – середня значення вихідного параметру за результатами паралельних дослідів.

$$S_{одн_1}^2 = \frac{(5,44 - 5,51)^2 + (5,56 - 5,51)^2 + (5,53 - 5,51)^2}{3 - 1} = 0,0039$$

$$S_{одн_2}^2 = \frac{(4,77 - 4,83)^2 + (4,84 - 4,83)^2 + (4,88 - 4,83)^2}{3 - 1} = 0,0031$$

$$S_{одн_3}^2 = \frac{(4,86 - 4,91)^2 + (4,99 - 4,91)^2 + (4,88 - 4,91)^2}{3 - 1} = 0,0049$$

$$S_{одн_4}^2 = \frac{(5,51 - 5,58)^2 + (5,64 - 5,58)^2 + (5,59 - 5,58)^2}{3 - 1} = 0,0043$$

Визначаємо найбільше значення $S_{одн.max}^2$ з усіх розрахованих:

$$S_{одн\max}^2 = S_{одн3}^2 = 0,0049$$

Розраховуємо суму розрахованих дисперсій:

$$\sum_{i=1}^N S_{одн.i}^2 = 0,0162$$

G – критерій, або критерій Кохрена використовують для визначення однорідності дисперсій певних статистичних характеристик, коли число ступенів свободи є однаковим для двох дисперсій, а кількість дисперсій більша двох та одна з них значно перевищує інші. Розрахунковий критерій Кохрена дорівнює відношенню максимальної дисперсії до суми всіх дисперсій. Цей критерій базується на G -розподілі. Для розрахованих ступенів свободи та вибраного рівня значущості вибирають табличний G_m і порівнюють з розрахунковим G_p . Якщо $G_p < G_m$, то всі вибіркві дисперсії є однорідними.

Розраховуємо критерій Кохрена:

$$G_p = \frac{S_{одн\max}^2}{\sum_{i=1} S_{одн.i}^2} \quad (4.6)$$

де $S_{одн.\max}^2$ - найбільша рядкова дисперсія (в рядках плану дослідів);

$$G_p = \frac{0,19}{0,57} = 0,3024$$

д) вибираємо табличне значення критерія Кохрена G_m для значень ступенів вільності $f_1 = m - 1 = 3 - 1 = 2$ та $f_2 = N = 4$ та для рівня значущості $\alpha = 0,05$.

$$G_m = f_{1,f_2} = 0,9057;$$

е) перевіряємо виконання умови:

$$G_p < G_m, \text{ а саме: } G_p = 0,3024 < G_m = 0,9057$$

є) робимо висновок, що дисперсії вважають однорідними, а значення вихідної величини є відтворюваним.

Дисперсія відтворюваності – дисперсія, що характеризує відтворюваність експерименту; обчислюється як середнє арифметичне вибіркових дисперсій результатів паралельних (дублюючих) дослідів, якщо зазначені дисперсії однорідні.

Розраховуємо загальну похибку дослідів (всього експерименту), а саме, середнє арифметичне значення дисперсій $S_{від.}^2$ в $N=4$ точках факторного простору:

$$S_{відт}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{одн.i}^2}{N} \quad (4.7)$$

$$S_{відт}^2 = \frac{0,0162}{4} = 0,0041$$

Розраховуємо коефіцієнти рівняння регресії

$$B_i = \frac{\sum_{i=1}^N z_{xi} \cdot \tilde{y}_i}{N} \quad (4.8)$$

$$B_0 = \frac{5,51 \cdot (+1) + 4,83 \cdot (+1) + 4,91 \cdot (+1) + 5,58 \cdot (+1)}{4} = 5,207$$

$$B_1 = \frac{5,51 \cdot (+1) + 4,83 \cdot (+1) + 4,91 \cdot (-1) + 5,58 \cdot (-1)}{4} = -0,037$$

$$B_2 = \frac{5,51 \cdot (+1) + 4,83 \cdot (-1) + 4,91 \cdot (+1) + 5,58 \cdot (-1)}{4} = 0,002$$

$$B_{12} = \frac{5,51 \cdot (+1) + 4,83 \cdot (-1) + 4,91 \cdot (-1) + 5,58 \cdot (+1)}{4} = 0,337$$

Перевірка на значущість коефіцієнтів регресії:

Критерій Стюдента характеризує відношення максимальної дисперсії до суми всіх дисперсій по паралельних дослідах; застосовується для перевірки однорідності вибірових дисперсій результатів паралельних дослідів.

Коефіцієнт Стюдента:

$$S_k = \sqrt{S_k^2}$$

$$S_k^2 = \frac{S_{\text{відт}}^2}{N}$$

$$S_k^2 = \frac{0,004}{4} = 0,001$$

$$S_k = \sqrt{0,001} = 0,031$$

$$t_{b0} = \frac{|5,207|}{0,031} = 167,96$$

$$t_{b1} = \frac{|-0,037|}{0,031} = 1,19$$

$$t_{b2} = \frac{|0,002|}{0,031} = 0,064$$

$$t_{b12} = \frac{|0,337|}{0,031} = 10,87$$

Знаходимо табличне значення коефіцієнта Стюдента – $t_r=2,78$ ($\alpha=0,05$; $f=4$). Потім перевіряємо умову значущості кожного з коефіцієнтів регресії, а саме $t_{bk} > t_r$, якщо ця умова не виконується – то коефіцієнт є незначущим і ним можна знехтувати.

Записуємо в остаточному вигляді отримане рівняння регресії:

$$\hat{Y} = 5,207 + 0,337 \cdot X_{1,2}$$

Перевірка рівняння регресії на адекватність

Адекватність рівняння регресії – відповідність рівняння регресії дослідним даним. Зазвичай, відповідність оцінюють у межах помилки відтворюваності.

Перевіряємо адекватність отриманого рівняння регресії на адекватність дійсному процесу:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{від}^2}$$

$$S_{ад}^2 = S_{зал}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (\tilde{y}_i - \hat{Y}_i)^2}{N - 1}$$

$$\hat{Y}_1 = 5,207 + 0,337 (+1) = 5,54;$$

$$\hat{Y}_2 = 5,207 + 0,337 (-1) = 4,87;$$

$$\hat{Y}_3 = 5,207 + 0,337 (-1) = 4,87;$$

$$\hat{Y}_4 = 5,207 + 0,337 (+1) = 5,54.$$

$$S_{ад}^2 = \frac{3}{7} \cdot \left[(5,51 - 5,54)^2 + (4,83 - 4,87)^2 + (4,91 - 4,87)^2 + (5,58 - 5,54)^2 \right] = 0,002$$

Розрахунковий критерій Фішера:

$$F_p = \frac{S_{ад}^2}{S_{відт}^2} = \frac{0,002}{0,004} = 0,5$$

$$f_1 = N \cdot m - l = 4 \cdot 3 - (4 + 1) = 7; \quad f_2 = N \cdot (m - 1) = 4 \cdot (3 - 1) = 8.$$

У нашому випадку $S_{ад}^2 > S_{від}^2$, тоді при $\alpha = 0,05$ $k_1 = f_1 = 7$; $k_2 = f_2 = 8$; $F_T = 3,5005$; $F_p < F_T$.

Якщо $F_p < F_T$ то рівняння адекватне.

$F_p < F_T = 0,5 < 3,5005$ тому рівняння регресії вважається адекватним.

Перейдемо від безрозмірних (кодованих) значень факторів до їх натуральних значень:

$$X_1 = \frac{Q_{ГС} - 10}{5}$$

$$X_2 = \frac{Q_{ЯС} - 90}{5}$$

$$\begin{aligned} DE &= 5,207 + 0,337 \cdot \left(\frac{Q_{ГС} - 10}{5} \right) \cdot \left(\frac{Q_{ЯС} - 90}{5} \right) = \\ &= 17,337 - 1,21 Q_{ГС} - 0,135 Q_{ЯС} + 0,0135 Q_{ГС} Q_{ЯС} \end{aligned}$$

Рівняння регресії

$$DE = 17,337 - 1,21 Q_{ГС} - 0,135 Q_{ЯС} + 0,0135 Q_{ГС} Q_{ЯС}$$

Отримане значення свідчить про те, що отримане рівняння регресії залежності дійсного екстракту вихідної сировини забезпечується кількістю гречаного та ячмінного солодів.

4.3 Висновки до розділу 4

1. За методом повного факторного експерименту ПФЕ 2^3 складений план з відповідними матрицями планування експерименту і вказанням кількості дослідів та межі зміни факторів. Завдяки статистичній обробці даних отримано рівняння регресії $\hat{Y} = 137,9 + 22,1 \cdot X_1 + 8,15 \cdot X_2 - 15,25 \cdot X_{1,2}$, яке є адекватним досліджуваному процесу виходу кількості амінного азоту, в залежності від кількості заміненого ячмінного солоду на гречаний.

2. За методом повного факторного експерименту ПФЕ 2^3 складений план з відповідними матрицями планування експерименту і вказанням кількості дослідів та межі зміни факторів. Завдяки статистичній обробці даних отримано рівняння регресії $\hat{Y} = 5,207 + 0,337 \cdot X_{1,2}$, яке є адекватним досліджуваному процесу виходу масової частки дійсного екстракту в залежності від кількості заміненого ячмінного солоду на гречаний.

5 СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Одне з завдань сучасного пивоваріння – поліпшення якості готового продукту, та розширення асортименту продукції, що випускається. Вирішення цих завдань можливо за рахунок розробки технології нових сортів пива з використанням нетрадиційної сировини, що сприяє збагаченню пива корисними для організму людини речовинами.

Люди стають все більш обізнаними про своє здоров'я. Поява продуктів без глютену та продуктів зі зниженим вмістом глютену може здатися двома подібними доповненнями на ринку пива, особливо для тих, у кого є непереносимість глютену, алергія на глютен і навіть тих, хто страждає на целиакію та виразковий коліт.

Від 1 % до 3 % людей у світі хворіють на аутоімунне запалення кишечника - целиакію. Целиакія є хронічним, довічним, аутоімунним захворюванням, яке уражує тонку кишку у генетично схильних до цього осіб внаслідок повного харчового несприйняття глютену - тобто білків злакових рослин (насамперед, пшениці, жита, ячменю, вівса) - і яке вимагає довічного дотримання дієти з повним виключенням з раціону всіх продуктів, що містять глютен. Пошкодження слизової оболонки тонкого кишечника стає причиною суттєвого погіршення перетравлення та засвоєння важливих харчових речовин. Абсолютна необхідність у відмові від продуктів і напоїв з глютену, тобто від пшениці, жита і ячменю є у хворих з підтвердженою целиакією.

На сьогодні в Україні за попередніми оцінками живуть приблизно 400-600 тис. осіб, які страждають на целиакію (глютену ентеропатію) та несприятливість глютену.

«Модне» та здорове харчування у сучасному світі швидко завойовує нових прихильників.

Виробництво безглютенового та низькоглютенового пива потрібне людям, які страждають на целиакію, а також розширить асортимент для людей які дотримуються здорового способу життя та правильного харчування. Сучасні споживачі часто звертають увагу не лише на смак напою, а ще й на його користь для організму.

Пиво з низьким вмістом глютену пропонує можливість спробувати нові текстури та смаки. Виготовлені з іншими злаками, вони забезпечують широкий спектр нових ароматів. Забезпечує вітамінами та мінералами. Вони походять із злаків, з яких вони виготовлені. Кілька прикладів - кальцій, калій, фосфор, цинк, вітаміни групи В, рибофлавін, кремній та ніацин. Внесок цих мінералів корисний для профілактики деяких нейродегенеративних захворювань.

Процес вилучення з продуктів глютену є складним і високовартісним. При цьому, кількісне визначання глютену в харчовому продукті чи інгредієнті з метою контролю повинно бути ґрунтоване на імуно-ферментному аналізі, який також є високовартісним. Враховуючи все вищезазначене, ціна готового безглютенового продукту зростає у декілька разів.

Для виготовлення безглютенового пива, окрім вартості інгредієнтів, стає ще одна проблема пов'язана з обладнанням для дезінфекції або інвестуванням у спеціальні цехи для виробництва.

Низькоглютенове пиво за рахунок часткової зміни ячмінного солоду на агютеновий значно дешевше ніж безглютенове.

На сьогодні використання нетрадиційної сировини в пивоварінні розширює та вдосконалює асортимент продукції, робить актуальним та функціональним даний продукт.

В Україні на даний час, на відміну від європейських країн, відсутні соціальні програми у забезпеченні хворих на целиацію продуктами харчування та лікуванням.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Правила охорони праці під час роботи в хімічних лабораторіях поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності й організаційно-правової форми, діяльність яких пов'язана з виробленням хімічних речовин і хімічної продукції, гумових і пластмасових виробів, іншої неметалевої мінеральної продукції, збиранням, обробленням й видаленням відходів, відновленням матеріалів, проведенням наукових досліджень та розробок в галузі природничих та технічних наук, вищих навчальних та вищих професійно-технічних навчальних закладах під час виконання робіт в хімічних лабораторіях.

Ці Правила встановлюють вимоги охорони праці під час виконання робіт в хімічних лабораторіях.

Ці Правила є обов'язковими для роботодавців та працівників, які виконують роботи в хімічних лабораторіях.

Загальні правила роботи в хімічній лабораторії

В лабораторії треба виконувати тільки ту роботу, яку доручив викладач.

Роботу виконувати тільки згідно з інструкцією, з дозволеними концентраціями реактивів та погрібною кількістю речовин. Посуд використовується тільки той, що необхідний для даної роботи.

В лабораторії знаходитись тільки в спецодязі, при необхідності в захисних окулярах.

В лабораторії не дозволяється приймати їжу, пити воду, палити.

При виконанні лабораторної роботи в лабораторії повинні знаходитись не менше 2-х осіб, один з яких має бути старшим - викладач або лаборант.

Категорично забороняється користуватись реактивами без етикеток. Перед виходом з лабораторії необхідно перевірити чи виключені світло, газ вода, електроприлади [17].

Правила безпечної роботи з кислотами і лугами

Основні кількості кислот та інших агресивних речовин треба зберігати в спеціально призначеному приміщенні.

Концентровані кислоти, а також аміак необхідно обережно розливати під витяжкою, щоб запобігти травмам.

Розливати кислоти та інші агресивні рідини з великих ємкостей у видаткові склянки слід за допомогою сифона з гумовою грушею, ручним насосом або ножною повітродувкою. Використовувати електричні повітродувки з цією метою не дозволяється.

Переносити склянки ємкістю більш ніж 5л з реактивами необхідно в плетених корзинах, ящиках або іншій тарі, що гарантує безпечне транспортування.

Переносити або навіть підіймати склянки з агресивними реактивами за шийку посудини не дозволяється.

Доставлені у лаборантську реактиви розміщують у призначених для них місцях.

Для одержання розчинів із концентрованих кислот необхідно лити кислоту у воду, а не навпаки, постійно перемішуючи. Розчинення концентрованої

кислоти у воді (особливо, сульфатної) супроводжується сильним нагріванням і розбризкуванням рідини, що може призвести до опіків.

Для розбавлення концентрованих кислот, їх змішування, а також для змішування речовин, що супроводжуються виділенням теплоти, потрібно користуватися хімічним тонкостінним скляним або фарфоровим посудом

Щоб уникнути опіків порожнини рота, а також отруєння, забороняється набирати розчини кислот, лугів та інших агресивних рідин у піпетку ротом. Для засмоктування цих речовин потрібно користуватися піпетками з різними пастками та гумовою грушею.

Розчиняти луги слід у фарфоровому посуді, повільно додаючи до води невеликі порції лугу при безперервному перемішуванні. Шматочки лугу можна брати тільки пінцетом або щипцями [17].

Великі шматки їдких лугів потрібно розколювати на дрібні в спеціально відведеному місці.

Під час всіх операцій з кислотами і лугами треба обов'язково застосовувати засоби індивідуального захисту: халат та гумовий фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри тощо.

Відпрацьовані кислоти і луги слід збирати в спеціально призначений посуд окремо і зливати в каналізацію тільки після нейтралізації.

Розлиті кислоти або луги необхідно негайно засипати піском, нейтралізувати і після цього прибрати.

Правила роботи з небезпечними та отруйними речовинами

При роботі з небезпечними та отруйними речовинами в лабораторіях повинно бути не менше двох чоловік; повинна бути організована приточно-витяжна вентиляція, що забезпечує не менш, ніж 15-ти кратний обмін повітря за годину.

Переносити ємкість з розчинами небезпечних речовин необхідно у відрі або в ящику, на дні яких є пісок або активоване вугілля! Одна людина може нести не більше 5 л небезпечної речовини. Ємкості з небезпечними речовинами повинні мати чіткі та яскраві етикетки з назвою речовини!

Небезпечні речовини, які використовуються в лабораторії, зберігаються у шафах з підведеною вентиляцією. Забороняється спільне зберігання концентрованих кислот з іншими реактивами. Також необхідно уникати контакту концентрованої азотної кислоти з матеріалами органічного походження (ватною, стружкою, соломною тощо)

Ідентифікація та перевірка невідомих хімічних речовин дозволяється тільки за допомогою характерної якісної реакції!

Розлиті концентровані кислоти, луги, аміак або бром швидко засипають піском, після прибирання піску місце розливу нейтралізують (кислоти – 1% лугами або вапном, луги – 1 % оцтовою кислотою), а тільки потім миють водою.

При роботі з ароматизованими та токсичними речовинами у витяжній шафі повинні постійно знаходитись: насичений розчини перманганату калію в 1- % розчині лугу, азотна кислота з густиною 1,18! Роботи з зазначеними речовинами проводяться виключно при ввімкненій вентиляційній системі.

При аварійній ситуації роботу з хлором, фтором, аміаком та ін. виконуйте в протигазі відповідної марки, а при роботі з отруйними рідинами - в гумових рукавицях, захисних окулярах, фартусі та, при необхідності, в протигазі.

Аміак можливо зберігати разом з лугами, але окремо від бромоводню, йоду та мінеральних кислот.

ІНСТРУКЦІЯ для студентів з безпеки життєдіяльності № 10 під час роботи в навчальних лабораторіях кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Дана інструкція розроблена на основі законодавства України з охорони праці, нормативних актів з охорони праці відповідно до «Положення про розробку інструкцій у Національному університеті харчових технологій» і розповсюджується на навчальні лабораторії кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства, та встановлює вимоги з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

1.2 Інструкція діє протягом 5 років з дня затвердження.

1.3 Перед початком занять студент зобов'язаний пройти первинний інструктаж з питань безпеки життєдіяльності.

1.4 Після проходження первинного інструктажу студент повинен:

- одягти спецодяг;
- вивчити правила з техніки безпеки;
- ознайомитись з умовами і характером лабораторної чи практичної роботи, з правилами користування апаратурою, установками та приладами;
- вивчити ступінь шкідливості та небезпечності всіх реактивів, з якими належить працювати, та заходи безпечних методів роботи;
- освоїти роботу в лабораторії, яка дозволяється при наявності припливно-втяжної вентиляції, спецодягу, засобів індивідуального захисту, засобів пожежогасіння та аптечки швидкої допомоги;
- ознайомитися із внутрішнім розпорядком, дотримуватися вимог з безпеки життєдіяльності, охорони праці, техніки безпеки, гігієни праці та протипожежної безпеки, передбачених відповідними правилами та інструкціями.

1.5 Після перевірки знань з безпеки життєдіяльності та оформлення інструктажу студент допускається до лабораторної чи практичної роботи.

1.6 Викладач інструктує студента безпечним методам роботи і лише після перевірки знань й реєстрації в спеціальному журналі допускає його до роботи.

1.7 Працювати в технологічній лабораторії дозволяється лише за наявності не менше двох співробітників.

Забороняється приймати їжу в технологічній лабораторії.

2. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБОТИ

2.1. Перед початком роботи оглянути та привести в порядок робоче місце.

2.2. Про виявлені неполадки, пошкодження доповісти викладачу (інженеру лаборанту)

2.3. Одягнути спец одяг та мати при собі індивідуальні засоби захисту

3. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Під час виконання роботи в навчальній лабораторії студент повинен використовувати прийоми й методи безпечного виконання робіт, дотримуватись правил користування обладнанням, знати правила безпеки при користування електроприладами.

Студентам Забороняється

- без дозволу викладача чіпати обладнання (прилади, реактиви) в навчальній лабораторії;
- переносити ввімкнені прилади або залишати їх без нагляду;
- працювати поблизу відкритих струмоведучих частин електроприладів і доторкатися до них;

3.2. Під час занять забороняється ходити по класу і голосно розмовляти.

3.3. Забороняється класти будь-які зайві предмети на робочі столи.

3.4. Правила безпечної роботи з їдкими речовинами (кислотами та лугами)

3.4.1. Робота з концентрованими кислотами та лугами без засобів захисту забороняється.

3.4.2. Розливати концентровані кислоти дозволяється тільки під витяжною шафою.

3.4.3. Під час розбавлення кислоти її приливають у воду. Лити воду в кислоту категорично забороняється.

3.5. Правила безпечної роботи із скляним посудом

3.5.1. У разі перенесення гарячого посуду з гарячою рідиною треба користуватися рушником, посуд треба тримати обома руками; однією — за дно, другою - за горловину. Великі хімічні стакани з рідиною треба піднімати лише двома руками так, щоб відігнуті краї склянки опиралися на вказівні пальці.

Колбу, або іншу скляну посудину, в яку вставляють пробку, потрібно тримати за верхню частину, ближче до пробки, що встановлюється, завернувши спочатку руку рушником.

Знешкодження та видалення залишків з хімічного посуду необхідно проводити, за можливості, відразу ж після звільнення посуду. Під час знезараження та миття посуду необхідно обов'язково надівати захисні рукавички; посуд знезаражувати у витяжній шафі.

Виливати у раковину органічні розчинники, що використовуються для миття посуду забороняється.

4. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

4.1 По закінченні лабораторної чи практичної роботи студенти прибирають свої робочі місця в лабораторії та здають їх черговому, а черговий – лаборанту або зав. лабораторії.

4.2 Всі відходи виробництва зливають у скляну ємність і здають зав. лабораторії для подальшої їх нейтралізації.

4.3 Чергові протирають столи та підлогу, провітрюють лабораторію.

4.4 Про всі недоліки, виявлені в процесі роботи, студенти повідомляють викладачу (інженеру, лаборанту) або зав. лабораторії, яка терміново вживає заходів щодо їх усунення.

4.5 Залишити приміщення після закінчення занять з дозволу викладача (інженера, лаборанта).

4.6 Після занять у технологічній лабораторії вимити руки водою з милом.

5. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ В АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 У випадку виникнення збоїв у роботі обладнання і приладів (не характерний звук, запах гарі тощо) негайно вимкнути прилад (обладнання) і повідомити викладача (зав. лабораторії, лаборанта). Надалі виконувати вказівки викладача.

5.2 У випадку виникнення загоряння необхідно негайно ліквідувати його за допомогою вуглекислотного або порошкового вогнегасника, підручних матеріалів. Пам'ятати, що електромережу і електроприлади гасити тільки порошковим або вуглекислотним вогнегасниками.

Заходи попередження пожеж і вибухів

5.3. Необхідно бути особливо обережними при роботі з горючими й легкозаймистими речовинами; не тримати їх поблизу вогню; переливати тільки на відстані від вогню; переливати великі кількості в умовах, де виключена можливість спалаху, і обов'язково у присутності керівника роботи.

5.5. Роботи з легкозаймистими рідинами виконувати в місцях, де є витяжна вентиляція. Після закінчення роботи небезпечні рідини не залишати в лабораторії, а здавати у спецсховище.

5.6. Якщо пролилась значна кількість небезпечної рідини необхідно:

- негайно погасити всі джерела вогню і вимкнути джерела струму (іскра може викликати вибух);
- закрити двері та відкрити вікно;
- розливу рідину засипати піском (кислоту нейтралізувати содою, луг кислотою);
- зібрати проливу рідину в спеціальний посуд ганчіркою;
- закінчити провітрювання приміщення лише після зникнення запаху проливої речовини.

Палити у приміщення **забороняється**.

Вимоги щодо протипожежного стану лабораторії зобов'язані виконувати всі студенти, які працюють у технологічній лабораторії.

5.7 У разі виникнення пожежі в лабораторії або її ознак (задимлення, запах горіння або тління різних матеріалів, підвищення температури в приміщенні тощо) студенти повинні:

- негайно залишити приміщення (небезпечну зону);
- оповістити про пожежу людей у сусідніх приміщеннях;
- евакуюватися з будівлі у визначене місце збору групи де викладач або староста групи перевіряє наявність усіх студентів, при необхідності уточняє їх місцезнаходження.

5.8 **Якщо порушується робоча температура устаткування або до дотику до приладів відчутні навіть легкі удари електроструму необхідно:**

- довести до відома всіх присутніх у приміщенні;
- не торкатися до устаткування;
- пошкодження самостійно не виправляти;

- повідомити викладача (інженера, лаборанта).

5.9 Якщо в результаті аварійної ситуації є постраждалі - надати першу домедичну допомогу (Додаток 1). При необхідності викликати швидку медичну допомогу за тел. 103.

Додаток №1 до інструкції № 10

Надання першої домедичної допомоги

Перша домедична допомога – це комплекс заходів спрямованих на поновлення або збереження життя та здоров'я потерпілого, яке здійснюється особою, яка знаходиться поряд з потерпілим (взаємодопомога) або самим потерпілим (самодопомога) до прибуття медичних працівників.

Від того, наскільки уміло і швидко надана перша допомога, залежить життя потерпівшого та успіх наступного лікування.

- при ураженні електричним струмом, перш ніж надавати першу допомогу необхідно звільнити потерпілого від дії струму. Для цього необхідно одягти діелектричні рукавички, галоші, або обернути руки сухою ганчіркою, сорочкою чи іншим предметом, стати на суху дошку, сухою палицею, гумою, які не проводять електричний струм, або за одяг відтягнути потерпілого і звільнити його від дії струму. Якщо потерпілий дихає рідко або у нього відсутні ознаки життя (не прослуховується дихання немає пульсу, розширені зіниці очей) необхідно викликати швидку допомогу за тел.103, за необхідності робити штучне дихання "рот-в-рот" та непрямий масаж серця до приїзду швидкої допомоги;

- при пораненнях- накладіть стерильну пов'язку;

-при кровотечі - рану закрийте стерильною пов'язкою та тримайте в такому стані 3-5 хв.

Якщо кровотеча припинилась пов'язку зафіксуйте бинтом;

- зупинка кровотечі на кінцівках проводиться шляхом притиснення артерії, вени або накладання джгута вище місця поранення при піднятій кінцівці.

При накладанні джгута (а при його відсутності - ремня, паска, мотузки, шматка відірваної сорочки та інше) необхідно в місці його накладання обгорнути кінцівку шматком матеріалу, щоб уникнути болісності.

Слід пам'ятати, що джгут накладається тільки на 1-2 години. У зв'язку з цим, необхідно під накладений джгут покласти записку чи написати чорнилом або хімічним олівцем на кінцівці точний час, коли джгут було накладено. Після припинення кровотечі шкіру навкруги рани очищають спиртом, змащують йодом або зеленкою, а потім накладають стерильну пов'язку;

- при переломах, синцях, вивихах та розтягах забезпечте спокійне та зручне положення пошкодженої частини тіла;

- при опіках кислотами - вражене місце ретельно промивають водою протягом 10-15 хвилин та обробляють 5% розчином соди, якщо після надання допомоги руйнування шкіри значне, необхідно накласти стерильну пов'язку та викликати лікаря.

- при опіках лугами - вражене місце ретельно промивають водою протягом 10-15 хвилин та обробляють 1-2 % розчином борної кислоти, якщо після надання

допомоги руйнування шкіри значне, необхідно накласти стерильну пов'язку та викликати лікаря;

- удари в ділянці голови часто супроводжуються струсом мозку або крововиливом у мозок.

Ці ускладнення можуть виявитись через декілька днів або годин після травмування. Тому при травмі черепа потерпілого необхідно укласти з трохи трохи піднятою головою, покласти на голову холод (сніг або лід) та направити в лікарню;

- при вивихах з'являється болісність та зміна форми суглоба. Першою допомогою при вивихах є накладання пов'язки в цілях забезпечення нерухомості суглоба і негайне направлення до лікаря для виправлення вивиху;

- першою допомогою при обмороженні є розтирання уражених частин м'якою рукавичкою, рукою (не можна снігом чи льодом) поки не настане почервоніння та потепління їх;

- при наданні першої допомоги необхідно потерпілого негайно внести до теплого приміщення, обкласти грілками чи посадити в теплу ванну (36-37°C), розтирати все тіло, давати гарячий чай, збуджуючи напої - каву, вино

У всіх випадках після надання першої (долікарської) медичної допомоги потерпілого направляють в медпункт або викликають лікаря [17].

7 ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Протягом останніх років в Україні спостерігаються тенденції зростання ймовірності виникнення надзвичайних ситуацій різноманітного характеру. Такий розвиток подій, з точки зору становища з екологічної та техногенної безпеки обумовлюється наслідками антропогенного порушення і техногенної перевантаженості території держави, що становить загрозу національній безпеці України в економічній, соціальній та екологічній сферах. На даний час збільшення масштабів і наслідків аварій, катастроф і стихійних лих ставить проблему запобігання їх або створення системи раціональної і превентивної безпеки та мінімізації наслідків цих небезпечних подій, як найбільш актуальну.

В умовах виникнення надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру роботи об'єктів промислового комплексу у тому числі і підприємств харчової промисловості значно ускладнюються. Це обумовлено перш за все погіршенням техногенної обстановки, загостренням і порушенням економічних, соціальних та інших зв'язків, виникненням великого обсягу рятувальних та інших робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій, появою постраждалих, які потребують медичної допомоги. Цивільний захист - це функція держави, спрямована на захист населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій шляхом запобігання таким ситуаціям, ліквідації їх наслідків і надання допомоги постраждалим у мирний час та в особливий період [32].

ІНСТРУКЦІЯ про заходи пожежної безпеки в лабораторії (хімічних, технологічних)

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Інструкція про заходи пожежної безпеки (далі Інструкція) розроблена відповідно до вимог Кодексу цивільного захисту України, Наказу №1417 від 30.12.2014 р. «Про затвердження Правил пожежної безпеки» зареєстрованого в Міністерстві юстиції України від 05.03.2015 р. №252/26697, Наказу МОН №974 від 15.08.2016 р. і встановлює правила дотримання пожежної безпеки в хімічній лабораторії.

1.2. Працівники лабораторій зобов'язані:

- піклуватися про пожежну безпеку в приміщеннях лабораторії;
- знати й дотримуватися усіх вимог нормативних актів пожежної безпеки та цієї інструкції;
- вміти користуватися наявними первинними засобами пожежогасіння;
- виконувати вказівки керівників та відповідальних за пожежну безпеку;
- після закінчення роботи прибирати горючі відходи та знеструмлювати електроспоживачі, які за умовами виробництва не повинні працювати в неробочий час;
- уміти застосовувати наявні засоби пожежогасіння, знати порядок дій у разі виникнення пожежі.

1.3. Відповідальність за пожежну безпеку лабораторії покладається на завідувача лабораторії і відповідального за пожежну безпеку.

Відповідальність за дотримання протипожежного режиму - на її працівників (лаборантів, технічний персонал та обслугову).

1.4. Під час зміни відповідальний за пожежну безпеку зобов'язаний перевіряти:

- протипожежний стан усіх приміщень лабораторії;
- справність засобів зв'язку, сигналізації та засобів пожежогасіння.

1.5. У разі виявлення порушень вимог пожежної безпеки відповідальний за пожежну безпеку зобов'язаний повідомити керівника й ужити заходів щодо їх усунення.

1.6. Завідувач лабораторії зобов'язаний:

- контролювати виконання усіма працівниками вимог цієї Інструкції;
- проводити інструктажі всього персоналу лабораторії з питань пожежної безпеки;
- періодично перевіряти стан пожежної безпеки;
- забезпечити утримання у справжньому стані засобів пожежогасіння та шляхів евакуації.

1.7. Ця Інструкція поширюється на всі приміщення лабораторій, встановлює вимоги пожежної безпеки, порядок дій у разі виникнення працівниками лабораторії [26].

2. ОСНОВНІ ВИМОГИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

2.1 Відповідно до ОНТП 24-86 приміщення лабораторії за пожежною небезпекою належать до категорії В, за правилами будови електроустановок (ПБЕ) – до зони класу П-І.

2.2. Припливно-витяжна вентиляція в усіх приміщеннях лабораторії повинна вмикатися за 5 хвилин до початку робочого дня й вимикатися після закінчення роботи. Відповідальний за правильну експлуатацію вентиляційних систем зобов'язаний систематично (за графіком) перевіряти за допомогою спеціальних приладів ефективність їх функціонування. Роботи з високотоксичними та радіоактивними речовинами можуть проводитися лише за умови вентиляції, що працює.

2.3. Користуватися витяжними шафами з розбитим склом або несправною вентиляцією, а також шафами, в яких є речовини, матеріали та устаткування, що не мають відношення до виконуваних операцій забороняється.

2.4. Витяжні шафи, в яких проводяться такі роботи, повинні мати верхні та нижні висмоктувачі, а також бортики, що запобігають стіканню рідини на підлогу.

2.5. Установлення й перестановка витяжних шаф не можуть проводитися без дозволу адміністрації. Не допускається, щоб витяжна шафа встановлювалася безпосередньо біля дверей.

2.6. Робочі столи та витяжна шафи, призначені для роботи з відкритим вогнем і пожежо-вибухонебезпечними речовинами, повинні мати суцільне покриття з негорючого матеріалу, а також мати бортики.

2.7. Легкозаймисті й горючі рідини (ЛЗР і ГР) слід зберігати в лабораторіях чітко за асортиментом у металевих ящиках і шафах. Кожну речовину слід

приймати в кількості, не більшій за змінну потребу. Не допускається спільне зберігання речовин, хімічна взаємодія яких може призвести до пожежі або вибуху. Порядок спільного зберігання речовин і матеріалів визначають згідно з вимогами додатка 3 до НАПГ 01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні».

2.8. Відпрацьовані ЛЗР і ГР слід збирати у спеціальну герметичну тару, яку наприкінці зміни необхідно видалити з приміщення для регенерації або утилізації.

2.9. Посудини, в яких проводилися роботи з ЛЗР і ГР, після завершення досліджень повинні негайно промиватися пожежобезпечними речовинами.

2.10. У разі нагрівання ЛЗР об'ємом більше 0,5 л необхідно ставити під прилад кювет такої самої місткості.

2.11. Для запобігання розливанню рідин і в разі аварії забороняється виливати ЛЗР і ГР у каналізацію.

2.12. У випадку розлиття ЛЗР це місце необхідно негайно засипати піском, а забруднений пісок зібрати лопатою або совком. Застосування сталевих лопат і совків забороняється.

2.13. Забороняється працювати з лужними металами в приміщеннях з високою вологістю та допускати їх контакт з водою хлоровмісними органічними сполуками й твердим діоксидом вуглецю.

2.14. Для запобігання накопиченню зарядів статичної електрики на обладнанні, а також на людях необхідно передбачати такі заходи захисту:

- відведення зарядів статичної електрики шляхом заземлення металевих частин апаратів, установок, обладнання, комунікацій і місткостей, на яких вони можуть накопичуватися. Заземлювальні пристрої повинні відповідати вимогам ПУЕ та ПБЄ;

- загальне й місцева зволоження повітря до 70% відносної вологості та вище в небезпечних місцях приміщень або зволоження поверхні електролізуєчого матеріалу;

- заповнення апаратів, місткостей, закритих транспортних пристроїв та іншого обладнання інертним газом, переважно азотом;

- улаштування підлоги з підвищеною електропровідністю та електропровідних заземлених зон для зняття зарядів статичної електрики, що накопичуються на людях;

- застосування ліжок зі струмопровідного матеріалу і заземлювання їх під час розливання рідин - діелектриків у скляні та інші посудини з ізолювальних матеріалів;

- заземлювання мідним дротом або пластиком гумових шлангів із металевими наконечниками, призначених для наливання ЛЗР і ГР у бочки, баки, цистерни, бутлі та інші місткості. Наконечники шлангів повинні бути виготовлені з кольорового металу, що не утворює іскор.

2.15. У разі появи в приміщенні запаху газу необхідно:

- негайно припинити користування газовими пальниками та приладами;

- не запалювати вогню; не вмикати електроприладів;

- не користуватись електродзвінками;
- перевірити, чи закриті всі крани в газових пальниках і газових приладах;
- негайно повідомити відповідального за газове господарство, провітрити приміщення

2.16. Забороняється застосовувати вогонь для виявлення витікання газу з газопроводів і приладів; а також користуватись несправними газовими пальниками та приладами, газопроводами та арматурою.

2.17. Евакуаційні шляхи та виходи завжди утримувати вільними, нічим не захащеними.

2.18. Завідувач лабораторії наприкінці робочого дня зобов'язаний особисто пересвідчитись у пожежобезпечності приміщень хімічної лабораторії, вимкнути всі струмоприймачі та замкнути входні двері на замок [26].

3. ОБОВ'ЯЗКИ ТА ДІЇ ПРАЦІВНИКІВ У РАЗІ ВИНИКНЕННЯ ПОЖЕЖІ

3.1. У разі виявлення пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно повідомити про це пожежно-рятувальну службу за телефоном «101», вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про пожежу адміністрацію, чергового та об'єктову пожежну охорону (за наявності).
- організувати евакуацію людей і матеріальних цінностей;
- вимкнути (за необхідності) струмоприймачі та вентиляцію;

3.2. Організувати зустріч підрозділів пожежно-рятувальної служби та надати їм допомогу під час гасіння пожежі.

3.3. Попередити керівника пожежно-рятувальної служби про наявність вибухопожежонебезпечних, отруйних та хімічноактивних речовин.

3.4. Якщо є потерпілі, необхідно надати першу (долікарську) допомогу, викликати лікаря або вжити заходів щодо транспортування їх у найближчий медичний заклад [26, 32].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті теоретичних та експериментальних досліджень було розглянуто аглютену сировину для виробництва пива, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. У світі зростає все більша потреба та попит на безглютені та низькоглютені харчові продукти та напої. Використання аглютенової сировини для виробництва харчових продуктів забезпечує не тільки харчування хворих на глютену непереносимість, а й підтримку здорових людей на належному працездатному рівні.
2. За фізико-хімічними показниками аглютенова сировина відрізняється від злакових культур, які містять глютен. Основною відмінністю аглютенових злаків є низький вміст білової фракції, а саме глютеліни та проламіни. В порівнянні вміст глютелінів в зерні ячменю 26,6-41,9 % та гречки 10-12 % що є в 3 рази менше
3. Розглянуто характеристики солодів з різних аглютенових культур. З огляду на хімічний склад аглютенових солодів, для подальших досліджень обрано гречаний солод.
4. Проаналізовано способи отримання пива з аглютенової сировини. Для подальшого дослідження було обрано гречану сировину, оскільки вона має збагачений мінеральний склад, а також вміст глютену в ній менше 20 ppm, що відповідає безглютеній сировині.
5. Досліджено фізико-хімічні показники гречки, як сировини для виробництва низькоглютенного пива. На першому етапі досліджень було встановлено, що серед вивчених сортів гречки є такі, в зерні яких вміст білка, крохмалю і вологи були близькі до показників для пивоварного ячменю.
6. Досліджено гречаний солод за фізико-хімічними показниками. Оцукрювана здатність гречаного солоду недостатня, що пояснюється, низькою активністю його β -амілази. Тому при виробництві пива лише з гречаного солоду доцільне використання ферментних препаратів.
7. Дослідні зразки ячмінного та гречаного солоду а також зерно ячменю та гречки були проаналізовані на вміст глютену. В гречаному солоді як і в зерні гречки, вміст глютену не перевищує 20 ppm, що відповідає показнику аглютенових продуктів.
8. Розроблено рецептурне співвідношення компонентів засипу із заміною ячмінного солоду на гречаний: зразок №2, зразок №3, зразок №4. Досліджено фізико-хімічні показники пивного суслу, найкращі результати за вмістом редукуючих речовин (91,0 г на 100 г екстракту) та амінного азоту (167,1 мг на 100 г екстракту) показав зразок № 2.
9. Досліджено готове пиво за фізико-хімічними та органолептичними показниками. При частковій заміні ячмінного солоду на гречаний у співвідношенні 85:15%, готове пиво показало найкращі результати за вмістом спирту (3,5 %) та за масовою часткою дійсного екстракту (5,51

%). За органолептичними показниками зразок № 2 найбільш наближений до контрольного.

10. Удосконалено технологію низьколютенового пива, та розроблено рецептуру пива «Гречаний ель».
11. Соціальний ефект роботи полягає в тому що виробництво пива з низьким вістом глютену дозволить розширити асортимент продукції для людей які дотримуються здорового харчування, або мають певні обмеження в харчуванні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алпатьева Н.В., Гаврилюк И.П., Леонтьева Н.А. Проламины и целиакия. Аграрная Розсип. 2004. №6. С. 42 – 47.
2. Ауэрман Л.Я. Технология хлебопекарного производства. Учебник. 9-е изд., перераб. и доп. //Под общ. Ред. Л.И. Пучковой. Санкт-Петербург: Профессия, 2012. 416 с.
3. Влаш Є.В., Торяник О. І., Коваленко В. О. Харчова хімія: навч. посіб.; Харківський держ. ун-т харч. та торг. Харків: Світ книг, 2012. 504 с.
4. Высочина Г.И. Амарант (amaranthus l): химический состав и перспективы использования (обзор). Химия растительного сырья. 2013. №2. С. 5–14.
5. Гернет М.В., Рисухина И.Л. Состояние и перспектива производства специальных сортов пива. Москва, Пиво и напитки. 2009. № 2. С. 8-10
6. Глобальний ринок безглютенового пива – зростання, тенденції та прогнози (2020-2025). URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4470264/global-gluten-free-beer-market-growth-trends>. (Дата звернення 25.11.2021)
7. Господарсько – біологічна характеристика зразків Національної колерції рису: каталог – довідник / упоряд А. Орлюк. Скадовськ: АС, 2009. 79 с.
8. ДСТУ 3139:2015. Пивоваріння. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2015-11-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 25 с. (Національний стандарт України).
9. ДСТУ 4542:2006 Гречка. Технічні умови. [Чинний від 2007-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 7 с. (Національний стандарт України).
10. Казаков Е.Д. Основні відомості про зерно. Москва: Зерновий форум, 2008. 144 с.
11. Кунце В., Мит Г. Технология солода и пива: пер. с нем. Санкт-Петербург: Профессия, 2009. 1100 с.
12. 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”. Київ: НУХТ, 2011. 156 с.
13. Меледина Т.В., Матвеев И.В., Федоров А.В. Несоложённные материалы в пивоварении: учебное пособие. Санкт-Петербург: Университет ИТМО. 2017. 66 с.
14. Мелетьев А.Є., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М. Технологічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв : підруч. Вінниця: Нова книга, 2008. 300 с.
15. Методичні рекомендації до виконання кваліфікаційної роботи на здобувачів освітнього ступеня «магістр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Технології продуктів бродіння і виноробства» денної та заочної форм навчання [Електронний ресурс]: / уклад. А.М. Куц, В.Л. Прибильський, М.В. Білько. Київ: НУХТ, 2022. 66 с

16. Нарцисс. Л. Пивоварение. Т. 1. Технология солодоращения: перевод с нем. Под общ. ред. Г. А. Ермолаевой и Е.Ф. Шаненко. Санкт-Петербург: Профессия, 2007. 584 с.
17. Основи охорони праці: підручник. / М.П. Купчик та ін. // за ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. Київ: Основа, 2000. 416 с.
18. Пащенко Л.П., Тареева И.М., Пащенко Л.Ю. Использование неферментированного ржаного солода для производства хлеба. Материалы III Международной научно- производственной конференции «интродукция нетрадиционных и редких сельскохозяйственных растений» 14 – 19 июня 2002 г., С 123 – 124 с.
19. Пащенко Л.П. Новая технология приготовления хлебобулочных изделий из муки тритикале Тальва 100 /Л.П. Пащенко, С.В. Гончаров, Е.А. Назинцева // Вестник Российской академии с.-х. наук. 1996 г. № 6. с. 79 – 81.
20. Пащенко Л.П., Никитин И.А., Болотов Д.Н. Применение ржаной муки и солода в технологии хлеба. Хранение и переработка сельхоз. сырья № 9, 2003г., 74 – 76 с.
21. Переработка гречихи на солод /Т. Ф. Толстолуцкая и др. Пищевая промышленность. 1991. №11. С. 18-19.
22. Ринок безглютенових продуктів: великий потенціал поки ще сплячої потреби URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/rinok-bezglutenovih-produktiv-velikij-potencial-poki-se-splacoi-potrebi> (Дата звернення 01.11.2021)
23. Розроблення технології солоду безглютенових зернових культур як сировини для оздоровчих та дієтичних харчових продуктів / ПНДЛ; кер. Т.Л. Мостенська. 0112U00183. Москва, 2013. 59 с.
24. Скидан В.О., Скидан С.М. Якість зерна рису. Хранение и переработка зерна. 2012. № 9. С. 28 – 30.
25. Стандарт на продукты для специального диетического питания, предназначенные для лиц с непереносимостью глютена CXS 118-1979.
26. Стеблюк М.І. Цивільна оборона: підручник. Київ: Знання, 2006. 487с.
27. Технологія солоду, пива і безалкогольних напоїв: методичні рекомендації до практичних занять для студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» спеціалізації «Харчові технології та інженерія» денної і заочної форм навчання / уклад. В.М. Кошова, А.М. Куц, Р.М. Мукоїд. Нац. ун-т харч. технол. Київ: НУХТ, 2016. 83 с
28. Толстолуцкая Т.Ф., Гречко Н.Я., Емельянова Н.А. Красящие вещества ржаного ферментированного солода. Изв.вузов. Пищ.технол. 1991 г., №1 – 3, с. 63 – 64.
29. Фараджева Е.Д., Федоров Е.А. Общая технология бродительных производств. Москва: Колос. 2002. 408 с.
30. Хосни Р.К. Зерно зернопереработка (Серия: Научные основы и технология) /пер. с англ. под общ. ред. Н.П. Черняева. Санкт-Петербург: Профессия. 2006. 336 с
31. Цыганова Т., Шнейдер Д., Костыльова Е. Формирование рецептур для производства безбелковых и безглютеновых продуктов. Хлеблпродукты, 2011. № 12. С. 44 – 46.

- 32.Шоботов В. М. Цивільна оборона: навч. посібник. Вид. 2-ге, перероб. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 438 с.
- 33.Agu, R.C.; Chiba, Y.; Goodfellow, V.; MacKinlay, J.; Brosnan, J.M.; Bringham, T.A.; Jack, F.R.; Harrison, B.; Pearson, S.Y.; Bryce, J.H. *Effect of germination temperatures on proteolysis of the gluten-free grains rice and buckwheat during malting and mashing*. J. Agric. Food Chem. 2012, 60, 10147–10154
- 34.Beer Union. Available online. URL: https://www.beerunion.ru/presentation/AXEL_Beer%20definition_ENGLISH. (Дата звернення 20.12.2021).
- 35.Best Gluten Free Beers. Available. URL: <https://www.bestglutenfreebeers.com/gluten-free-beer-brands-2015-list> (Дата звернення 10.12.2021).
- 36.Cascella N. G., Kryszak D., Bhatti B. et al. Prevalence of Celiac Disease and Gluten Sensitivity in the United States Clinical Antipsychotic Trials of Intervention Effectiveness Study Population // Schizophr Bull. 2011. Vol. 37, № 1. P. 94 – 100.
- 37.Deželak, M.; Zarnkow, M.; Becker, T.; Košir, I.J. Processing of bottom-fermented gluten-free beer-like beverages based on buckwheat and quinoa malt with chemical and sensory characterization. J. Inst. Brew. 2014, 120, 360–370.
- 38.Giménez-Bastida, J.A.; Piskula, M.; Zieliński, H. Recent advances in development of gluten-free buckwheat products. Trends Food Sci. Technol. 2015, 44, 58–65.
- 39.Gluten Free and GR Beer Brands To Look For In Stores. URL: <https://bestglutenfreebeers.com/gluten-free-beer-brands-2015-list> (Дата звернення 20.01.2022).
- 40.Norita N., Maeda T., Sai R., Miyake K. (2006) Studies on distribution of protein and allergen in graded fours prepares from whole buckwheat grains, Food Res. Intern, 39, p. 782-790.
- 41.Singh, N., Singh, P., Shevkani, K., & Viridi, A. S. (2019). Amaranth: Potential Source for Flour Enrichment. Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention, P.123–135.
- 42.Structure and Stability of Water Clusters (H₂O)_n, n) 8–20: An Ab Initio Investigation Shruti Maheshwary, Nitin Patel, and Narayanasami Sathyamurthy, Anant D. Kulkarni and Shridhar R. Gadre J. Phys. Chem. A –2001, – 105, – P. 10525–10537
- 43.Topwal, M. (2019). Review on Amaranth: Nutraceutical and Virtual Plant for Providing Food Security and Nutrients. Acta scientific agriculture, 3 (1), 9–15.
- 44.Troncone R, Jabri B. Coeliac disease and gluten sensitivity // J Intern Med. — 2011. — Vol. 269, № 6. — P. 582 – 590.
- 45.Valcárcel-Yamani B. Applications of Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd.) and Amaranth (Amaranthus Spp.) and Their Influence in the Nutritional Value of Cereal Based Foods / B. Valcárcel-Yamani, S. Caetano da Silva Lannes // Food and Public Health. 2012. Vol. 2. №6. P. 265-275
- 46.Vivere Senza Glutine. Available. URL: <https://viveresenzaglutine.com/gluten-free-beer> (Дата звернення 15.11.2021).

47. Wijngaard, H.H.; Ulmer, H.M.; Arendt, E.K. The *effect* of germination time on the final malt quality of buckwheat. J. Am. Soc. Brew. Chem. 2006, 64, 214–221.
48. Yoshida S. Fundamentals of rice crop science / S. Yoshida / Los Banos, Laguna: IRRI, 1981 . 277 p.

ДОДАТКИ

Додаток А. Робоча програма кваліфікаційної роботи

Затверджено на засіданні кафедри
біотехнології продуктів бродіння і
виноробства НУХТ,
протокол № 1 від 30 серпня 2021р.

Зав. кафедри _____Анатолій КУЦ
31 серпня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

кваліфікаційної роботи на тему:

«УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОНИЦТВА ПИВА З ГРЕЧКИ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ»

ЗМІСТ

ВСТУП

1.УДОСКОАЛЕННЯ ВИРОНИЦТВА ПИВА З ГРЕЧКИ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ (аналітичний огляд)

- 1.1 Глютенінова ентероптія – спадкове захворювання
- 1.2 Безглютенінова сировина для виробництва харчових продуктів
 - 1.2.1 Гречка
 - 1.2.2 Рис
 - 1.2.3 Амарант
 - 1.2.4 Кукурудза
 - 1.2.5 Сорго
- 1.3.Фізико-хімічні показники аглютенінових культур
 - 1.3.1 Білкові речовини аглютенінових продуктів
 - 1.3.2 Вуглеводи
 - 1.3.4 Ліпіди
 - 1.3.5 Мінеральні речовини
- 1.4 Виробництво солоду з аглютенінової сировини
- 1.5 Технологія виробництва пива з аглютенінової сировини
 - 1.5.1 Виробництво безглютенінового та низькоглютенінового пива в світі та Україні
- 1.6 Дослідження недосконалості пива з аглютенінової сировини
- 1.7 Висновки до розділу 1
- 1.8 Мета і задачі дослідження

2.МАТЕРІАЛИ, МЕТОДИКА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1 Матеріали досліджень

- 2.2 Методи досліджень
- 2.3 Методика досліджень
- 2.4 Оброблення результатів досліджень
- 2.5 Висновки до розділу 2

3.УДОСКОНЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА З ГРЕЧКИ З НИЗЬКИМ ВМІСТОМ ГЛЮТЕНУ (експериментальна частина)

- 3.1 Визначення фізико-хімічних показників сировини
- 3.2 Визначення оптимальних умов солодощення зерна гречки
- 3.3 Дослідження фізико-хімічних показників гречаного солоду
 - 3.3.1 Вміст глютену в зразках солоду
- 3.4 Аналіз пивного сусла
- 3.5 Аналіз готового пива
- 3.6 Органолептичні показники готового пива
- 3.7 Розробка рецептури пива з низьким вмістом глютену з додаванням гречаної сировини
- 3.8 Висновки до розділу 3

4.ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

- 4.1 Оптимізація технологічного процесу приготування пивного сусла з покращеним виходом амінного азоту
- 4.2 Оптимізація технологічного процесу зброджування пивного сусла
- 4.3 Висновки до розділу 4

5.СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

6.ОХОРОНА ПРАЦІ

7.ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

ДОДАТКИ

Магістрант

Єлизавета БЕЛЬТЮКОВА

Керівник, доцент, к.т.н

Роман МУКОЇД

Додаток Б. Результати досліджень ТОВ «ХЕМА» на вміст глютену в сировині.



ХЕМА

ТОВ «ХЕМА»
03022, м. Київ, вул. Васильківська 98, 2-й поверх
Для кореспонденції: м. Київ, 03022, А/С № 101
Тел/факс +38(044) 521-3-521
+38(068) 368-83-83; +38(095) 60-99-555; +38(098) 044-66-99
URL: www.xema.com.ua E-mail: info@xema.com.ua

Наукова лабораторія контролю харчових продуктів
Матеріал: Зразки харчових продуктів

Дата 05.03.2021

Метод: ELISA, R-Biopharm, RIDASCREEN Gliadin, lot 14291

Виконання теста й коментарі:

Подрібнення й рідинна екстракція проведені згідно з рекомендаціями виробника тест-систем.
"Без глютену" - вміст менше 20 ppm (2 мг / 100 грамів продукту)

№	Назва зразка	Виробник	Розведення зразка			ppm	Коментар
			1/10	1/100	1/1000		
1	Зерно		поз.			80	містить глютен
2	Солод		нег.			менше 20	без глютену

НАУКОВО-ВИПРОБУВАЛЬНА
Заступник директора ЛАБОРАТОРІЇ
з наукових питань ТОВ «ХЕМА»
03022 м. Київ, вул. Васильківська 98, 2-й поверх
Тел: (044) 521-3-521, 068 368 83 83
098 044 66 99, 095 60 99 555
e-mail: nauka@xema.com.ua
Рожанчук Тетяна Сергіївна
8(044) 521-3-521, 8(068) 368-83-83,
8(098) 044-66-99, 8(095) 609-95-55

Додаток Г. Сертифікат учасника 6th International Scientific and Practical Conference “SCIENCE, INNOVATIONS AND EDUCATION: PROBLEMS AND PROSPECTS” (13-15 January 2022. Tokyo. Japan.)

CERTIFICATE

is awarded to

Beltiukova Yelyzaveta

for being an active participant in
VI International Scientific and Practical Conference

**“SCIENCE, INNOVATIONS AND EDUCATION:
PROBLEMS AND PROSPECTS”**

24 Hours of Participation

(0,8 ECTS credits)



TOKYO

13-15 January 2022

sci-conf.com.ua



Додаток Д. Матеріали 6th International scientific and practical conference "Science, innovations and education: problems and prospects" (January 13-15, 2022) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2022. P. 173 – 177.

SCI-CONF.COM.UA

SCIENCE, INNOVATIONS AND EDUCATION: PROBLEMS AND PROSPECTS



**PROCEEDINGS OF VI INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
JANUARY 13-15, 2022**

**TOKYO
2022**

UDC 001.1

The 6th International scientific and practical conference “Science, innovations and education: problems and prospects” (January 13-15, 2022) CPN Publishing Group, Tokyo, Japan. 2022. 705 p.

ISBN 978-4-9783419-3-8

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine Science, innovations and education: problems and prospects. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Tokyo, Japan. 2022. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-science-innovations-and-education-problems-and-prospects-13-15-yanvary-2022-goda-tokio-yaponiya-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: tokyo@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2022 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2022 CPN Publishing Group ®

©2022 Authors of the articles

24. **Порохня Н. Г.** 136
ФОРМУВАННЯ ХРОНІЧНОГО ЛЕГЕНЕВОГО СЕРЦЯ У
ДИТИНИ З СИНДРОМОМ СОННОГО ОБСТРУКТИВНОГО
АПНОЕ.
25. **Сніга Я. В., Рудік А. В., Грицаснюк М. В., Ібрагімова О. Л.** 142
СТРУКТУРА ЕМОЦІЙНО-ОСОБИСТІСНИХ ТА КОГНІТИВНИХ
ПОРУШЕНЬ ПРИ РОЗСІЯНОМУ СКЛЕРОЗІ.
26. **Шмалей С. В., Денисюк А. В., Сачко М. В.** 145
ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ДИХАЛЬНОЇ
СИСТЕМИ УЧАСНИКІВ ХОРЕОГРАФІЧНИХ КОЛЕКТИВІВ.

PHARMACEUTICAL SCIENCES

27. **Dedik B., Semenets A., Suleiman M., Grinevich L., Kobzar N., Perekhoda L.** 150
THE USE OF DOCKING STUDIES TO PREDICT THE NOOTROPIC
EFFECT AMONG 4-(AMINOMETHYL)-1-BENZYLPIRROLIDIN-
2-ONE DERIVATIVES.
28. **Каленик І. О., Кудіна О. В.** 155
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ
КОРЕКЦІЇ СТРЕСОВИХ СТАНІВ У СТУДЕНТІВ
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВУЗІВ.
29. **Легінь Н. І., Крук Т. Б.** 163
ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЧНИХ КИСЛОТ В ТРАВІ CHAMIRION
ANGUSTIFOLIA (L.) HOLUB.
30. **Легінь Н. І., Люклян А. І.** 166
ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ОКИСНЮВАНИХ ФЕНОЛІВ В
СИРОВИНІ СІДАЧУ КОНОПЛЕВИДНОГО.
31. **Проскурова Я. О., Волкова А. В., Шабрацька Д. Е., Коновал А. Ю.** 169
ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ОБІЗНАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ЩОДО
ПИТАННЯ ЦУКРОВОГО ДІАБЕТУ II ТИПУ.

CHEMICAL SCIENCES

32. **Мукоїд Р. М., Бельтюкова Є. О.** 173
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГРЕЧКИ ДЛЯ
ПРИГОТУВАННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ПИВА.

TECHNICAL SCIENCES

33. **Astistova T. I., Liakhovska D. D., Nykytyuk M. V., Smorzhevsky N. V.** 178
DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR ACCOUNTING FOR THE
PRESENCE OF STUDENT ATTENDANCE.
34. **Korzhuk V., Grynyuk A., Khaskin V., Peleshenko S., Shcheretskiy V., Hos I., Illiashenko Ye., Voitenko O., Konoreva O.** 185
ESTIMATION OF INFLUENCE OF DURATION OF CURRENT
FLOW AT DIRECT AND INVERSE POLARITY ON QUALITY OF
FORMATION AND GEOMETRICAL PARAMETERS OF SEAMS.

Мукоїд Роман Миколайович,
к.т.н., доцент кафедри продуктів
бродіння та виноробства
Mukoid_Roman@ukr.net

Бельтюкова Єлизавета Олександрівна,
Магістрант
Національний університет харчових технологій
м. Київ, Україна
tigrochk@gmail.com

Анотація: Для пивоварної промисловості перспективним є розширення асортименту за рахунок створення нових сортів пива на натуральній сировині, які за органолептичними, фізико-хімічними властивостями відповідатимуть сучасним вимогам споживачів та позитивно впливати на стан їхнього самопочуття. У пиві є природні антиоксиданти, фолієва кислота, органічні кислоти, фенольні сполуки.

Однією з головних проблем та тенденцій на світовому ринку пивної промисловості є створення пива з відсутністю або низьким рівнем глютену, оскільки з кожним роком все в більшій кількості населення виявляється його непереносимість.

Ключові слова: глютен, солод, гречка, зерно, гречаний солод.

У світі все частіше з'являються випадки харчової алергії у населення. Целіакію можна віднести до цієї категорії. Це автоімунне хронічне захворювання, спричинене вживанням глютену.

У хворих на целіакію при вживанні глютенівмісних харчових продуктів руйнуються внутрішні оболонки тонкого кишечника, та порушується здатність гідролізу та поглинання поживних речовин. Як наслідок призводить до широкого спектру захворювання кишково - шлункового тракту.

Глютен - група білків (в основному проламіну і глютеліну), який міститься у злакових культурах - пшениці, жита, ячменю, вівса.

Для лікування найбільш ефективна сувора аглютенова дієта (безглютеновими вважаються продукти, що містять не більше 20 мг глютену на 1 кг продукту), яку необхідно дотримуватися протягом усього життя. Цим хворим забороняється вживати і напої, приготовані з використанням ячмінного солоду, тому що частка глютенів білків в ячмені становить майже 80 % [1, ст. 232].

Таким чином, асортимент харчових продуктів у даній категорії населення сильно обмежений, що не може не позначатися на якості їх життя.

За хімічним складом зерно гречки близько до таких культур (табл. 1). Однак у гречки, як і у рису, спостерігається підвищений вміст клітковини. З

іншого боку зерно гречки є унікальним, тому що співвідношення різних частин зерна і їх хімічний склад відрізняється від таких для злаків [2].

Таблиця 1 – Хімічний склад зерна різних зернових культур, у %

Показник	Гречка	Ячмінь	Рис	Кукурудза	Пшениця	Жито
Вода	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Білок	11,6	11,5	7,3	10,3	13,2	9,9
Ліпіди	2,3	2,0	2,0	4,9	1,9	1,6
Вуглеводи	59,5	65,8	63,1	67,3	67,5	70,9
Клітковина	10,8	4,3	9,0	2,1	2,3	2,9
Зольність	1,8	2,4	4,6	1,2	1,6	1,7

Так, в порівнянні зі злаками, гречка має більш високу плівчастість і великий зародок, але меншу частку алейронового шару. Ці відмінності істотні для процесу приготування гречаного солоду і сусла, оскільки впливають в першу чергу на їх екстрактивність.

Особливістю фракційного складу білка зерна гречки в порівнянні з білками злакових культур є майже повна відсутність проламінів, низький вміст глютеїнів і, навпаки, переважання глобулінів і альбумінів наведено в табл. 2 [2].

Таблиця 2 – Фракційний склад білка зерна гречки і деяких злакових культур, % від загального вмісту білка

Фракції	Зернопродукти				
	Гречка	Ячмінь	Пшениця	Рис	Кукурудза
Альбуміни	21 – 24	2,8 – 6,4	0,3 – 5,2	5,8 – 11,2	0 – 10,0
Глобуліни	42 – 45	7,5 – 18,1	0,6 – 12,6	4,8 – 9,2	4,5 – 6,0
Проламіни	1,1 – 1,2	37,2 – 41,6	35,6 – 99,0	4,4 – 14,0	29,9 – 55,0
Глютеїни	10 – 12	26,6 – 41,9	0 – 28,2	63,0 – 70,0	30,0 – 45,0

Таким чином, за цим показником білки гречки істотно відрізняються від білків злаків, в складі яких переважають проламіни і глютеїни. Такі особливості фракційного складу зерна гречки можуть потім відбитися на білковому складі суслу і в кінцевому підсумку вплинути на якість напою.

Через вкрай низький вміст в зерні гречки клейковини білків її відносять до безглютенової культури і рекомендують до використання в дієтичному харчуванні хворих на целиацію.

Гречка відноситься до культур, багатих крохмалем. У перерахунку на суху речовину в її зерні вміст крохмалю варіює від 50 до 79 %, що вище ніж у цілого ряду злаків, але може змінюватися в залежності від умов вирощування (клімату, ґрунту, агротехніки і ін.). Співвідношення амілози і амілопектину становить 25 і 75 % відповідно. Крохмальні гранули мають різну форму з плоскими поверхнями

через щільне розташування в ендоспермі. Вони приблизно одного розміру і знаходяться в межах 4 – 11 нм, що значно менше, ніж у ячменю, але трохи крупніше, ніж у рису. Температура клейстеризації крохмальних гранул гречки 65 – 67 °С, що трохи вище ніж у ячменю – 56 – 62 °С. Цей фактор необхідно враховувати при виробництві гречаного солоду і пива.

Зерно гречки містить 0,6 – 0,8 % редукуючих цукрів, 0,8 – 1,2 олігосахаридів і 0,1 – 0,2 % некрохмалистих полісахаридів. Серед низькомолекулярних цукрів основним є сахароза. Також присутні в незначній кількості арабіноза, ксилози, глюкози і дисахариди мелібіози. Жири плодів гречки становлять велику поживну цінність, оскільки відрізняються високим вмістом стійких до окислення кислот. Вміст жирів в плодах гречки коливається в межах 1,8 – 3,9 % [4, с. 635].

Важливою перевагою гречки є високий вміст в її зерні флавоноїдів, особливо рутина (вітаміну Р), який, як відомо, сприяє зміцненню стінок капілярів і рекомендується для попередження крововиливу, гіпертонічної хвороби, деяких інфекційних захворювань та ін. [5, ст. 42].

Гречка має багатий мінеральний склад. Плоди містять корисні для організму солі заліза, кальцію, фосфору, міді, цинку, бору, йоду, нікелю, кобальту. Поєднання макро- і мікроелементів (залізо, марганець, мідь, кобальт) кровотворного комплексу з вітамінами, вельми необхідними при профілактиці і лікуванні ряду захворювань людини (в тому числі анемії).

Оцукрювальна здатність гречаного солоду недостатня, що пояснюється, головним чином, низькою активністю його β -амілази. Тому, при використанні гречаного солоду для приготування напоїв бродіння слід використовувати екзогенні ферментні препарати або високо ферментативного ячмінного солоду в невеликих кількостях [5, ст. 47].

Отже, залучення гречки в якості сировини для виробництва гречаного солоду та на основі гречаного солоду отримання безглютенового пива. Це може дозволити урізноманітнити дієту для хворих на целиакію, а також розширити асортимент пивної промисловості.

Використана література

1. Проблематика забезпечення спеціальними продуктами харчування хворих на целиакію в Україні / О. В. Бабіч, М. М. Віхоть // Проблемы старения и долголетия . – 2016. - № 2 – с. 230 – 234
2. Голикова Н.В. Совершенствование химико-технологического контроля производства солода и пива/ М.: АгроНИИТЭИПП, 2014 г. – 24 с.
3. Фараджеева Е.Д. Совершенствование технологии квасоваренного солода / Е.Д. Фараджеева, Д.Н. Болотов // Тезисы докладов Международной научнопрактической конференции молодых ученых г. Москва-Пушино. май 2004 г. ч. 1с.98.
4. Пасічник, О. В. Сировина для виробництва безглютенового пива / О. В. Пасічник, Т. В. Іванов // Нові ідеї в харчовій науці - нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю

Національного університету харчових технологій, 13-17 жовтня 2014 р. – К.
: НУХТ, 2014. – С. 635.

5. Аланина О. Б. Сырьё с низким содержанием глютена в технологии пивоварения / О. Б. Аланина, Н. А. Петрова, М.М. Дадина // Известия СПбГУНиПТ (межвузовский сборник научных трудов)ю – 2008. - №4. – с.42-47