

**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 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри БПБВ

_____ Анатолій КУЦ

(підпис)

« » лютого 2023 р.

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

на тему: **Проект відділень підготовки крохмалевмісної сировини до зброджування спиртового заводу потужністю 2000 дал умовного спирту-сирцю на добу з використанням фільтрату барди для приготування замісу**

Виконав: здобувач 3 курсу групи ЗТБ-3-1ск

Блащак Максим Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник

Куц Анатолій Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Рецензент

Олена СУПРУН-КРЕСТОВА

(прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Я, як здобувач 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.

_____ Максим БЛАЩАК

(підпис)

Київ НУХТ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра біотехнології продуктів бродіння і виноробства
Освітній ступінь – «бакалавр»
Спеціальність – 181 «Харчові технології»
Освітня програма – «Харчові технології та інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри біотехнології
продуктів бродіння та виноробства

_____ Анатолій КУЦ

28 жовтня 2022 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ Блащаку Максиму Романовичу

1. Тема роботи **Проект відділень підготовки крохмалевмісної сировини до зброджування спиртового заводу потужністю 2000 дал умовного спирту-сирцю на добу з використанням фільтрату барди для приготування замісу**

Керівник роботи Куц Анатолій Михайлович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від 31 жовтня 2023 року № 776-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 31 січня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: 1. Потужність спиртового заводу – 2000 дал умовного-спирту-сирцю спирту на добу. 2. Виробляється спирт етиловий ректифікований сорту Люкс міцністю 96, 3 % об. із кукурудзи з вмістом крохмалю 62,0 % і вологістю 13,0 % 3. Обґрунтувати застосування фільтрату барди для приготування замісу і розріджуючих та оцукрюючих ферментних препаратів під час термоферментативної обробки замісу та зброджування сусла.

4. Зміст пояснювальної записки: Титульна сторінка. Завдання на проектування. Анотація. Зміст. Вступ. 1. Структура підприємства та режими його роботи. 2. Обґрунтування та вибір способів термоферментативної обробки замісу і зброджування сусла із кукурудзи. 3. Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів. 4. Технологічні розрахунки. 5. Розрахунки та підбір технологічного обладнання. 6. Технохімічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення. 7. Охорона праці. Загальні висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу:

1. Апаратурно-технологічна схема – 1 аркуш

2. Демонстраційний плакат – 1 аркуші

Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання – 22 червня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|-------------------------------|-----------------|
| 1. | Структура підприємства та режими його роботи | 10.10.22- 15.11.22 | Виконано |
| 2. | Обґрунтування та вибір способів термоферментативної обробки замісу і зброджування сусла із кукурудзи | | |
| 3. | Характеристика проекрованої продукції, сировини, основних і допоміжних матеріалів | | |
| 4. | Технологічні розрахунки | 16.11.22- 06.12.22 | Виконано |
| 5. | Розрахунки та підбір технологічного обладнання | | |
| | 1-а атестація | 07.12.22 | Виконано |
| 6. | Викреслювання апаратурно-технологічної схеми | 07.12.22- 30.12.22 | Виконано |
| 7. | Оформлення креслення і погодження з керівником | | |
| 8. | Технологічний і мікробіологічний контроль виробництва та його метрологічне забезпечення | 31.12.22- 06.01.23 | Виконано |
| 9. | Охорона праці | 07.01.23- 15.01.23 | Виконано |
| 10. | Оформлення пояснювальної записки | 16.01.23- 30.01.23 | Виконано |
| | 2-а атестація | 31.01.23 | Виконано |
| 11. | Подання роботи в комісію по перевірці на антиплагіат | 31.01.23- 03.02.23 | Виконано |
| 12. | Попередній розгляд роботи на кафедрі | | Виконано |
| 13. | Отримання зовнішньої рецензії і підготовка до захисту в ЕК | 04.02.23- 07.02.23 | Виконано |
| 14. | Захист роботи в ЕК | Згідно графіку | |

Здобувач

Максим БЛАЦАК

Керівник роботи, доцент

Анатолій КУЦ

ANNOTATION

The qualification work is devoted to the justification of the technology of ripened corn mash using bard filtrate for the preparation of mixtures for a distillery with a capacity of 2000 dal of conditional raw alcohol per day.

In the work, it is proposed to carry out low-temperature thermo-fermentative treatment of corn dough at temperatures of 85...95 °C using a contact head and two thermo-fermentative processing devices for 90...120 minutes. First, in order to obtain highly dispersed grinding with a particle size of about 0.25 mm, grind corn on a disintegrator. When preparing the mixture, replace part of the drinking water with bard filtrate (30%) and hot dephlegmatory water.

During the preparation of the dough and its thermo-fermentative processing, use the enzyme preparation Amylex HT, which contains thermostable α -amylase. Use the Diazyme SG enzyme preparation as a source of glucoamylase for saccharification of diluted cooled mass with a combination of saccharification and wort fermentation processes in a fermenter.

Fermentation should be carried out periodically with the use of DO-16 yeast, which is thermotolerant and osmophilic, with accumulation in the matured brew up to 12.0...16.0% by volume.

Use Polidez antiseptic to fight against infectious infection during yeast reproduction and wort fermentation, and to reduce alcohol losses with fermentation gases - film-condensation type alcohol trap.

Product calculations were made, on the basis of which technological and auxiliary equipment was calculated and selected. The proposed scheme of technochemical and microbiological control of the process of production of matured wort and labor protection measures.

Key words: corn, disintegrator, low-temperature thermo-enzymatic treatment, bard filtrate, thermostable α -amylase, glucoamylase, combination of saccharification and fermentation processes, highly efficient yeast race, matured wort

| | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | Annotation | Арк. |
| | | | | | | 4 |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ABSTRAKT

Kvalifikačná práca je venovaná zdôvodneniu technológie zrejúceho kukuričného rmutu bardovým filtrátom na prípravu zmesí pre liehovar s kapacitou 2000 dal podmieneného surového liehu denne.

V práci sa navrhuje realizovať nízkotepelné termofermentačné spracovanie kukuričného cesta pri teplotách 85...95 °C pomocou kontaktnej hlavy a dvoch termofermentačných spracovateľských zariadení po dobu 90...120 minút. Najprv, aby ste získali vysoko disperzné mletie s veľkosťou častíc asi 0,25 mm, pomelte kukuricu na dezintegrátore.

Pri príprave zmesi nahradte časť pitnej vody bardovým filtrátom (30%) a horúcou deflegmačnou vodou. Pri príprave cesta a jeho termofermentačnom spracovaní používajte enzýmový prípravok Amylex HT, ktorý obsahuje termostabilnú α -amylázu. Enzýmový prípravok Diazyme SG použite ako zdroj glukoamylázy na scukorenie zriedenej vychladnutej hmoty kombináciou procesov scukornatenia a fermentácie mladiny vo fermentore.

Fermentácia by sa mala vykonávať periodicky s použitím kvasiniek DO-16, ktoré sú termotolerantné a osmofilné, s akumuláciou vo vyzreтом zápore do 12,0...16,0 % objemu. Antiseptikum Polidez používajte na boj proti infekčnej infekcii pri rozmnožovaní kvasiniek a kvasení mladiny a na zníženie strát alkoholu fermentačnými plynmi - lapač alkoholu typu film-kondenzácia.

Boli urobené produktové kalkulácie, na základe ktorých boli vypočítané a vybrané technologické a pomocné zariadenia. Navrhovaná schéma technochemickej a mikrobiologickej kontroly procesu výroby vyzretej mladiny a opatrení na ochranu práce.

Kľúčové slová: kukurica, dezintegrátor, nízkotepelná termo-enzymatická úprava, bard filtrát, termostabilná α -myláza, glukoamyláza, kombinácia sacharifikačných a fermentačných procesov, vysokoúčinná kvasinka, vyzretá mladina

| | | | | | | | | | |
|-----|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | 5 |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 7 |
| 1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ | 9 |
| 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ ТЕРМОФЕРМЕНТАТИВНОЇ ОБРОБКИ ЗАМІСУ І ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА ІЗ КУКУРУДЗИ | 11 |
| 2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції | 11 |
| 2.2 Принципова технологічна схема..... | 11 |
| 2.3 Аналіз та обґрунтування технологічних способів і режимів термоферментативної обробки замісу і зброджування сусла із кукурудзи | 13 |
| 2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми..... | 22 |
| 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | 24 |
| 3.1 Характеристика проекрованої продукції..... | 24 |
| 3.2 Характеристика сировини..... | 27 |
| 3.3 Характеристика основних та допоміжних матеріалів | 31 |
| 4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ..... | 33 |
| 4.1 Вихідні дані до продуктових розрахунків..... | 33 |
| 4.2 Продуктові розрахунки..... | 33 |
| 5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ | 43 |
| 6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ І МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО МЕТРОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ | 47 |
| 7 ОХОРОНА ПРАЦІ | 52 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 54 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 55 |

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------|
| | | | | | Проект відділень підготовки крохмалевмісної сировини до зброджування спиртового заводу потужністю 2000 дал умовного спирту-сирцю на добу з використанням фільтрату барди для приготування замісу | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Акрушіє</i> |
| Розроб. | | Блащак М.Р. | | | ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА | | | |
| Перевір. | | Куц А.М. | | | | | | 6 |
| Реценз. | | | | | НУХТ ННІХТ ЗТБ-3- 1ск, 2023 | | | |
| Затверд. | | Куц А.М. | | | | | | |

Поєднання процесів бродіння і бродіння в бродильному апараті з використанням осмофільних і термофільних дріжджів сприяє підвищенню ефективності процесу за рахунок більш повного зброджування цукрів і сусла і зменшення витрати води для підтримки оптимальної температури бродіння.

У кваліфікаційній роботі обґрунтовано доцільність використання сучасних концентрованих ферментних препаратів селективної дії Амілекс ХТ та Діазим СГ для розведення суміші та цукрування сусла. Замість, отриманий із печального на дизінтеграторі куркурсу, готують із заміною 30 % води на фільтрат барди з подальшим нагріванням у контактній головці та сушінням у двох апаратах термоферментаційної обробки при температурах 90...95 оС.

Спіральні теплообмінники застосовуються для зменшення витрати пари на нагрів і охолодження суміші. Процеси оцукрення і броджування сусла суміщуються в бродильному апараті. Зброджування оцукреного слуху буде здійснюватися з використанням дріжджів сорту ДО-16, які є термостабільними та осмофільними, що забезпечить підвищений вміст спирту в дозрілому суслі.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки (тексту) на 57 сторінках формату А4 та графічної частини на 2 аркушах формату А3, на яких представлено апаратно-технологічну схему та демонстраційний плакат.

1 СТРУКТУРА ПІДПРИЄМСТВА ТА РЕЖИМИ ЙОГО РОБОТИ

1.1 Структура спиртового заводу

Основною структурною одиницею спиртового заводу є спиртовий завод з такими філіями: Для одержання спирту етилового ректифікованого з крохмалевмісної сировини використовують наступні ділянки:

- відділення підготовки сировини для термоферментативної обробки;
- відділення термоферментаційної обробки суміші;
- дріжджебродильне відведення;
- брагоректифікаційне розділення.

До допоміжних фабрик відносяться:

- котельня;
- механічний цех;
- транспортний цех;
- електроцех.

У відділенні термоферментаційної обробки реалізовано використання спірального теплообмінника «барда-заміс», де заміс нагрівається бардою (менше енерговитрати при варінні). Для охолодження сусла ми впроваджуємо спіральні теплообмінники «сусло-браш» і «сусло-вода». Також для кращого подрібнення та рафінування зерна пропонується використання дезінтеграторної установки, встановлено РПА для кращої взаємодії ферментів із субстратом. Для підвищення якості процесу розведення та цукрування рекомендується використовувати кислотостійкі ферментні препарати фірми «Новоконтакт», що зменшить витрати тепла на приготування суміші, а також забезпечить мікробіологічну чистоту середовища.

1.2 Режими роботи заводу

Робочий час, години відпочинку працівників підприємства регулюються положеннями чинного законодавства та колективного договору, а також правилами внутрішнього розпорядку:

- для працівників з п'ятитижневим робочим тижнем робочий день починається о 8 годині 00 хвилин і закінчується о 17 годині 00 хвилин. Обідня перерва з 12.00 до 13.00. Субота и неделя – вихідні.

- для змінників: денна зміна з 8:00 до 20:00, нічна зміна з 20:00 до 8:00.

Норма для жіночості роботи не може перевищувати 40 років на вечір, що сторінка безкоштовно. Праця в один робочий час сплачується у двірній місії згідно зі ст.106 КЗпП, а також праця у відкові і неробочі дні у сплачується у двірній місії згідно зі ст.107 КЗпП. За бажанням працівника, який працює у святковий і неробочий день, йому може бути надано другий день відпочинку.

На основному виробництві робочий тиждень неперервний. Працює чотири бригади в дві зміни по 12 годин. Після денної та нічної зміни працівнику надається відсипний та вихідний день.

У табл. 1.1 наведено режими роботи виробничих підрозділів заводу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|--|--|------|
| | | | | | Структура підприємства та режими його роботи | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | | | 9 |

Таблиця 1.1 – Режими роботи відділень

| Назва відділення | Кількість змін на добу | Кількість робочих днів у місяці | Кількість робочих днів у році |
|--|------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Зерносклад з приймальними пристроями для зерна із автотранспорту і залізниці | 1-2 | 25 | 305 |
| Відділення: підготовки сировини до термоферментативної обробки | 2 | 25 | 305 |
| термоферментативної обробки | 2 | 25 | 305 |
| дріжджебродильне | 2 | 25 | 305 |
| брагоректифікаційне | 2 | 25 | 305 |
| Спиртосховище | 2 | 25 | 305 |
| Лабораторія | 2 | 25 | 305 |

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБІВ ТЕРМОФЕРМЕНТАТИВНОЇ ОБРОБКИ ЗАМІСУ І ЗБРОДЖУВАННЯ СУСЛА ІЗ КУКУРУДЗИ

2.1 Обґрунтування асортименту проекрованої продукції

Як основний продукт спиртові заводи виробляють спирт етиловий ректифікований або біоетанол. Біоетанол, в основному, використовується як добавка до моторного палива. При цьому всі леткі спиртові домішки, що утворюються під час бродіння, не видаляються при перегонці і залишаються в ньому. Спирт етиловий ректифікований використовується в багатьох галузях народного господарства.

Під час еспорації та ректифікації спирту головну фракцію етилового спирту, сивушне масло і сивушний спирт або сивушно-ефірно-альдегідний концентрат відокремлюють від спирту-сирцю як окремі продукти [11-15].

Спирт етиловий ректифікований за ступенем очищення отримують сортів: «Пшенична сльоза», «Люкс», «Екстра» та «Вища очищення» [4]. Спирт етиловий ректифікований сорту «Пшенична сльоза» має найкращі органолептичні та фізико-хімічні показники порівняно із іншими сортами. Проте завданням на проектування передбачено переробку кукурудзи тому проекрованою продукцією буде спирт сорту «Люкс».

Асортимент та обсяг проекрованої продукції у разі переробки кукурудзи протягом 305 діб наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Асортимент та обсяг проекрованої продукції

| Назва продукції | Відсоток від загальної кількості | Товарна продукція, дал | |
|--|----------------------------------|------------------------|---------|
| | | за добу | за рік |
| Умовний спирт-сирець, у т.ч. : | 100 | 2000 | 610000 |
| Спирт етиловий ректифікований сорту «Люкс» | 92,0 | 1840 | 561 200 |
| Головна фракція етилового спирту | 6,1 | 122 | 37 210 |
| Масло сивушне | 0,3 | 6 | 1830 |
| Спирт сивушний | 1,0 | 20 | 6100 |
| Барда | 100 | 20 000 | 6100000 |

2.2 Принципова технологічна схема

Принципова технологічна схема отримання дозрілої бражки у виробництві спирту з крохмалевмісної сировини наведена на рис. 2.1 [10, 13, 15].

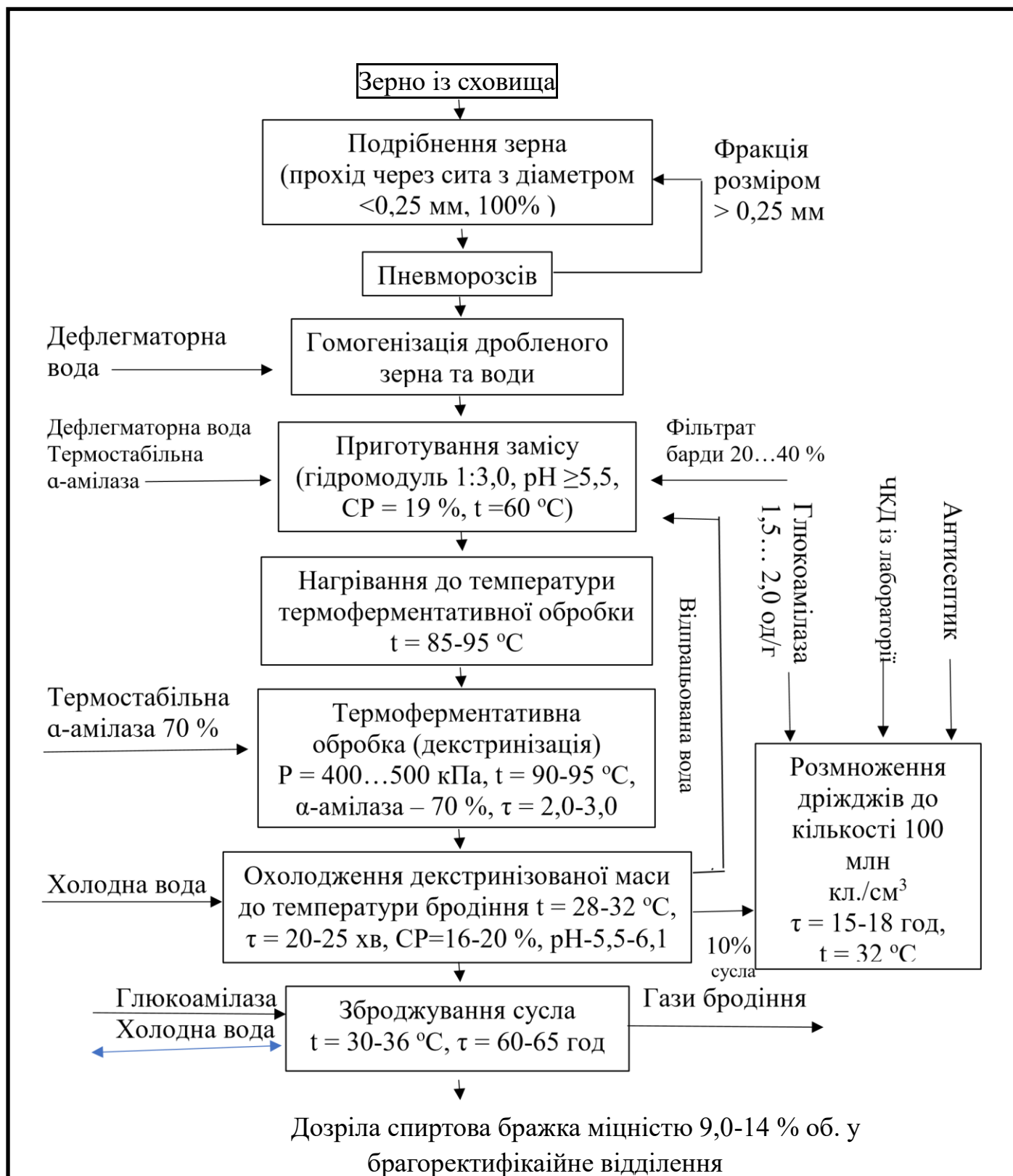


Рис. 2.1. – Принципова технологічна схема отримання дозрілої бражки із зернової сировини

2.3 Обґрунтування та вибір технологічних способів і режимів

Виробнити спирт з корхмалевмісної суміші на зброденні оцукрени розріженні корхмалю зерової рамої концентрованими ферментними препаратами мікроаномальної програми з надражим броджуваного добованого сусла спиртовими розами дрижджів. Для підвищення ефективності виробництва спирту з крохмальної сировини в спиртовій промисловості України на початку ХХІ ст. низькотемпературна термоферментаційна обробка сумішей при температурах 85...95 °С з використанням високоактивних концентрованих ферментних препаратів вибіркової дії із заміною частини води на фільтрат барди для приготування суміші. Основними технологічними параметрами, що впливають на процеси приготування і переробки зернової суміші, є вид і якість сировини, ступінь помелу, концентрація сухих речовин зернової замісу, температура і тривалість термоферментативної обробки. , рН, місце введення бродильних агентів у процес, склад і витрати на одиницю продукції.

2.3.1 Очищення зерна

Усі види зерна яке надходить у виробник, очилають від пилу, змери, каміння, металевих предметів (шматочків дроту, цвяхів, гайок) та ін. Будинки засмічуються, викликають швидкий знос і навіть пошкодження обладнання, порушують нормальний хід технологічних процесів, тому їх видаляють.

Повітряно-ситове сепарування

Домішки, що відрізняються від зерна даної культури товщиною або шириною та аеродинамічними властивостями, відокремлюють на повітряно-ситовому сепараторі. Зерно, що потрапляє в сепаратор, потрапляє в аспіраційний канал, де маса зерна пронизується потоком повітря, що створюється вентилятором, і очищається від легких домішок. Детальніше на двох ситах, які коливаються, відокремлюють крупні та м'яко домішки. Очищене зерно з другого сита надходить в джій аспіраційний канал. Швидкість повітря на всмоктувальних каналах не повинна перевищувати 7 м/с (при вищій швидкості може статися видування зерна). Вміст домішок в очищеному зерні не повинен перевищувати 1 % [13, 15].

Магнітне сепарування

Дрібні металеві домішки, що містяться в зерні після очищення в повітряно-ситових сепараторах, відокремлюються за допомогою магнітних сепараторів. На дні похилого жолоба, по якому рухається зернова маса, встановлені сепаратори з постійним магнітом. Металеві частини, які застрягли в поглибленнях біля полюсів магніту, періодично знімають вручну. При невечеріному вдаленні домішок можна замикувати напів, що проставляє деку магніту. Сепаратори з постійним магнітом встановлюють під кутом близько 40°. Вони мають довжину магнітного поля від 288 до 816 мм, міцність на розрив 88,3 Н і продуктивність зерна від 1,08 до 3,06 т/рік. Більш досконалі електромагнітні сепаратори з постійним магнітним полем. Зверху барабана, який обертається за годинниковою стрілкою з круговою швидкістю до 0,5 м/с, по всій довжині подається зернова кулька розміром не більше 5 мм.

Металеві домішки притягуються до поверхні барабана і залишаються на ній, поки не вийдуть з магнітного поля. При діаметрі барабана 300 мм сепаратор в залежності від зернової

| | | | |
|----------|----------|----------------|--|
| культури | має | продуктивність | від 4 до 9 т/рік, споживаючи 0,6.. .0,9 кВт/рік. |
| | | | Обґрунтування та вибір способів і режимів ... |
| Арк. | № докум. | Підпис | 13 |

електроенергії. Отже, для прочищення грани від прихідним видом домішок на продукціях широке автомобільне автомобільне сепарування, яке дали програмувати магнітну сепарацію. Ці два етапи відрізняються один від одного, оскільки дозволяють отримати високодисперсне подрібнення сировини та очищення зерна з мінімальними домішками [13, 15].

2.3.2 Подрібнення зерна

Помел зерна в спиртовій технології передбачає підготовку його до термоферментативної обробки. Методом причалення є руйвна клавенна структура рами. Це досягається шляхом його подрібнення на дробарках і спеціальних машинах. Високодисперсні ВД подрібнені зерна, отримані за допомогою дезінтеграторів, кульових дробарок, реактивних та інших машин, не тільки мають зруйновану зернову структуру, центри та крохмальні зерна, а й механічно руйнують полімери - крохмаль, білки та ін., що дозволяє їм обробляти при нижчих температурах менше 100 оС. Для низькотемпературної термоферментаційної обробки сумішей необхідно забезпечити подрібнення ВД зерна - не менше 92...95% при проходженні через сито з отворами 0,25 мм [13, 15].

Руйнування клітинної структури сировини досягається шляхом її подрібнення на дробарках і спеціальних машинах з подальшою водно-термічною обробкою суміші. Завдяки використанню зерна ВД помелу зменшуються втрати бродильних речовин при уварюванні та зменшуються витрати теплової енергії. Перспективним для спільтового інструменту є створення прогресивних технологій спирту з використанням дезінтеграторних, вібраційних, електромагнітних та інших подрібнювачів з метою більш ефективного використання сировини та цукристих матеріалів, а також зменшення витрат теплової енергії. Зернові культури подрібнюють механічним способом за допомогою молоткових дробарок різних конструкцій або вальцьових машин.

Найбільш поширені молоткові дробарки типу ДМ, ДДМ, А1-ДДМ або валкові млини типу ЗМ [13, 15]. На деяких заводах для отримання більш високодисперсного і помірного помелу застосовують двостадійний спосіб помелу зерна. На першому етапі зерно подрібнюють на молотковій дробарці, отриманий помел пневмотранспортом або системою механічних конвеєрів направляють на сепаратор із ситами для отримання двох фракцій помелу з різними розмірами частинок, наприклад, більше 1 мм і менше 1 мм. На другому етапі крупна фракція помелу подається на повторне подрібнення на вальцьових машинах. Застосування двостадійного способу подрібнення зерна дозволяє знизити температуру і тривалість уварювання сировини і зменшити втрати ферментованих речовин. Але застосування такого способу ускладнює технологічну схему, потребує додаткового обладнання та виробничих площ, збільшує витрати електроенергії на помел зерна та транспортування млина.

Дезінтегратори та дисмембратори великі для причалувачів удраної кадії. Однією з важливих особливостей роботи дезінтеграторів є те, що оброблюваний ними матеріал піддається механічній активації. Активізація щоб під дією більшої механічної енергії є новий прогресивний погляд на вдосконалення технологічних процесів. Це явище називається механохімічною активацією (МХА) сировини і напівфабрикатів спиртового виробництва, яка здійснюється за допомогою роторно-

пульсаційного апарату РПА.

У кваліфікаційній роботі з помелу зерна запропоновано використання дезінтегратора, який забезпечує отримання високодисперсного подрібнювача з крупністю зерна не більше 250 мкм, який повністю відповідає вимогам низькотемпературної термоферментаційної обробки суміші і має такі переваги перед іншими м'ясорубками: висока продуктивність; Його можна використовувати як високоефективний змішувач для рідких і сухих матеріалів [11, 13, 15].

2.3.3 Приготування суміші

Для приготування суміші мелену кукурудзу змішують з водою, яку частково замінюють фільтратом барди (25%) у співвідношенні 1:2,5, а також ферментним препаратом Амілекс ГТ. Кількість води змінюється залежно від вмісту крохмалю та вологості зерна, враховуючи, що концентрація сухих речовин у суслі становила 26...30 %, а отже, концентрація спирту в зрілому суслі становила 13 %...15% об. При приготуванні зернових сумішей з високим рівнем помелу зерна та використання гарячої води утворюються грудочки борошна. У більшому світі це очі приготований замісів з можливою умовою духовних справжнь при гідромодулі 1:2,5..1:3,0. При утворенні грудок погіршуються умови водно-теплової обробки сировини, збільшується витрата крохмалю. На стадії ферментативного гідролізу ускладнюється доступ ферментів до біополімерної сировини, сповільнюється спиртове бродіння, підвищується кислотність дріжджів. Для забезпечення однорідності суміші і запобігання утворенню грудок необхідно передбачити гомогенізацію крупи і гарячої води перед її надходженням у змішувач. Для цього використовують насос-змішувач, який іноді називають «дисембратором» або деемульгатором (рис. 2.2), але з огляду на процес, що в ньому відбувається, правильнішою назвою цього апарату є гомогенізатор, який в більшості випадків це насос з відкритою турбіною [13, 15]. Однак в таких апаратах немає глибокого розсіювання дрібного зерна і води. В якості основного технологічного елемента, що надає механічно-кавітаційний вплив на середовище, використовуються проточні диспергатори різних типів, у тому числі РПА, різноманітні кавітаційні пристрої та віброкавітаційні млини, що забезпечують подрібнення, гомогенізацію та перекачування. Додатковою перевагою цих схем є те, що прискорення процесу гідролізу крохмалю відбувається за рахунок ранньої гідратації крохмалю за рахунок поєднання етапів попередньої обробки та водно-теплової обробки зерна. Гомогенізатори цього типу вимагають значних витрат електроенергії, а також спостерігається сильний ерозійний знос робочих органів у процесі роботи, що обмежує ресурс роботи та знижує якість обробки продукту [15].

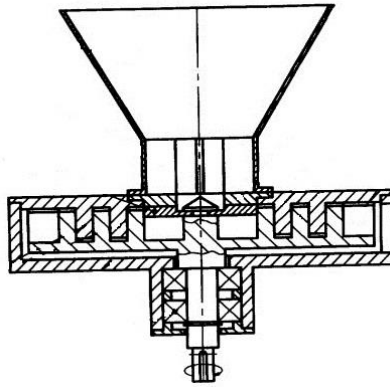


Рис. 2.3 — Дисмембратор

При приготуванні суміші зерна кукурудзи і помелу температура води повинна бути в межах 60...65 °С [13, 15]. В останні роки для зменшення витрати води при приготуванні суміші використовують бардовий фільтр, що зменшує витрату води на 20...30%. Для зменшення витрати пари на приготування суміші використовують гарячу воду, яка надходить від дефлаграції установки брагоректифікації. При необхідності суміш нагрівають до необхідної температури вторинним або гарячою парою. Для зниження в'язкості суміші як джерело термостабільної α -амілази використовують ферментний препарат Амілекс ГТ у кількості 0,8...0,9 од. амілолітична активність на 1 г крохмалю або 0,8...0,9 дм³ на 1 т крохмалю. Застосування такого зброджувального препарату призводить до розрідження суміші, не викликає значного накопичення простих цукрів і не впливає на втрати речовин зброджування при тепловій обробці. Для кращого дозування та контакту із сумішшю концентровані ферментні препарати розводять питною водою у співвідношенні 1:5...1:10. Для забезпечення гомогенізації суміші її перемішують пропелерною мішалкою або роторно-пульсаційним апаратом [13, 15].

2.3.4 Термоферментативна обробка замісу

Основною метою термоферментної обробки є підготовка крохмалю до окислення, коли він доступний для дії амілолітичних ферментів, тобто руйнування оболонки, що обертають крохмальні зерна. При термічній обробці при температурах вище 140 °С необхідна також стерилізація суміші, що важливо в подальших технологічних процесах цукрування та бродиння [13, 15].

Безперевні установки використовуються на українських лікєро-горілочаних заводах. Останніми домашніми до них є приготування хромалєвмісної романтичної до охолодження з мінімальними витратами теплової та електричної енергії. Установки повинні бути простими в обслуговуванні та безпечними в експлуатації.

Зараз в Україні для термоферментативної обробки використовуються лише низькотемпературні установки з використанням термостабільних мікроферментативних препаратів, тому в кваліфікаційній роботі розглядається термін ферментативна обробка зернових сумішей при низьких температурах. Така схема забезпечує найбільший вихід спирту з 1 т крохмалю порівняно з іншими схемами [11-15].

Особливістю низькотемпературної схеми термоферментативної обробки є використання термостабільних бактеріальних ферментних препаратів α -амілази.

Процес проводять при температурі 85...95 °С. Тривалість процесу відносно велика і становить 90...180 років, що є одним з головних недоліків [15]. Перевагами такої обробки є:

- трансляція програми гострої пари, що має значення розміщення собаварності ректифікованого спилу;
- зниження температури обробки, завдяки чому сповільнюються реакції утворення меланоїдів і карамелі, зберігається частина вуглеводів для утворення спирту;
- максимально придатні для виробництва завдяки мінімальній кількості обладнання;
- зручне у використанні та ремонтне обладнання. Підігріту суміш направляють в апарат термоферментаційної обробки, де підсушують при температурах 85...95 °С з переливом з одного апарату в інший і постійним механічним перемішуванням [15].

Тривалість перебування суміші в апараті термоферментаційної обробки при оптимальній температурі залежить від виду сировини та технологічних особливостей подальших операцій приготування спиртової браги. Співвідношення дургасти і температного образу повинно було забезпечити ефективну пастеризацію суміші та її мікробіологічну чистоту.

В апараті під дією температичного, механічного перемішування та раріджуючого фермину, в основному, клейстеризація та риріженна корхмалю рамиші. Після закінчення термоферментаційної обробки частина суміші (близько 10%) збирається в дріжджах для розмноження дріжджів, а решта надходить у спіральний теплообмінник для охолодження до температури 33...35 °С і передачі в ферментаційний апарат [13, 15].

2.3.5 Вибір та застосування концентрованих ферментних препаратів селективної дії під час термоферментативної обробки замісу та зброджування сусла

Застосування нових ферментних препаратів як на стадії приготування суміші, так і на стадії цукрування дає можливість підвищити ефективність використання зернових компонентів та зменшити витрати водних ресурсів. В цілому такий підхід дозволяє більш раціонально розподіляти енергію та енергію на виробництво, адже витрати пари на нагрівання сировини для отримання 1000 дал спирту становлять 25000 кг. Якщо знизити температуру нагріву, споживання тепла зменшується в середньому на 1,3%.

Витрати гриючу пару на розварювання становлять 32...35 % від усіх програм на технологічний процес. Новітні ферментні препарати дозволяють використовувати більш низькі температурні режими для приготування сумішей (60...70 °С), термоферментаційної обробки (90...95 °С) і цукрування сусла (55...56 °С). Витрати таких ферментних препаратів за програмою замісу та зерна не значні і становлять від 0,5 до 2,0 кг/т хромалю зерна, що становить не між 0,025 % маси зерна. При цьому ефективність застосування дуже висока [13, 15].

За специфікою впливу на різні високомолекулярні полімери ферментні препарати можна розділити на 3 групи: амілолітичну дію – сприяють гідролізу крохмалю. До них відносяться ферменти розріджуючого, декстриніруючого та оцукрюючого застосування; протеолітична дія – гідролізують білкові молекули;

целюлолітичні кадії – гідролізують некрохмалістие полісахариди, наприклад целюлозу.

Ферменти амілолітичної дії найбільш затребувані в спиртовому виробництві, оскільки вони об'єднують велику групу ферментів, які здійснюють гідроліз глікозидних зв'язків амілози, амілопектину, глікогену та інших мальтоолігосахаридів. До ферментних препаратів, що використовуються у виробництві спирту з крохмалистої сировини, висуваються такі вимоги [13, 15]:

- висока концентрація та активність, рідкий стан, відсутність зважених часток, простота дозування;
- високий соборак мікробіологічної чистоти;
- тривале зберігання без втрати активності в широкому діапазоні температур;
- ніжні питомі розділення на одиницю крохмалю та нехідні транспортні розділення;
- термостабільність і можливість використання в різних варіантах технологічного процесу;
- можливість поєднання термічної обробки сировини та розведення крохмалю.

Таким вимогам, зокрема, відповідають Amylex HT і Diazyme SG.

Amylex HT (ключовий фермент α -амілаза) – ферментний препарат бактеріальної α -амілази Amylex HT отримують шляхом глибинного культивування штаму *Bacillus subtilis*. Цей ферментний препарат є ендферментом і гідролізує внутрішні α -1,4-глюкозидні зв'язки крохмалю, декстринів і продуктів послідовного розщеплення. Кінцевими продуктами джиду бактеріальна α -амілаза на крохмаль є зовні декстрину, олігосахариду та мальтози. Дія ферменту призводить до швидкого зниження в'язкості пастеризованого крохмалю, особливо на стадії розведення.

Діазим СГ (ключовий фермент глюкоамілаза) – ферментний препарат глюкоамілази Діазим СГ отримують шляхом глибокого культивування спрямованого біосинтезу генетично модифікованого штаму пліснявих грибів *Aspergillus niger*. Цей ферментний препарат здатний гідролізувати α -1,4- і α -1,6-глюкозидні зв'язки крохмалю, декстринів, олігосахаридів, відщеплювати решту молекул глюкози від невідновних кінців ланцюга. Використовуваний для оцукрення частково розщеплені полімерні молекули крохмалю. У табл. 2.2 Ознайомлення з характеристикою ферментних препаратів Амілекс ХТ та Діазим СГ.

Таблиця 2.2 – Характеристика ферментних препаратів Amylex HT і Diazyme SG

| Найменування показника | Характеристика та норми для ферментного препарату | |
|---|---|--------------|
| | Amylex HT | Diazyme SG |
| Зовнішній вигляд | рідина | рідина |
| Колір | коричневий | коричневий |
| Густина, г/см ³ | 1,05... 1,12 | 1,05... 1,12 |
| pH | 5,5... 7,0 | 4,0... 5,0 |
| Дозування, дм ³ /т умовного крохмалю | 0,4 | 1,45 |

| | | |
|---|------------|------------|
| Амілолітична активність, од. АЗ/см ³ за температури: | | |
| 30°C | 2300±200 | 150 |
| 60°C | 4800 | - |
| 70°C | 4400 | - |
| 80°C | 1500 | - |
| Глюкоамілазна активність, од. АЗ/см ³ | - | 8000±300 |
| Оптимальні умови дії: | | |
| рН | 5,7... 6,2 | 4,0... 4,5 |
| температура, °С | 60... 70 | 58... 65 |

Після вивчення впливу ферментних препаратів на гідроліз біополімерів встановлено, що при зниженні рН до 3,8...4,0, що є оптимальним при застосуванні кислотостійких ферментних препаратів, відбувається: - зниження концентрації ацетальдегіду на 10%, кількості ефірів – на 15%; - знижується концентрація вищих спиртів і органічних кислот відповідно на 6 і 43%. Зменшення концентрації органічних домішок спирту в бродильному дистиляті дозволяє знизити енерговитрати на їх відділення і концентрацію при брагоректифікації і позитивно впливає на якісні показники спирту етилового ректифікованого. Враховуючи цю інформацію, у кваліфікаційній роботі будуть використані кислотостійкі ферментні препарати Амилекс ГТ як джерело термостабільної α -амілази та Діазим СГ як джерело глюкоамілази фірми «Новоконтакт».

2.3.6 Охолодження розвареної маси до температури бродіння

У зв'язку з використанням термостійких дріжджів набув поширення метод обцукровування охолодженої до 33...35 °С розвареної маси безпосередньо в бродильному апараті. Для цього суміш охолоджують у спіральному теплообміннику, використовуючи як холодоагент воду зі ставка, розташованого поблизу заводу [13, 15].

2.3.7 Оцукрювання розвареної маси

Мета охолодження завареної маси хохмалевмісної рослини – гідроліз крохмалю і білків охолодженої завареної маси вермами очакрильних матеріалів. Я відкриваю матеріал у роботі в роботі в роботі програмний препарат мікроаної програми Diazyme SG.

Сосо спільтового прикраси – це холодне заварене мasha, підсолоджене глюкоамілазою перерату Diazyme SG. Оцукрення завдання з таких стадій: чекладення завареної маси до заданої температури оцукрювання; музичування завареної маси з оцукрий мастиром; оцукрення крохмалю.

Розварена і розріджена маса надходить у ферментер, де змішується з цукропідсолоджувальним ферментом при температурі 30...32 °С. Тривалість обцукровування 20...60 хв і триває до завершення бродіння. Глюкоамілаза ензиму ферменту активно гідролізує декстрини різної молекулярної маси, що утворилися в процесі розведення, до вуглеводів, які зброджуються.

Під час цукрування збродженої маси 75...80 % крохмалю гідролізується до глюкози і мальтози, залишаючи 20...25 % граничних декстринів, які цукряться під час зброджування сусла [13, 15].

Залежно від довжини ланцюга декстрини дають різне забарвлення розчином йоду. Декстрини, які мають 4...6 залишків глюкози (ахродекстрини), не забарвлюються йодом. Ті, що містять 8...12 залишків глюкози (еритродекстрини), забарвлюються йодом у червоний колір, а декстрини з 30...35 залишками глюкози (амілодекстрини) — у синій колір. Із загальної кількості введеного у виробництво сировини крохмалю в стиглій пшениці залишається нерозчинним від 1 до 3,5 %, що при максимальному значенні становить близько третини всіх втрат. Повноту окріплення хорхмалю контролюють частиною пробою на йод [15].

У фільтрати золота профізують: концентрація сухих частин - цукромиром, вираженість - титрування, повноту одержання - візуально. Процес оцукрення дуже в бродильному апараті під дією цього ж ферзміну. Для вирощування виробничих дріжджів використовують сусло, яке за потреби відбирають з апарату термоферментаційної обробки до охолодження в теплообміннику.

Частина сусла, що залишилася, перекачується насосом з цукристої машини в спіральний теплообмінник, а потім в апарат для бродіння. У теплообміннику сусло охолоджується до температури «згортання» [29].

Для засвоєння мікробіологічної чистоти мідіо в дріжджанки і бродильний апарат введон створюють відпецизу Полідез. Одночасно, роботою пропонується виділення корхмалю в бродильному апараті з одночасним броджуванням утворюваних мальтози і глюкози.

2.3.8 Зброджування сусла

На лікєро-горілчаних заводах України використовують періодичний спосіб зброджування сусла з крохмалєвмісної сировини. Видоми також інформація бродиния – безперервно-проточний, перточно-рециркулярний і циклічний, але з різних принципових причин, основними з яких є небезпека розвитку сторонньої інфекційної мікрофлори, бродіння дріжджів і зниження виходу спирту, поки не знайшли широкого застосування.

Для зброджування сусла використовують осмофілну термотолерантну дріжджову расу *Saccharomyces cerevisiae* ДО-16, яка здатна зброджувати сусло з концентрацією сухих речовин 22...31 % при температурі 32...35 °С, з накопиченням у дозрілому суслі 12...16% об. дух [9].

Для періодичного методу всі операції від початку до кінця виконуються на одному пристрої. Спочатку бродильний апарат заповнюють 10...15% охолодженого сусла, потім у виробничі дріжджі вводять підсолонжений цукром ферментний препарат і антисептик із заповненням сусла 70-75%. Кількість виробничих дріжджів становить 8...10% від об'єму сусла, що вариться. Сусло з дріжджами залишають бродити на 72 роки [13].

Періодичний спосіб зброджування сусла ділиться на етапи:

- 1) розброджування;
- 2) головне бродиння (бродіння цукру та дріжджове бродіння глюкози, внаслідок чого утворюється спирт і виділяється вуглекислий газ);
- 3) бродіння (декстрини під дією декстриназ гідролізуються до мальтози, яка потім зброджується дріжджами).

Тривалість заповнення одного бродильного апарату не повинна перевищувати 8 років. Нормальна тривалість ферментації становить 72 роки, але вона може бути

скорочена до 48 років, якщо недостатньо об'єму апарату для бродіння [26]. Початкова температура сусла («складки») залежить від тривалості бродіння: чим вона вища, тим нижче температура (18...20 °С при 72 роках). При 48-годинному бродінні початкова температура сусла 24...25 °С.

Під час основного бродіння підтримують температуру 29...30 °С, а при відгодівлі — 27...28 °С. При нестачі шукура дрижджі продовжувати. Крім того, при більш низькій температурі замовлення закисання бражки [13, 15].

Бродування вважається закінченим, коли вміст незброджуваних цукрів (відновлюючих речовин - РВ) у стиглих плодах досягає 0,2...0,3 г/100 см³, а видимий і ефективний вміст сухих речовин не змінюється протягом останніх 2-х...3 роки. Якщо спостерігається реакція йодокрохмалю на зрілі дрижджі, то це свідчить про повне зацукровування розчиненого крохмалю. При необхідності бродіння у зв'язку із зупинкою брагоректифікаційної установки брагу охолоджують після закінчення основного бродіння до температури 15...20 °С.

Під час бродіння бродильні апарати з'єднані з плівчато-конденсаційним спринцувальником для конденсації парів спирту, які виділяються газами бродіння. Стигла брага з бродильного апарату безпосередньо або через проміжну ємність з насосом через спіральний теплообмінник надходить на установку брагоректифікації.

Після спорожнення бродильний апарат промивають водою, збризкують посередині розчином хлорного вапна, підсушують 15...20 хв, після чого хлорне вапно промивають водою і пропарюють при температурі близько 100 °С. Витрата пари — 10...12 кг на 1 м³ об'єму апарата. Для промивання бродильних апаратів зручно використовувати спеціальні механічні пристрої, які приводяться в рух рідиною, що подається в них насосом під тиском до 0,4 МПа. Робоча рідина — перегріта вода, змішана з антисептиком, розпилюється в середині ферментаційного апарату [13, 15].

Окремих начень, у клавіаційний робот за результатами проведеного техніко-економічного аналізу.

1. Використання дезінтегрованої кукурудзи для отримання високодисперсного помелу з розміром частинок не більше 250 мкм, що є одним із основних факторів впровадження низькотемпературної обробки за температур 90...95 оС, що дозволить зменшити витрати пари на термоферментативну обробку суміші та збільшити вихід спирту на 2,5...3% порівняно з традиційними технологіями.

2. Застосування фільтрату барди та гарячої дефлаграційної води для зменшення витрати питної води на приготування суміші приблизно в 1,5 рази та зниження технологічних втрат за рахунок часткового відновлення незброджених вуглеводів з барди.

3. Застосування сучасних ферментних препаратів Амілекс ХТ та Діазим СГ дозволяє підвищити вихід спирту на 0,3...0,4 дал з 1 т штучного крохмалю за рахунок кислотостійкості та низького рН.

4. Процеси откриття крохмалю сла и бродиния обьонидния в бродильном аппарате.

5. Застосування термотолерантного штаму дрижджів ДО-16 дозволяє зменшити витрати води на 30% для охолодження бродильних апаратів і збільшити вихід спирту на 0,5...0,7 дал з 1 т штучного крохмалю за рахунок більш повного зброджування вуглеводів. і менше накопичення гліцерину та інших продуктів бродіння.

2.4 Опис апаратурно-технологічної схеми

Зерно доставляється на підприємство автотранспортом, частина направляється в зерносховище, а інша вивантажується в проміжний бункер 1, після чого надходить у виробництво. Норія 2 надходить в збірник 4. Вихідне зерно встановлюється в сепараційну камеру, повітряно-ситовий сепаратор 5, де очікується вид легкого мишка. Потім зерно потрапляє в магнітний сепаратор 6, де звільняється від металевих домішок. Очищене зерно направляють у дезінтегратор 8, подрібнюють і далі подають у змішувальну ємність 11, куди додають 30% від загальної маси ФП Амілекс ГТ з ємності 7, з ємності 10 і фільтрують у кількості 30% від вводять відповідну ємність 9.

Попередньо підігріту до 60...65 °С і розведену суміш подають через переливний патрубок на фільтр-уловлювач 13 для уловлювання згустків. В цьому значенні замису через ротаційно-пульсаційний апарат (РПА) 12 сича іго механоактивація. Маса, активована плунжерним насосом 14, надходить у контактну головку 15, де під дією гарячої пари нагрівається до температури 90...95 °С. У перший апарат АТФО-1 16 вводять залишок розріджуючого ферментного препарату Амілекс ГТ, при інтенсивному перемішуванні. Подальший процес розрідження зернового суслу і його сушіння в загальному обсязі 90-120 хв. при інтенсивному перемішуванні в вертикальному мішалці дуже в апараті АТФО-2 17.

Запониження приводів і інших апаратів АТФО дуже зціджене і виключає прожання зернового суслу траницею, з іншої застібної зони. Частина маси, отриманої при температурі 95 °С (для запобігання зараженню) плунжерним насосом 14, надходить на культивування виробничих дріжджів у піддон 25, куди потрапляє лабораторний розчин карбаміду, діамоній фосфату та ФП Діазим СГ з відповідного вводяться також збірники.

Основна кількість розведеної маси (90%) йде на подальше охолодження в спіральному теплообміннику 24 до температури «згортання» 34...36° С, після чого насосом перекачується у ферментер 30, де ФП Діазим СГ із збірника 26, антисептик Полідез зі збору 10. Пари спирту, які виділяються в процесі бродіння, уловлюються спиртовловлювачем 31. Стигла брага з ферментаційного апарату 30 подається насосом до спіралі. теплообмінника 24, де нагрівається до температури 60°С і після цього надходить у секцію брагоректифікації.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ ТА ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

3.1 Характеристика проекрованої продукції

Спирт етиловий ректифікований

Залежно від ступеня очищення спирт ректифікації етилового отримують з таких сортів: «Пшенична сльоза», «Люкс», «Екстра», «Вище очищення». Завдання на проектування включає виробництво спирту типу «Люкс», який за органолептичними та фізико-хімічними показниками повинен відповідати вимогам ДСТУ 4221:2003 [4], зазначеним в табл. 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1 — Органолептичні показники спирту етилового ректифікованого

| Назва показника | Значення показника |
|------------------|--|
| Зовнішній вигляд | Прозора рідина без сторонніх домішок. |
| Колір | Безбарвна рідина. |
| Смак і запах | Характерний для кожного сорту етилового спирту, виробленого із відповідної сировини, без присмаку та запаху сторонніх речовин. |

Таблиця 3.2 — Фізико-хімічні показники спирту етилового ректифікованого

| Назва показника | Норма для спирту | | | | Методи |
|--|-------------------|--------|----------|-----------------|---------------------------------|
| | «Пшенична сльоза» | «Люкс» | «Екстра» | «Вищої очистки» | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Об'ємна частка етилового спирту за температури 20 °С, не менше | 96,3 | 96,3 | 96,3 | 96,0 | Згідно з ДСТУ4181 |
| Проба на чистоту з сірчаною кислотою | Витримує | | | | Згідно з ДСТУ4181 |
| Масова концентрація альдегідів, у перерахунку на оцтовий альдегід в безводному спирті, мг/дм ³ , не менше | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222 |
| Проба на окислюваність за температури 20°С, хв., не менше | 23 | 22 | 20 | 15 | Згідно з ДСТУ 4181 |
| Масова концентрація сивушного масла: пропіловий, ізопропіловий, бутиловий, ізобутиловий та ізоаміловий спирти, в перерахунку на суміш пропілового, ізобутилового та ізоамілового спиртів (3:1:1) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше | 3,0 | 4,0 | 7,0 | 10,0 | Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|----------|------|------|------|---------------------------------|
| Масова концентрація сивушного масла, в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (1:1) в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 4,0 | Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222 |
| Масова концентрація етерів, у перерахунку на оцтовий етер в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 5,0 | Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ 4222 |
| Об'ємна частка метилового спирту, в перерахунку на безводний | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,03 | Згідно з ДСТУ 4181 та ДСТУ |
| Масова концентрація вільних кислот (без CO ₂), в перерахунку на оцтову кислоту в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше | 8,0 | 8,0 | 12,0 | 15,0 | Згідно з ДСТУ 4181 |
| Масова концентрація органічних речовин, що обмілюються, в перерахунку на оцтовий етер в безводному спирті, мг/дм ³ , не більше | 12,0 | 18,0 | 25,0 | 30,0 | Згідно з ДСТУ 4181 |
| Проба на фурфурол | Витримує | | | | Згідно з ДСТУ 4181 |
| Масова концентрація сухого залишку, мг/дм ³ , не більше | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 10,0 | Згідно з ДСТУ 4181 |

Згідно з ДСТУ 4221:2003 [3, 5] вміст радіонуклідів не повинен перевищувати рівні вказані у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 — Гранично допустимі концентрації вмісту важких металів, радіонуклідів і миш'яку у ректифікованому спирті

| Назва показника | Допустимі рівні, мг/кг, не більше | Метод контролю |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Свинець | 0,300 | За вимогами чинної НТД |
| Кадмій | 0,030 | Те саме |
| Ртуть | 0,005 | —«»— |
| Цинк | 4,000 | —«»— |
| Миш'як | 0,200 | —«»— |
| Цезій 137, БК/кг | 600,0 | —«»— |
| Стронцій 90, БК/кг | 200,0 | —«»— |

Масло сивушне

Масло сивушне — одержують у ректифікаційній колоні в кількості 2...4% спирту, що вводиться в спиртову колону. До його складу входять вищі спирти, %, аміловий - 45...65, ізобутиловий - 15...25, і-бутиловий - 0,5-2, і-пропіловий - 2...15, етиловий - 3 .. 15. Вміст етилового спирту — 35... 40 об. % і сивушного масла — 10...45 об. %.. Крім, 8...15 % води та 0,5...4,0 % інших органічних сполук (кислот, альдегідів, амінів та ін.) міститься в товарній кунжутній олії. Севильову олію відокремлюють від сефирної фракції обробкою водою з отриманням двох рідких стратифікованих фаз: сефирної олії (рафінованої) і екстракту, до складу якого входить екстрагент (вода) з етиловим спиртом, виділеним із вихідної суміші.

Характеристика масла сивушного за вимогами ДСТУ 7940-2015 [6] наведена в табл. 3.4.

Таблиця 3.4— Органолептичні і фізико-хімічні показники масла сивушного

| Назва показника | Характеристика |
|--|---|
| Зовнішній вигляд | прозора рідина без механічних домішок та помутніння |
| Колір | від світло-жовтого до світло-коричневого |
| Температурна границя перегонки при тиску 101,325 кПа (760 мм рт. ст), °С | не менше 120,0 |
| Об'ємна частка сивушного масла, % | не менше 50,0 |
| Показник заломлення n_{20}^D | не менше 1,395 |
| Густина за температури 20 °С, г/см ³ | не більше 1,0 |

Спирт сивушний

Спирт сивушний — безбарвна або злегка жовтувата рідина без сторонніх включень з яскраво вираженим фруктовим запахом, зумовленим наявністю в ній оцтово-ізоамілового ефіру. Сивий спирт збирають у кількості 0,8...2,5 % від введеного в колону спирту на 18-й тарілці (рахуючи знизу) при температурі близько 80 °С. Його склад зазвичай містить 5...20% пропанолу та ізобутанолу, 0,3...0,8% об. ефірів і невеликої кількості азотистих речовин, альдегідів і кислот. Донедавна чорничний спирт не вироблявся як побічний продукт на установках більшості заводів. І лише у зв'язку з підвищенням вимог до якості алкоголю його почали підхоплювати [13, 15].

Фракція головна етилового спирту

Основна фракція повинна бути прозорою, безбарвною, злегка жовтого або зеленого кольору, з видимою концентрацією більше 92 ОБ. %. Допуста такий склад її, г/дм³: кислоти — менше 1, ефірів — менше 30, альдегідів при переробці крохмалевмісної сировини — менше 10, при переробці патоки менше — 35. Вміст метанолу, % об.: при переробній меляси — менше 0,05, зерна — менше 1,5, картоплі — менше 2,5, сумішевої сировини — менше 6; летких домішок — 2...6% і води — 5...6%.

Склад і кількість домішок значною мірою залежить від якості сировини, обсягу переробки, об'єму основної фракції, що відбирається.

Характеристика головної фракції згідно з вимогами ДСТУ 7402-2013 [7] наведена у табл. 3.5.

Таблиця 3.5—Характеристика фракції головної етилового спирту

| Назва показника | Характеристика |
|---|----------------|
| Об'ємна частка етилового спирту, % | не менше 92,0 |
| Масова концентрація альдегідів в перерахунку на оцтовий, г/дм ³ безводного спирту | не більше 10,0 |
| Масова концентрація вищих спиртів (сивушного масла) в перерахунку на суміш ізоамілового та ізобутилового спиртів (3:1), г/дм ³ безводного спирту | не більше 20,0 |
| Масова концентрація складних етерів в перерахунку на оцтово-етиловий, г/дм ³ безводного спирту | не більше 30,0 |
| Об'ємна частка метилового спирту, % | не більше 1,5 |
| Масова концентрація кислот в перерахунку на оцтову кислоту, г/дм ³ безводного спирту | не більше 1,0 |

Зернова барда

Спиртова зернова барда є складною полідисперсною системою, сухі речовини якої знаходяться у суспензії та в розчиненому стані. Втилки відгонки спільку з дозрільної бражки в барді залишаються: невикористана при бродинні частина органічної речовини зерна, мінеральні речовини зерна, накопичена біомаса дріжджів і продукти їх життєдіяльності (гліцерин, органічні кислоти та ін.) і частина подрібненої зерно. Склад і продуктивність барди залежить від виду сировини, яка переробляється на спирт. Свіжа барда має кислу реакцію (рН 4,2...4,4). Містити 6,7...8,4 % сухих речовин, у т. ч. незброджених цукрів — 0,25...0,45%, сирий білок — 1,8...2,2%; клітковина — 0,9...1,7%; золя — 0,6...0,7%; безазотисті екстрактивні речовини — 3,4...3,8% [13, 15].

3.2 Характеристика сировини

Основною растомією для ставки спільку є зерно. У спільку переробокан буду-яке зрно, і туму не для привітних і кормових гезнов. Річний обсяг переробки коливається в залежності від багатьох факторів і становить приблизно (%): пшениці — 50 (переважно дефектні), ячменю — 20, жита — 12, кукурудзи — 8, проса — 5, пшениці — 2 та інших культур — 3 . Ці показники визначаються в лабораторії при надходженні партії зернової продукції на підприємство [13, 15]. Кукурудза. Із зернових культур місячної рами для установки спільку кукурудзу. У ньому відносно більше крохмалю, менше клітковини, більше жиру (що підвищує харчову цінність барді). Урожайність у 2...3 рази вища за інші зернові культури. На прямостоячому стеблі рослини заввишки 0,6—2,6 м розвиваються 1...2 (іноді більше) качани, на поверхні яких по краю зачатка розташовано від 300 до 1000 зерен (зерен). Зерна мають жовтий або білий колір, рідше - оранжевий. Зерно становить від 75 до 85% від маси курки. Качан загортають у кілька клубків листя.

Залежно від форми зерна та стадії розвитку ендосперму кукурудзу поділяють на 7 ботанічних груп: кременисту, пупкову, крохмалисту, воскову, цукрову, луску. Для виробництва спирту доцільніше використовувати крохмалисту та пупкову кукурудзу, яку легко розварити [13].

Вимоги до якості крохмалевмісної кукурудзи за ДСТУ 4525:2006 [5] наведено в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Вимоги до якості кукурудзи крохмалистої

| Найменування показника | Нормативні значення |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Колір | Жовтий-червоно-жовтий |
| Запах | Характерний для здорового зерна |
| Вологість,%, не більше | 15,0 |
| Натура, г/дм ³ , не менше | 780 |
| Засміченість,%, не більше | 5,0 |
| Зернова домішка,%, не більше | 15,0 |
| Зараженість | Кліщ 1ст. |

На спирт дозволяється переробляти зерно будь-якої якості.

Вода

На спільних заводах вода виставлена на технічну продукцію, для холодних палипродуктів та продуктів, живлення парових котлів.

У технологічних процесах воду використовують для приготування суміші для промивання технологічного обладнання. Використовувана на технологічні цілі вода входить до складу напівфабрикату спиртового виробництва, а хімічний склад має істотний вплив на хід технологічних процесів і якість продукції. Для технологічних потреб використовують артезіанську воду, для технічних – воду з відкритих джерел водопостачання (річки, ставки) [13, 15].

Вода для технологічних цілей повинна відповідати тим же вимогам, що й вода питна ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [3]. Із солі у воді солнення бікоронати і шулафати кальцієм і магнієм, що надають вадю твердість, яка не вміщує перевищувати 7 ммоль/дм³, бути простою, без кільця і неприємних запахів. Не допускається наявність важких металів – ртуті, барію та інших. Окислюваність не вибору перевищувати 2 см³ 0,01 і грозу перманганату калію. Густиий осад не повинен бути більше 1000 мг/дм³.

Природну воду, яка не відповідає цим вимогам, підлягають корекції: фільтрації через кварцовий пісок, інколи з коагуляції колодильних домішок, знезараженню хлором, а при необхідності пом'якшенню натронно-вапняним або іонним методом.

Дуже небажано виробляти воду з великою жорсткістю. Для проведення всіх технологічних процесів необхідна слабокисла реакція середовища (рН 4,5...5,5). Таким чином, крохмалевмісна сировина засвоюється тим швидше і повніше, чим нижче рН. При рН 4,5...5,5 крохмаль швидше цукриться, рН 5...5,5 найбільш сприятливий для спиртового бродіння. Нейтральна і слаболужна реакція сприяє

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

розвитку кислотоутворюючих бактерій. У лужному медіоні при бродинні утворюється може гліцерин. Надлишок вуглеводнів кальцію і магнію шкідливий, оскільки змінює рН розвареної маси в бік підвищення, аж до нейтральної реакції.

Крім того, гідрокарбонат кальцію, беручи участь у розкладанні сировини з фосфатами, перетворює їх на нерозчинні сполуки, які не можуть засвоюватися дріжджами. У воді з кальцієвими і магнієвими солями сірчаної, соляної, азотної кислот підвищується кислотність розвареної маси, і з цього погляду такі солі корисні. Вони також допомагають стабілізувати амілазу в процесі окислення.

У зв'язку з цим при варінні зернової суміші дуже жорстку воду окислюють сірчаною кислотою або фільтратом барди. Показники бактеріальної чистоти води є коли-титр і коли-індекс. Коли-титр дорівнює найменшій кількості води в см³, в якій виявлена одна шлункова паличка, а коли-індекс – кількості шлункових паличок, що містяться в 1 дм³ води. Коли-титр винен бути не меншим 300, а коли-індекс не більшим 3. Я багато навестей мікроорганізмів в 1 см³ води не перевищувати 70, а під повені – 100.

Відкриті водойми (річки та ставки) містять порівняно невелику кількість солей – 40..500 мг/дм³. Концентрація органічних домішок від 2 до 100 мг/дм³. В артезіанській воді більше мінеральних солей — 500...3000 мг/дм³, вміст органічних речовин не перевищує 4 мг/дм³, бездоганна з точки зору бактеріальної чистоти.

Основні вимоги до фізико-хімічних та мікробіологічних показників технологічної води наведено у табл. 3.7-3.8

Таблиця 3.7 — Фізико-хімічні показники технологічної води

| № п/п | Найменування показників | Одиниці виміру | Нормативи | Методики визначення згідно з додатком 5 |
|-------|-------------------------|------------------------|-----------|---|
| 1 | Загальна жорсткість | ммоль/дм ³ | 1,5...7,0 | п. 4 |
| 2 | Загальна лужність | ммоль/ дм ³ | 0,5...6,5 | п. 41 |
| 3 | Йод | мкг/ дм ³ | 20...30 | п. 43 |
| 4 | Калій | мг/ дм ³ | 2...20 | п. 26 |
| 5 | Кальцій | мг/ дм ³ | 25...75 | п. 45 |
| 6 | Магній | мг/ дм ³ | 10...50 | п. 45 |
| 7 | Натрій | мг/ дм ³ | 2...20 | п. 45 |
| 8 | Сухий залишок | мг/ дм ³ | 200...500 | п. 12 |
| 9 | Фториди | мг/ дм ³ | 0,7...1,2 | п. 8 |

Таблиця 3.8 — Мікробіологічні показники технологічної води

| № п/п | Назва показника | Оптимальні значення показника | Методика визначення |
|-------|--|-------------------------------|---|
| 1 | Загальна кількість бактерій в 1 см ³ води, не більше | 100 | Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005. |
| 2 | Бактерії групи кишкової палички: Загальні коліформи, КУО/100 см ³ | відсутність | Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005. |
| | <i>E.coli</i> , КУО/100 см ³ | відсутність | Методичні вказівки. МВ 10.2.1-113-2005. |

Основні вимоги до якості води технічного призначення у виробництві спирту наведено у табл. 3.9 [13, 15].

Таблиця 3.9 — Основні вимоги до води технічного призначення для виробництва спирту

| Назва матеріалів | Назва та позначення нормативного документа на сировину та матеріали | Назва показника | Номінальне значення показника |
|------------------|---|-----------------------------------|-------------------------------|
| Вода технічна | «Інструкція по технохімічному контролю спиртового виробництва» | Лужність, ммоль/дм ³ | Не більше 6,0 |
| | | Жорсткість, ммоль/дм ³ | Не більше 12 |

Таблиця 3.10 — Гранично допустима концентрація хімічних речовин, що містяться у воді

| Найменування хімічної речовини | Норматив | Метод визначення |
|---|----------|----------------------|
| Нікель, мг/дм ³ , не більше | 0,02 | ДСТУ ISO 11885-2005 |
| Хлориди, мг/дм ³ | 80,0 | Згідно ДСТУ 4089 |
| Амоній, мг/дм ³ , не більше | 0,5 | ДСТУ ISO 6778-2003 |
| Кадмій, мг/дм ³ , не більше | 0,001 | ДСТУ ISO 11885-2005 |
| Кобальт, мг/дм ³ , не більше | 0,1 | ДСТУ ISO 11885-2005 |
| Діоксид хлору, мг/дм ³ , не більше | 0,1 | ДСТУ ISO 10301-2004 |
| Ціаніди, мг/дм ³ , не більше | 0,050 | ДСТУ ISO 6703-1:2007 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|------|
| | | | | | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| | | | | | | 30 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.3 Характеристика основних і допоміжних матеріалів

Вибір і характеристика мікроорганізмів-продуцентів

Для спилтових заводів, що проробили хорхмалевисну раму, дріжджі мати такі частки:

- витрими теж центри сухих для та спилту;
- великий броджувати воглуби сусла;
- накопичити максимальну кількість спирту і мінімум біомаси;
- стійкість до сторонньої мікрофлори і підвищеної кислотності.

Saccharomyces cerevisiae XII-T мають високу бродильну активність при температурі бродіння 35...39 °С з вмістом спирту 7,1...7,2% об. Зі збільшенням концентрації спирту в бразі (до 2...4% об.) знижується активність бродіння, збільшується кількість незброджених вуглеводів, підвищується економічність синтезу спирту з 1 т штучного крохмалю.

Причиною, за якою гламує надже общение біосинтетичні активувати стаму *Saccharomyces cerevisiae* XII-T, є низька осмофільність цієї культури.

Saccharomyces cerevisiae K-81 мають овальну або яйцеподібну форму, розмір клітин: діаметр 4,5...5,5 мкм, довжина 6,2...7,5 мкм. Ці дріжджі на 40 % бродять арабінозу. У зрілих дріжджах концентрація декстринів у 10 разів менша, ніж у дріжджах XII раси. Застосування термотолерантних дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* K-81 дозволяє зменшити витрати води на охолодження браги на 30% і збільшити вихід спирту за рахунок більш повного бродіння вуглеводів і меншого накопичення альдегідів (на 20...25). %) і гліцерину (на 40...45 %). Також дріжджі K-81 за оптимальних умов накопичують на 70...90% більше клітин дріжджів порівняно з расою XII.

Дріжджовий штам *Saccharomyces cerevisiae* ДТ-05 відселекціоновано білий із продуктового бражок заводів України з наступною селекцією за ознаками термотолерантності, осмофільності та об'єднайте броджувати графіні декстрину.

Saccharomyces cerevisiae ДО-16 характеризується високою осмофільністю, здатний зброджувати сусло з концентрацією сухих речовин 22...31 % при температурі 32...35 °С. Селекціонований штам дріжджів здатний накопичувати в стиглому винограді 12...16% об'єму. спирту та зменшення витрат води на охолодження браги та теплової енергії [9].

Культурно-морфологічні знамка – форма дріжджової цілі овальна, вегетативне розмноження брункуванним. Розмір комірок добової культури на солодовому суслі 10% СР (4,4...5,8)×(5,1...6,1) мкм. У період інтенсивного розмноження дріжджі можуть утворювати скупчення (до 3...4 клітин). Вони утворюють спори на ацетатному середовищі при температурі 25 °С протягом доби.

Фізіологічний–біохімічний знак – факультативні наероби. Оптимум росту 34...38 °С, не розріджує желатин.

Видношение до цукрив – зброджує глюкозу, галактозу, сахарозу, 1/3 рафінози, 1/2 прикордонних декстринів, мальтозу, занозу, інулін, ксилол, арабінозу.

Відношення до спиртів – вбирає етиловий спирт, гліцерин, не вбирає маніт, сорбіт і дульцин.

У кваліфікаційній роботі передбачено використання дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* расе ДО-16. Вони термостійкі і зберігаються при температурі 36...37 °С, за

| | | | | | | |
|------|------|-----------|--------|------|--|------|
| | | | | | ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЕКТОВАНОЇ ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ОСНОВНИХ І ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № док.ум. | Підпис | Дата | | 31 |

оптимальних умов накопичують на 70...90% більше дріжджових клітин, ніж інші дріжджові раси.

Характеристика допоміжних матеріалів

Кислота сірчана технічна

Сірчана кислота технічно містить не менше 92,5% моногідрату H_2SO_4 . Він не повинен містити в своєму складі сполук азоту, свинцю і миш'яку. За кольором сірчана кислота – від безбарвної до світло-коричневої. Транспортується в залізничних сталевих цистернах і зберігається нерозбавленим водою в сталевих контейнерах. Використовують сірчану кислоту для підкислення сусла при вирощуванні виробничих дріжджів [13].

Карбамід

Це амід вугільної кислоти $(NH_2)_2CO$. Виробляють карбамід у кристалічній і гранульованій формі. Карбамід містить у своєму складі 46,3% азоту. Добре розчиняється у воді, не гігроскопічний. Перевозять і зберігають карбамід у крафтових мішках. Дозування сечовини здійснюється виходячи з вмісту в ній азоту. Вони використовують карбамід як джерело азоту для дріжджів [13].

Діамонійфосфат

Діамонійфосфат $(NH_4)_2HPO_4$ – технічний для харчової промисловості, представляє собою білу сіль, яка містить (%): азоту – 21; фосфорної кислоти – 74; P_2O_5 – 53,5; миш'яку – не більше 0,005 і фтору – не більше 0,3. Розчинність при 50 °C – 89,2 г на 100 г води [13].

Полідез

Полідез – дезінфікуючий засіб з високою антимікробною активністю щодо грампозитивних і грамнегативних, як аеробних, так і анаеробних мікроорганізмів, а також проти дезінфікуючих засобів, стійких до спорових форм пліснявих і дріжджових грибів.

За антимікробною активністю Полідез значно перевищує відомі дезінфікуючі засоби на основі хлорвмісних сполук, альдегідів, сполук четвертинного амонію, пероксидів. Полідез не запачу, нелеткий і не надходить у профайон з профашонь після їх знезараження [15].

Проведено дослідження впливу антисептика Полідез на етапи приготування та зброджування сусла спиртового виробництва. У процесі дослідження використовували Полідез у концентрації 20 см³/м³ сусла або сусла. Встановлено, що протягом усього періоду бродіння (72 роки) інтенсивність виділення вуглекислого газу була практично на рівні контролю.

Кислотність дозрілого сусла в зразках з Полідезом, незалежно від способу антисептації сусла, була нижчою, ніж у контролі, і становила 0,48...0,49 см³ 1 і NaOH на 20 см³ сусла. Вміст нерозчинного крохмалю в дозрілих дріжджах становив 0,09...0,095 г/100 см³, розчинних вуглеводів нижчий, ніж у контролі, і становив 0,223...0,225 г/100 см³. Концентрація спирту в зрілому винограді в контролі становила 7,39 об. %, а в дослідних зразках - 7,4...7,41 об. % [15].

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Вихідні дані для розрахунків

Спиртовий завод потужністю 2000 дал умовного спирту-сирцю/добу виробляє спирт етиловий ректифікований сорту «Люкс».

Сировина для виробництва спирту: кукурудза з крохмалистістю – 62,0 %; вологістю – 13,0 %. Виробництво спирту здійснюють за безперервною схемою виробництва з кукурудзи, заміс із помелу якої готують із заміною 30 % води фільтратом барди та обробляють за низькотемпературною термоферментативною обробкою.

У виробництві для розрідження замісу та оцукрення застосовують концентровані ферментні препарати Amylex HT і Diazyme SG.

ФП Amylex HT містить 48 % сухих речовин (СР), активність α -амілази 1600 од./см³. ФП Diazyme SG містить 59...60 % СР, глюкоамілазна активність складає 3000 од./см³.

Додаткове живлення для дріжджів: ортофосфорна кислота – 1,3 кг/100 дал спирту, карбамід – 0,8 кг/100 дал спирту.

Для запобігання розвитку інфекції під час розмноження дріжджів ібродіння застосовується антисептик Полідез, витрати 20 см³ на 1 м³ суслу.

Ступінь подрібнення зерна — 100 % прохід помелу через сито з діаметром отворів 0,25 мм.

Технологічні розрахунки виконують на 100 дал умовного спирту-сирцю [12, 14].

4.2 Продуктові розрахунки

Вихід спирту

Вихід спирту в дал з 1 т умовного крохмалю кукурудзи

$$V_{x_{\text{спл}}} = 65,7 + 0,7 + 0,05 = 66,45 \text{ дал/т,}$$

де 65,7 – вихід спирту етилового з 1 т умовного крохмалю кукурудзи, дал/т, при роботі за безперервною схемою виробництва; 0,7 – збільшення норми виходу спирту з 1 т умовного крохмалю при повній заміні солоду ферментними препаратами, дал/т; 0,05 — збільшення норми виходу спирту за рахунок використання целюлолітичних ферментних препаратів.

Плановий вихід спирту з 1 т кукурудзи

$$V_{x_{\text{спл.пл}}} = (54,6 \cdot (65,7 + 0,7 + 0,05)) / 100 = 36,30 \text{ дал/т.}$$

Витрати зерна для отримання 100 дал спирту

Кількість крохмалю сировини, яка потрібна для одержання 100 дал спирту:

$$100 \cdot 1000 / 66,45 = 1506,0 \text{ кг.}$$

Витрати зерна кукурудзи для отримання 100 дал спирту:

$$1506,0 \cdot 100 / 62,0 = 2758,2 \text{ кг,}$$

де 62,0 - крохмалистість кукурудзи, %.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

У цій кількості кукурудзи міститься:

- води:

$$2758,2 \cdot 13,0 / 100 = 388,9 \text{ кг};$$

- сухих речовин:

$$2758,2 - 388,9 = 2369,3 \text{ кг},$$

із них зброджуваних:

$$2758,2 \cdot 0,546 = 1505,98 \text{ кг};$$

незброджуваних:

$$2369,3 - 1505,98 = 863,3 \text{ кг}.$$

Узагальнений склад використаної для отримання спирту кукурудзи наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1 — Узагальнений склад кукурудзи

| Показник | Вміст, % | Кількість, кг/100 дал |
|----------------------|----------|-----------------------|
| Сухі речовини : | | |
| зброджувані | 56,0 | 1505,98 |
| незброджувані | 31,0 | 863,3 |
| Усього сухих речовин | 86,0 | 2369,3 |
| Вода | 13,0 | 388,9 |
| Разом | 100 | 2758,18 |

Витрати ферментних препаратів

Витрати Amylex НТ складатиме:

$$1505,98 \cdot 0,6 = 0,9 \text{ дм}^3.$$

Перед введенням ферментного препарату в збірник замісу і в термоферментатор його розводять водою 1:10. Об'єм води для розведення ферментного препарату:

$$0,9 \cdot 10 = 9,0 \text{ дм}^3.$$

При густині ферментного препарату 1,2 кг/дм³ маса ферментного препарату:

$$0,9 \cdot 1,2 = 1,08 \text{ кг}.$$

Загальна маса розчину ферментного препарату Amylex НТ:

$$1,08 + 9,0 = 10,08 \text{ кг}.$$

Маса розчину ферментного препарату, що вводиться в заміс:

$$10,08 \cdot 0,3 = 3,02 \text{ кг},$$

де 0,3 – 30 % від об'єму ферментного препарату, який задають у збірник для приготування замісу.

Приготування замісу

Кількість води і фільтрату барди, яка потрібна для приготування замісу:

$$2758,2 \cdot 3,0 = 8274,6 \text{ кг},$$

де 3,0 – витрати води і фільтрату барди, кг на 1 кг помелу зерна.

Із цієї кількості витрати складатимуть:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
| | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

де 1,04 – коефіцієнт, що враховує додаткову витрату пари на підтримання під час термоферментативної обробки замісу (4 %).

Кількість замісу, що виходить з апарату ТФО:

$$11533,6+193,5= 11727,1 \text{ кг.}$$

Охолодження та оцукрювання розрідженої маси

Розріджену масу охолоджують в спіральному теплообміннику і оцукрюють безпосередньо в бродильному апараті.

Кількість вторинної пари, яка конденсується в випарній камері при перепаді температури середовища від 90 до 56 °С

$$(11727,1 \cdot 3,67 \cdot (90-56)) / (2368,1 - 3,812 \cdot 56) = 675,89 \text{ кг}$$

де 90 — початкова температура маси, °С; 56 — кінцева температура маси, °С; 2368,1 — теплота пароутворення при температурі 56 °С, кДж/(кг·град).

Витрата води на конденсатор

$$(675,89 \cdot (2602,4 - 4,22 \cdot 45)) / (4,22 \cdot (45 - 25)) = 17305,5 \text{ кг} = 17,3 \text{ м}^3$$

де 675,89 — кількість пари, що надходить до конденсатору, кг; 2604,2 — теплоємність пари при 56 °С, кДж/(кг·град); 45 і 25 — температура води, що входить і виходить з конденсатору, °С.

Кількість суслу, що перекачується на охолодження до температури бродіння:

$$11727,1 \cdot 90 / 100 = 10554,4 \text{ кг.}$$

Із цієї кількості 10-12 % суслу відбирають для приготування виробничих дріжджів

$$10554,4 \cdot 0,1 = 1055,44 \text{ кг.}$$

Основне сусло, що надходить на охолодження до температури «складки» 20...30 °С

$$10554,4 - 1055,44 = 9498,96 \text{ кг.}$$

Кількість води, яка використовується для охолодження розрідженої маси при охолодженні її до температури 30 °С:

$$10554,4 \cdot 3,68 \cdot (85 - 30) / (4,2 \cdot (45 - 20)) = 20344,8 \text{ кг} = 20,34 \text{ м}^3,$$

де t_1 і t_2 - температура води на виході і вході в теплообмінник, °С.

Кількість ФП Diazyme SG, витрачається на оцукрення суслу:

$$1506 \cdot 6 / 3000 = 3,01 \text{ дм}^3.$$

Антисептик Полідез вносять із розрахунку 20 см³ на 1 м³ суслу

$$11008,8 \cdot 20 / 1000 / 1000 = 0,22 \text{ дм}^3.$$

Антисептик розбавляють водою у співвідношенні 1:10. Тоді, витрати розчину антисептику

$$0,22 \cdot 10 = 2,2 \text{ дм}^3.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
| | | | | | | 36 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Приготування виробничих дріжджів

Витрати пари з тиском 400 кПа на підігрів сусла від 75 °С до температури пастеризації 90 °С

$$\frac{1055,44 \cdot 3,67 \cdot (90-75) \cdot 1,04}{2738,7-603} = 54,70 \text{ кг},$$

де 2738,7 — ентальпія сухої насиченої пари, кДж/кг; 603 — ентальпія конденсату при температурі 143 °С, кДж/кг; 1,04 — коефіцієнт, що враховує втрати пари в навколишнє середовище.

Витрати води для охолодження сусла в дріжджанці до температури 23 °С

$$\frac{1055,44 \cdot 3,68 (85-23)}{4,22 \cdot (30-23)} = 8,15 \text{ м}^3,$$

де 30 і 23 – температура охолоджуючої води на вході і виході із поверхні охолодження, °С;

В дріжджанку вносять в розрахунку на 1 м³ сусла 0,4 кг карбаміду, 0,13 кг ортофосфорної кислоти, 0,22 кг антисептика Полідез, тобто в розрахунку на 100 дал спирту вносять:

$$\begin{aligned} \text{карбаміду} & 1055,44 \cdot 0,4 / 1000 = 0,42 \text{ кг}, \\ \text{ортофосфорної кислоти} & 1055,44 \cdot 0,13 / 1000 = 0,14 \text{ кг}, \\ \text{антисептика} & 1055,44 \cdot 0,22 / 1000 = 0,23 \text{ кг}. \end{aligned}$$

Витрати вуглеводів на утворення спирту і накопичення біомаси під час вирощування виробничих дріжджів

$$1055,44 \cdot 1,1 \cdot (21,94-10) / 100 = 138,6 \text{ кг}.$$

де 21,94 – початкова концентрація сухих речовин сусла, %; 10 – концентрація сухих речовин у виробничих дріжджах, %; 1,1 – коефіцієнт, що враховує збільшення маси в дріжджанці за рахунок внесення засівних дріжджів.

Під час вирощування дріжджів виділяється діоксиду вуглецю

$$138,6 \cdot 66,5 \cdot 1,002 \cdot 0,78927 \cdot 0,9554 / 100 = 62,83 \text{ кг}.$$

де 1,002 – коефіцієнт, що враховує втрати спиту під час перегонки бражки; 0,78927 – густина безводного спирту, кг/дм³; 0,9554 – вихід діоксиду вуглецю, кг/кг спирту.

Маса виробничих дріжджів

$$10554,4 \cdot 1,1 - 62,83 + 0,43 + 0,14 = 1154,7 \text{ кг}.$$

Зброджування сусла

Всього в бродильне відділення надходить продуктів:

$$9498,96 + 1154,7 + 9498,96 \cdot 0,5 / 100 + 1154,7 \cdot 2,5 / 100 = 10730,02 \text{ кг},$$

де 0,5 - кількість води для замивання обладнання після звільнення його від сусла, % від кількості основного сусла; 2,5 - кількість води для замивання обладнання після його звільнення від дріжджів, % від кількості виробничих дріжджів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

Вихід діоксиду вуглецю з розрахунку на 100 дал утвореного спирту:

$$100 \cdot 10 \cdot 0,78927 \cdot 0,9554 = 754,1 \text{ кг.}$$

Вміст сухих речовин дозрілої бражки складається із незбродженого умовного крохмалю, кількість якого знаходиться в межах 0,25-0,45 % від введеного, та незброджуваних сухих речовин. Якщо в дозрілій бражці залишається 0,25 % незброджених сухих речовин, то їх маса удо зрілій бражці дорівнює

$$G_{\text{Ср.бр.зр}} = G_{\text{зб}} \cdot 0,0025 + G_{\text{незб}} = 1505,98 \cdot 0,0025 + 863,3 = 867,06 \text{ кг,}$$

де 1505,98 і 863,3 – кількість умовного крохмалю і незброджуваних сухих речовин кукурудзи, кг (табл. 4.1). Сухі речовини ферментних препаратів та поживних речовин не враховують внаслідок їх малої кількості.

Маса дозрілої бражки становить

$$11727,1 - 754,1 = 10973 \text{ кг.}$$

Щоб розрахувати справжнє збродження, треба визначити масу бражки, в якій спирт замінено водою. За такої заміни її маса становитиме

$$10730,02 - 754,1 + 1002,17 = 10978,09 \text{ кг.}$$

Справжнє збродження бражки дорівнює

$$867,06 \cdot 100 / 10978,09 = 7,9 \% \text{ мас.},$$

тоді об'єм бражки (при заміні спирту водою) дорівнює

$$10978,09 / 1,2990 = 8451,19 \text{ дм}^3,$$

де 1,2990 – відносна густина бражки концентрацією 7,9 % мас. [16].

Вміст спирту в дозрілій бражці

$$1002,17 \cdot 100 / 8451,19 = 11,86 \text{ об. \%}.$$

До дозрілої бражки, що надходить на перегонку, добавляють водно-спиртову рідину із спиртовловлювача і воду, що витрачається на миття бродильних апаратів. Кількість водно-спиртового розчину, що надходить із спиртовловлювача у бражку, залежить від типу спиртовловлювача і знаходиться в межах від 2 до 5 % від об'єму бражки. Тоді, загальний об'єм і маса бражки, що надходить на перегонку,:

$$8451,19 + 8451,19 \cdot 4,5 / 100 + 8451,19 \cdot 0,5 / 100 = 8879,74 \text{ дм}^3,$$

$$10973 + 10973 \cdot 4,5 / 100 + 10973 \cdot 0,5 / 100 = 11521,66 \text{ кг,}$$

де 4,5 – кількість водно-спиртової рідини із спиртовловлювача, % до об'єму бражки; 0,5 – кількість промивних вод при замиванні бродильних апаратів, % до об'єму бражки.

Вміст спирту в дозрілій бражці, що надходить на перегонку

$$1002,17 \cdot 100 / 8879,74 = 11,2 \% \text{ об.}$$

Спирт і продукти ректифікації

Розрахунки продуктів проведено на 100 дал умовного спирту-сирцю. В процесі перегонки і ректифікації на брагоректифікаційних апаратах мають місце втрати, які залежать від типу і продуктивності апаратів, а також періоду року. В середньому вони становлять під час виробництва зернового ректифікованого спирту 0,6 % від безводного спирту-сирцю, який поступив на ректифікацію.

Вихід окремих продуктів ректифікації спирту коливається залежно від виду сировини, обраної технологічної схеми та інших причин у таких межах [13, 15]., %:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- головна фракція етилового спирту міцністю – 5,0;
- масло сивушне (88,0%) – 0,3...0,5 %;
- спирт сивушний, якщо його виводять із брагоректифікаційної установки - 0,5...1,5 %.

Приймаємо для прикладу вихід головної фракції етилового спирту міцністю 96 об.% рівним 5,0 %, сивушного масла міцністю 88 об. % — 0,3 %, сивушного спирту міцністю 85 об.% — 1,0 %. Тоді вихід головної фракції етилового спирту буде:

$$V_{\text{гол.фр}} = 100 \cdot 5,0 \cdot 100 / 95 / 100 = 5,26 \text{ дал} = 52,6 \text{ дм}^3.$$

Маса головної фракції етилового спирту:

$$G_{\text{гол.фр}} = 52,6 \cdot 0,80748 = 42,47 \text{ кг},$$

де 0,80748 – густина водно-спиртового розчину міцністю 96,0 % [16].

Вихід сивушного масла при відборі 0,3 % міцністю 88 %:

$$V_{\text{сив.мас}} = 100 \cdot 0,3 \cdot 100 / 88 / 100 = 0,34 \text{ дал} = 3,4 \text{ дм}^3.$$

Маса сивушного масла:

$$M_{\text{сив.мас}} = 3,4 \cdot 0,8357 = 2,84 \text{ кг}.$$

де 0,8357 — густина сивушного масла, кг/дм³ [16].

Маса сивушного спирту:

$$11,8 \cdot 0,8449 = 9,97 \text{ кг},$$

де 0,8449 - густина сивушного спирту, кг/дм³ [16].

Вихід ректифікованого спирту «Люкс» міцністю 96,3 об. %:

$$100 - 5,0 - 0,3 - 1,0 - 0,6 = 93,1 \%,$$

де 0,6 - втрати спирту при ректифікації, %.

З урахуванням цих даних визначаємо кількість ректифікованого спирту міцністю 96,3 об. %, яку можна одержати із 100 дал умовного спирту-сирцю:

$$100 \cdot 93,1 \cdot 100 / (96,0 \cdot 100) = 96,97 \text{ дал} = 969,7 \text{ дм}^3.$$

Його маса складає:

$$969,7 \cdot 0,8062 = 781,77 \text{ кг}.$$

Барда

Приймаємо, що зрілу бражку переганяють на бражній колоні брагоректифікаційної установки непрямої дії. Маса барди дорівнюватиме масі бражки і пари, які надходять в колону, за виключенням маси водно-спиртової пари, яка залишає колону. Витрати пари на перегонку дорівнює 18 % від маси дозрілої бражки. Тоді, її буде потрібно

$$11521,66 \cdot 0,18 = 2073,90 \text{ кг}$$

Маса водно-спиртової пари, що залишає колону

$$790,9 \cdot 100 / 48,61 = 1627,03 \text{ кг}$$

де 790,9 — маса безводного спирту, що міститься в бражці, яка надходить на перегонку, кг; 48,61 — рівномасова концентрація водно-спиртової пари, що відповідає міцності бражки 11,2 % об. [11].

Маса отриманої барди

$$11521,66 + 2073,90 = 13595,56 \text{ кг}.$$

Вміст сухих речовин у барді такий же як і у зрілій бражці, тоді концентрація барди

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$867,06 \cdot 100 / 13595,56 = 6,38 \% \text{ мас.}$$

Об'єм барди

$$13595,56 / 1,0220 = 13302,90 \text{ дм}^3,$$

де 1,0220 — відносна густина барди при концентрації сухих речовин 6,38 % мас. [16].

Узагальнені результати продуктивних розрахунків та їх перерахунок на добову і годинну потужності продуктів наведено у табл. 4.2

Таблиця 4.2 — Зведена таблиця розрахунку продуктів виробництва спирту із кукурудзи

| Продукт | Кількість продуктів на | | | | | |
|--|---------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|
| | 100 дал безводного спирту | | добову потужність (2000 дал) | | годинну потужність (145,8 дал) | |
| | кг | дм ³ | кг | дм ³ | кг | дм ³ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Перевідний коефіцієнт для розрахунку | 1 | 1 | 20 | 20 | 1,45 | 1,45 |
| Сировина: Очищена пшениця на розварювання | 2758,2 | | 96537 | | 3999,39 | |
| Заміс : Надходять в збірник замісу помелу | 2758,2 | | 96537 | | 3999,39 | |
| вода сумарно, в .т.ч : | 8274,6 | 2507,45 | 289611 | 87760,91 | 11998,1 | 3635,81 |
| фільтрат післяспиртової барди | 2482,4 | 2482,4 | 86884 | | 3599,48 | |
| теплої дефлегматорної води | 5792,2 | 2482,4 | 202727 | 88142,2 | 8398,69 | 3651,60 |
| Витрата розчину ферментного препарату розріджуючої дії Amylex HT | 10,08 | 9,98 | 352,8 | 349,3 | 14,6 | 14,47 |
| Всього замісу | 11008,8 | | 385308 | | 15962,76 | |
| Концентрація сухих речовин замісу, % мас. | 13,68 | | 13,68 | | 13,68 | |
| Термоферментативна обробка замісу: | | | | | | |
| Витрати гострої пари | 524,8 | | 18368 | | 760,96 | |
| Всього маси надходить в апарат ТФО-1 | 11533,6 | | 403676 | | 16723,72 | |
| Додаткова витрата гострої пари | 193,5 | | 6772,5 | | 280,575 | |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|--|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | | Арк. |
| | | | | | | | 40 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |

| | | | | | | |
|--|----------|----------|-----------|--------|----------|--------|
| Всього маси, що виходить з апарату ТФО-2 | 11727,1 | | 410448,5 | | 17004,3 | |
| Оцукрювання | | | | | | |
| Кількість пари, що конденсується в випарній камері | 675,89 | | 23656,15 | | 980,04 | |
| Витрата охолоджуючої води на конденсатор, м ³ | 17341,4 | | 606949 | | 25145,03 | |
| Кількість замісу, що підлягає оцукрюванню | 11051,21 | | 386792,35 | | 16024,25 | |
| Витрата розчину ферментного препарату Diazyme SG, дм ³ | 13,5 | 12,27 | 472,5 | 429,5 | 195,75 | 177,95 |
| Витрата розчину антисептику Полідез | | 2,2 | | 77 | 0,00 | 3,19 |
| Всього отримано суслу спиртового виробництва | 10554,4 | | 369404 | | 15303,88 | |
| Охолодження суслу до температури «складки»: Кількість неохолодженого суслу, відібраного для вирощування дріжджів | 1055,44 | | 36940,4 | | 1530,39 | |
| Залишок суслу на охолодження до температури складки» | 9498,96 | | 332463,6 | | 13773,5 | |
| Витрати охолоджуючої води на теплообмінник, м ³ | 20344,8 | 20344,8 | 712068 | 712068 | 29499,96 | |
| Приготування виробничих дріжджів : Витрати гострої пари на підігрів суслу в пастеризаторі | 54,70 | | 1914,5 | | 79,32 | |
| Витрати охолоджуючої води на охолодження суслу | 8154,3 | | 285400,5 | | 11823,74 | |
| Карбамід | 0,42 | | 15,05 | | 0,61 | |
| Ортофосфорна кислота | 0,14 | | 4,9 | | 0,20 | |
| ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | | | | | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | 41 | |

| | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| Витрати вуглеводів на утворення спирту і накопичення біомаси дріжджів | 136,8 | | 4788 | | 198,36 | |
| Кількість утвореного діоксиду вуглецю | 62,83 | | 2199,05 | | 91,10 | |
| <i>Дозріла бражка:</i> Виділилось діоксиду вуглецю | 754,1 | | 26393,5 | | 1093,45 | |
| Кількість дозрілої бражки | 10973 | 10757,84 | 384055 | 380252,48 | 15910,85 | 15753,32 |
| Вміст спирту в дозрілій бражці, % об. | 11,86 | | 11,86 | | 11,86 | |
| Бражка, що надходить до брагоректифікаційного відділення | 11521,66 | 11407,58 | 403258,1 | 399265,45 | 16706,41 | 16540,99 |
| Вміст спирту в бражці | 11,2 | | 11,2 | | 11,2 | |
| <i>Спирт і продукти ректифікації:</i> Спирт ректифікований сорту «Люкс» | 781,77 | 977,21 | 27361,95 | 34202,44 | 1133,57 | 1416,96 |
| Масло сивушне | 2,84 | 3,40 | 99,4 | 124,2 | 4,12 | 5,15 |
| Спирт сивушний | 9,97 | 12,46 | 348,95 | 436,19 | 14,46 | 18,07 |
| Головна фракція етилового спирту | 42,47 | 53,09 | 1486,45 | 1858,06 | 62,58 | 76,98 |
| Барда | 13595,56 | 13328,98 | 475844,6 | 466514,31 | 19713,56 | 19327,02 |
| Концентрація сухих речовин в барді, % мас. | 6,38 | | 6,38 | | 6,38 | |

| | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|--|------|
| | | | | | ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ | | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | 42 |

5 РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунки кількості і підбір технологічного і допоміжного обладнання, за допомогою якого здійснюється технологічний процес, виконуються за виробничою потужністю, прийнятою апаратно-технологічною схемою, результатами калькуляції продукції, матеріальними балансами і потужністю серій. обладнання [11-15]. При підборі обладнання перевага надається сучасному обладнанню, яке виготовляється серійно, максимально відповідає технологічним вимогам і відповідає своїй продуктивності за фактичною потужністю операції.

1. Розрахунок спіральних теплообмінників

для нагрівання замісу

100 → 55
82 ← 65

$$\Delta t_6 = 100 - 82 = 18^\circ \text{C}, \quad \Delta t_m = 65 - 55 = 10^\circ \text{C},$$

$$t_{cp} = \Delta t_6 / \Delta t_m = 18 / 10 = 1,8^\circ \text{C},$$

$$\Delta t_{cp} = (\Delta t_6 + \Delta t_m) / 2 = (18 + 10) / 2 = 14^\circ \text{C}.$$

1. Витрати тепла: $Q = G \cdot C_3 \cdot (t_n - t_k) = 12496,825 \cdot 3,66 \cdot (82 - 65) = 777552,45$ кДж,

де G – кількість замісу ($9997,46 \cdot 1,25 = 12496,825$), кг;

C_3 - теплоємність замісу, кДж/(кг·К).

2. Площа поверхні теплообміну: $F = Q / (K \cdot \Delta t_{cp}) = 777552,45 / (2000 \cdot 14) = 28 \text{ м}^2$,

де K – коефіцієнт теплопередачі для спірального теплообмінника (2000), кДж/м²·кг

для охолодження розвареної маси

90 → 35
55 ← 26

$$\Delta t_6 = 90 - 55 = 35^\circ \text{C}, \quad \Delta t_m = 35 - 26 = 9^\circ \text{C},$$

$$t_{cp} = \Delta t_6 / \Delta t_m = 35 / 9 = 3,9^\circ \text{C}.$$

$$\Delta t_{cp} = (\Delta t_6 + \Delta t_m) / 2,3 \ln(\Delta t_6 / \Delta t_m) = (35 + 9) / 2,3 \ln(35 / 9) = 14^\circ \text{C}.$$

1. Витрати тепла: $Q = G \cdot C_3 \cdot (t_n - t_k) = 12755,9 \cdot 3,66 \cdot (90 - 35) = 2567762,67$ кДж,

де G – кількість замісу ($10204,72 \cdot 1,25 = 12755,9$), кг;

C_3 - теплоємність замісу, кДж/(кг·К).

2. Площа поверхні теплообміну: $F = Q / (K \cdot \Delta t_{cp}) = 2567762,67 / (2000 \cdot 14) = 92 \text{ м}^2$,

де K – коефіцієнт теплопередачі для спірального теплообмінника (2000), кДж/(м²·кг).

Поверхня теплообміну: $F = 90 \text{ м}^2$

Розміри в мм: довжина – 3000, ширина – 1040, висота – 2500.

Маса, кг: 7510

2. Розрахунок змішувача

1. Об'єм замісу $G_3 = G / \rho = 12496,825 / 1180 = 10,59 \text{ м}^3$,

2. Робочий об'єм апарата $V_p = G_3 \cdot \tau = 10,59 \cdot 0,4 = 4,23 \text{ м}^3$,

де 0,4 – час, за який використовується заміс, год.

3. Повний об'єм апарата $V_{ap} = V_p / \phi = 4,23 / 0,8 = 6 \text{ м}^3$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

4. Геометричні розміри (висота циліндричної, конічної частин, діаметр апарата)

$$H_{ц} = D; H_{к} = 0,3D; V_{а} = 1,1 \cdot \pi \cdot D^3/4,$$
$$D = \sqrt[3]{4 \cdot V_{а}/1,1 \cdot 3,14} = \sqrt[3]{4 \cdot 6/1,1 \cdot 3,14} = 1,93 \text{ м},$$

Прийmemo $D = 2 \text{ м}$, $H_{ц} = 2 \text{ м}$, $H_{к} = 0,3D = 0,6 \text{ м}$.

3. Розрахунки збірників для води, ферментних препаратів та фільтрату барди

Збірник для води

1. Об'єм води $G_3 = G/\rho = 6558/1000 = 6,56 \text{ м}^3$,
де G – кількість води, потрібна для приготування замісу (6558 дм^3).

2. Робочий об'єм збірника $V_p = G_3 \cdot \tau = 6,56 \cdot 2 = 13,12 \text{ м}^3$,
де 2 – час, за який використовується вода, год.

3. Повний об'єм збірника $V_{ап} = V_p/\phi = 13,12/0,9 = 15 \text{ м}^3$.

Приймаємо діаметр збірника для води $2,5 \text{ м}$.

Тоді висота буде:

$$H = 4 \cdot V / \pi D^2 = 4 \cdot 15 / 3,14 \cdot 2,5^2 = 2,9 \text{ м}.$$

Збірник для ферментних препаратів (розріджуючий):

На 1 т умовного крохмалю задають $0,5 \text{ дм}^3$ ферментного препарату Amylex НТ, тому на $1,524 \text{ т}$ потрібно:

$$1,524 \cdot 0,5 / 1 = 0,76 \text{ дм}^3 / 100 \text{ дал},$$

де $1,524$ – кількість крохмалю, яка потрібна на 100 дал спирту, т.

На годинну потужність об'єм ФП:

$$0,76 \cdot 1,25 = 0,95 \text{ дм}^3 / \text{год}.$$

Робочий об'єм збірника

$$V_p = G_{фп} \cdot \tau = 0,95 \cdot 4 = 3,8 \text{ дм}^3.$$

Враховуючи розведення ферментного препарату водою в 10 разів, кількість розчину:

$$3,8 \cdot 10 = 38 \text{ дм}^3.$$

Повний об'єм збірника:

$$V_{ап} = V_p / \phi = 38 / 0,9 = 42,2 \text{ дм}^3.$$

де ϕ – коефіцієнт заповнення збірника.

Приймаємо об'єм збірника $45 \text{ дм}^3 = 0,045 \text{ м}^3$.

Приймаємо діаметр збірника $0,3 \text{ м}$. Тоді висота:

$$H = 4V / (\pi D^2) = 4 \cdot 0,045 / 3,14 \cdot 0,3^2 = 0,64 \text{ м}.$$

Збірник фільтрату барди

1. Об'єм фільтрату барди $G_3 = G/\rho = 2810,09/1160 = 2,42 \text{ м}^3$,
де $2810,09$ – кількість фільтрату барди, кг.

2. Робочий об'єм збірника $V_p = G_3 \cdot \tau = 2,42 \cdot 3 = 7,27 \text{ м}^3$,
де 3 – час, за який фільтрат барди перебуває у збірнику, год.

3. Повний об'єм збірника $V_{ап} = V_p / \phi = 7,27 / 0,9 = 8 \text{ м}^3$.

де ϕ – коефіцієнт заповнення збірника.

Приймаємо діаметр збірника 2 м , тоді висота буде:

$$H = 4 \cdot V / \pi D^2 = 4 \cdot 8 / (3,14 \cdot 2^2) = 2,5 \text{ м}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 44 |

4. Розрахунок та підбір насосів

Насос для замісу (2): ЦНС 38-132 – $Q = 38 \text{ м}^3/\text{год}$; H , м вод. ст. – 132; n , об/хв = 2930. Потужність споживана насосом – 21,5 кВт,

Габаритні розміри, мм: довжина – 1123, ширина – 420, висота – 430. Маса – 305 кг.

Годинна потужність:

$$E = N \cdot \tau / \Pi = 21,5 \cdot 24 / 3000 = 0,172 \text{ кВт/год.}$$

5. Розрахунок термоферментаторів

1. Об'єм замісу $G_3 = G / \rho = 12755,9 / 1160 = 11 \text{ м}^3$,
де G – кількість замісу, яка потрапляє в термоферментатор,
 ρ – густина замісу, кг/м^3 ,

2. Робочий об'єм апарата $V_p = G_3 \cdot \tau = 11 \cdot 4 = 44 \text{ м}^3$,
де τ – час, протягом якого маса перебуває в термоферментаторі, год.

3. Повний об'єм апарата $V_{\text{ап}} = V_p / \varphi = 44 / 0,8 = 55 \text{ м}^3$
де φ – коефіцієнт заповнення збірника.

Так як маса перебуває у двох термоферментаторах, то їх об'єм буде:

$$V_{\text{ап1}} = V_{\text{ап}} / 2 = 55 / 2 = 27,5 \text{ м}^3.$$

Приймаємо діаметр циліндричної частини апарата 2,5 м.

Виходячи з формули визначення об'єму апарата ($V = (\pi D^2 / 4) \cdot H$), визначаємо висоту циліндричної частини апарата:

$$H = 4 \cdot V / (\pi D^2) = 4 \cdot 27,5 / (3,14 \cdot 2,5^2) = 5,6 \text{ м.}$$

Діаметр конічної частини 2,5 м, висота 0,5 м.

$$V_{\text{кон}} = 1/3 \cdot (\pi D^2 / 4) \cdot h = 1/3 \cdot (3,14 \cdot 2,5^2 / 4) \cdot 0,5 = 0,8 \text{ м}^3.$$

Висота загальна апарату: $5,6 + 0,5 + 0,5 = 6,6 \text{ м.}$

Дезінтегратор

Продуктивність – 5 т/год помелу зерна з розміром частинок менше 250 мкм.

На годину завод потужністю 3000 дал переробляє 3122,875 кг, отже один дезінтегратор забезпечує роботу, але встановлюємо ще один – резервний.

Витрати електроенергії на одержання 1 т помелу складає 18...20 кВт·год.

Гостропарова контактна головка

Технічна характеристика:

діаметр трубопроводу для вводу продукту, мм – 125;

діаметр отвору діафрагми на виході продукту, мм – 70;

внутрішній діаметр циліндричної трубки, мм – 108;

діаметр зовнішній внутрішньої трубки, мм – 128;

внутрішній діаметр зовнішнього корпусу, мм – 200 ;

діаметр штуцера для входу пари, мм – 125;

внутрішній діаметр трубопроводу для виходу продукту, мм – 200;

висота контактної головки, мм – 500;

діаметр отворів, мм – 6;

кількість рядів і отворів, шт – 16×10;

матеріал – вуглецева сталь.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |

Специфікація технологічного обладнання наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Специфікація технологічного обладнання

| № з/п | № поз. | Найменування обладнання | К-сть | Технічна характеристика | Потужність електро-двигуна | Тривалість роботи двигуна |
|-------|--------|--------------------------|-------|--|----------------------------|---------------------------|
| 1 | 2 | Вентилятор | 1 | ВЦ 4-76 | 30 | 10 |
| 2 | 3 | Дезінтегратор | 1 | ДМК-7 | 18,5 | 20 |
| 3 | 4 | Циклон | 1 | Габаритні розміри: V=7 м ³ , H=4м Д=1,5м | - | - |
| 4 | 6 | Дисмембратор | 1 | ДМ-20 | 5,5 | 20 |
| 5 | 7 | Збірник замісу | 1 | Габаритні розміри V=13 м ³ , H=2м, Д=1,5м | 1,0 | 24 |
| 6 | 10 | Насос відцентровий | 4 | КМ 50-32-125 | 2,2 | 24 |
| 7 | 11 | Насос плунжерний | 4 | ЕВАРА 3М 40-200/7.5 | 3,5 | 24 |
| 8 | 14 | АТФО I-ступеня | 1 | Габаритні розміри: V=35 м ³ , H=6м, Д=2,5м | - | - |
| 9 | 15 | АТФО II-ступеня | 1 | Габаритні розміри: V=35 м ³ , H=6м, Д=2,5м | - | - |
| 10 | 16 | Спіральний теплообмінник | 1 | F=33,5 м ² | - | 24 |
| 11 | 17 | Бродильний апарат | 10 | Габаритні розміри: V=140 м ³ , H=6м, Д=3,4м | - | - |
| 12 | 18 | Дріжджанка | 4 | Габаритні розміри: V=14 м ³ , H=2,7м, Д=2,3м | - | - |
| 13 | 24 | Спиртовловлювач | 1 | Габаритні розміри: H=1,5м, Д=0,3м | - | - |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | РОЗРАХУНКИ ТА ПІДБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 46 |

6 ТЕХНОХІМІЧНИЙ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Технологічний контроль є основним засобом спостереження, контролю та регулювання технологічних процесів виробництва спирту, що забезпечує його відповідність вимогам стандарту та підвищує його якість [11, 12]. Основні завдання технохімічного контролю:

- 1) недопуск продукції та продуктів підприємствам продукції, що не відповідає вимогам нормативних документів;
- 2) посилення технологічної дисципліни та підвищення відповідальності всіх ланок виробництва за якість продукції;
- 3) здійснення заходів проти раціонального використання матеріальних ресурсів, постійного збільшення на цій основі виробництва 1 т сировини з меншими витратами матеріальних, трудових, фінансових та енергетичних ресурсів.

Функції технохімічного контролю:

- 1) контроль якості вхідної сировини, тари, основних і допоміжних матеріалів;
- 2) контроль якості готової продукції, тари, пакування, маркування та порядку відпуску продукції з підприємства;
- 3) контроль уму, режимів і тримнів остановки ростоми та готової продукції на школах;
- 4) контроль сировини, матеріалів і виходу готової продукції;
- 5) контроль реагентів, що використовуються для аналізу, миючих і дезінфікуючих засобів та приготування хімічних розчинів;
- 6) моніторинг стану засобів вимірювальної техніки; приготування та продукція дней продукція классия тощо [12].

Схема технохімічного та мікробіологічного контролю наведена в табл. 6.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | СХЕМА ТЕХНОХІМІЧНОГО ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |

Таблиця 6.1 — Схема технохімічного і мікробіологічного контролю

| № п/п | Найменування стадії технологічного процесу, об'єкт контролю | Параметр, що контролюється | Норма параметра | Метод або засіб контролю | Періодичність контролю | Хто здійснює контроль |
|-------|---|--|---|--|---|-----------------------|
| 1 | Зерно подрібнене | Якість подрібнення | Прохід через сито з діаметром отворів 1 мм не менше 90 % | Розсів з наступним зважуванням фракцій. Технічні ваги. Набір сит | 2-3 рази за зміну. Після дробарки | Змінний хімік |
| 2 | Заміс | Співвідношення помелу і компонентів | Приблизно 1:2-3 | По витратах | Постійно | Оператор |
| 3 | Розварена маса | Якість розварювання: а) колір, запах, консистенція; | Світло-коричнева маса з приємним характерним для кожного виду зерна запахом, однорідна; | Візуально, нюханням; | 2-3 рази у зміну; | Оператор |
| | | б) залишковий крохмаль | Відсутній | Промивка на ситі з діаметром отворів 3 мм. Набір сит. | — | — |
| 4 | Сусло спиртового виробництва | а) видима густина, % СР | 19±2 | Цукромір | Не менше 6 разів за зміну у пробах із суслопрово-ду чи оцукрювача | — |
| | | б) кислотність, град | 0, 1...0,2 | Титрування | — | — |
| | | в) повнота оцукрення | Жовтий колір з йодом | Візуально по йодній пробі | — | — |
| | | г) оцукрююча активність (ОЗ), од/100см ³ | 5...– 7 | Поляриметрично, поляриметр | За потреби | Змінний хімік |

Продовження табл. 6.1

| | | | | | | |
|---|------------------------------|--|---|-----------------------------|---|---------------|
| | | д) величина рН | 5, 5...6, 0 | Потенціометрично, рН-метр | Те саме | Змінний хімік |
| 5 | Сусло для дріжджів | а) видима густина, % СР | 16...18 | Цукромір | Кожен апарат | Змінний хімік |
| | | б) кислотність, град. | 0, 7...0, 8 | Титрування | Те саме | Те саме |
| | | г) температура | 30...32 | Термометр | Систематично | —«»— |
| 6 | Дріжджі в період розмноження | а) видима густина, % СР | Залежно від тривалості росту | Цукромір | Систематично, не менше 2...3 разів за зміну | —«»— |
| | | б) кислотність, град. | Така ж, як у дріжджовому суслі | Титрування | Те саме | —«»— |
| 7 | Виробничі дріжджі | а) видима густина, % СР | ½...2/3 від початкової концентрації сусла | Цукромір | З кожної дріжджанки перед випуском її у бродильний апарат | —«»— |
| | | б) кислотність, град. | Як і у дріжджовому суслі | Титрування | Те саме | —«»— |
| 8 | Оцукрене сусло | фізіологічний стан, інфікованість у потоці перед головним апаратом | Поглинання добре, не більше 3 б.к. | Мікроскоп | — | —«»— |
| | | | Через 1 год. | Повнота оцукрення, рН | Оцукрення повне 5,0 – 5,5 | —«»— |
| | | | Через 1 год. | Видима густина, температура | 19±2,0 % СР 30-32 °С | —«»— |
| 9 | Бражка | Головний бродильний апарат | Через 1 год. | Видима густина | % СР, залежно від тривалості бродіння | —«»— |

| | | | | | | |
|----|----------------|----------------------------|--|----------------------|---|---------------|
| | | | Через 1 год. | Температура | 30 – 32 °С | Змінний хімік |
| | | | Через 4 год. | Кислотність | Наростання не повинно перевищувати 0,2 град. за період бродіння | Те саме |
| 10 | Дозріла бражка | Кінцевий бродильний апарат | Через 4 год. | Видима густина | Від –0,2 до +1,0 % СР | –«»– |
| | | | Через 4 год. | Вміст спирту | 9 – 10,5 % об. | –«»– |
| | | | Безперервно | Температура | 29 – 30 °С | –«»– |
| | | | Через 4 год. | Кислотність | 0,5 – 0,6 град | –«»– |
| | | | Через 8 год., а при згонці – з кожного апарату | Незброжені вуглеводи | Не більше 0,450 г/100 см ³ | –«»– |
| | | | За потребою, але не рідше, ніж 1 раз за 3 дні | Нерозчинний крохмаль | Не більше 0,1 г/100 см ³ | –«»– |
| | | | Через 8 год. | Інфікованість | Не більше 3 бактеріальних паличок у полі зору | –«»– |

Засоби метрологічного забезпечення контролю технологічного процесу наведені в табл. 6.2 [12].

Таблиця 6.2 – Метрологічне забезпечення контролю технологічного процесу

| № з/п | Стадії технологічних параметрів, що потребують контролю | Найменування засобів вимірювання, заводське устаткування (позначення, стандарт або технічні умови) | Межі вимірювання | Клас точності, допустимі похибки |
|-------|---|--|------------------|----------------------------------|
| 1 | Зважування зерна | Автомобільні ваги тензометричні типу УЕДВУ-3 | 0...40 т | ± 0,5 % |
| 2 | Визначення вологості зерна | Сушильна шафа СЕШ-3М, ваги лабораторні загального призначення | 0,01...200 г | 2 клас точності |
| 3 | Визначення температури замісу | Електроконтактні термометри типу ТПК-3 | 0...100 °С | ± 1 °С |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|---|------|
| | | | | | СХЕМА ТЕХНОХІМІЧНОГО ТА МІКРОБІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

Закінчення табл. 6.2

| | | | | |
|---|---|--|------------------------|--------------------|
| 4 | Визначення температури розвареної маси | Електроконтактні термометри типу ТПК-5 | 0...200 °C | ± 2 °C |
| 5 | Визначення видимої густини суслу спиртового виробництва та суслу для дріжджів | Ареометр (цукромір) типу АСТ-2 згідно з ДСТУ ГОСТ 18481-2009, термометр ртутний | 0...40 % 0...100 °C | ± 0,1 % ± 1 °C |
| 6 | Визначення температури суслу спиртового виробництва та суслу для дріжджів | Електроконтактні термометри типу ТПК-3 | 0...100 °C | ± 1 °C |
| 7 | Визначення активної кислотності (рН) суслу | рН-метр лабораторний типу рН-150 МІ | 0...14 | ± 0,05 % |
| 8 | Визначення видимої густини дозрілої бражки | Ареометр (цукромір) типу АСТ-1 згідно з ДСТУ ГОСТ 18481-2009, термометр ртутний | 0...30 % 0...100 °C | ± 0,05 % ± 1 °C |
| 9 | Визначення вмісту спирту дозрілої бражки | Ареометр (спиртомір) типу АСП-1 згідно з ДСТУ ГОСТ 18481-2009, термометр ртутний | 0...40 % 0...100 °C | ± 0,1 % ± 1 °C |

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Служба охорони праці підприємства

Для створення безпечних і нешкідливих умов праці в кожному структурному підрозділі і на кожному робочому місці керівник підприємства (власник) повинен створити систему управління охороною праці та забезпечити ефективну роботу. Система управління безпекою та гігієною є унікальною частиною управління компанією, яка включає прогнозування та планування, організацію роботи, координацію та регулювання, активізацію та просування, контроль, облік та аналіз. Управління охороною здоров'я — це приготування, продаж та реалізація ігрових габій програм організаційно-технічних, санітарно-профактичних важливих габаритних показників базисності, здоров'я та працездатності машин на продукцію [1].

Керівніть охороною праці на провідряді дужеї частини (власник); в цехах, службах і платах - доставка і програмне забезпечення програм і служба. Для цього підготовлено та правильно Правила про систему виробництва охороною праці на виробники. Управління охороною праці дозволяє вирішувати основні завдання:

забезпечення безпеки виробничого обладнання, виробничих процесів, а також будівель і споруд;

навчання працівників у сфері охорони здоров'я та популяризація досягнень у галузі охорони здоров'я;

нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;

забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;

організація оздоровчо-профілактичного та санітарного забезпечення працівників;

професійний відбір працівників за конкретними спеціальностями.

Оргінаційно-методичну роботу продуктів охорони праці, підготовку управлінських різноманітних та контроль за їх винаходом здійснює служба проції охорони, яка безпосередньо підпорядковується керівнику підприємства. На підприємствах виробничої сфери з чисельністю працюючих до 50 осіб, у невиробничій сфері - до 100 осіб функції цієї служби можуть виконувати за винагороду особи, які мають відповідну підготовку [1].

Умови праці визначаються характером і тяжкістю виконуваної роботи, а також параметрами виробничого середовища. При запланованих робочих місцях, виходячи з того, від продажу продукту праці не не межує встановлю продукту праці, не межує мінімальна фізична продукція, яка має продуктивний вид від виробництва та небезпечних і швидких факторних продуктів. Робоче середовище значно впливає на самопочуття, самооцінку та здоров'я працівника.

Виробниче середовище характеризується мікрокліматичними умовами, складом і ступенем запиленості повітря, рівнем шуму і вібрації, видом і якістю освітлення, наявністю і інтенсивністю теплового і електромагнітного випромінювання і деякими іншими факторами. Оптимальним вважається відсутність негативних впливів на працівника, нормальним – якщо вони знаходяться в межах допустимих рівнів.

| | | | | | | |
|-----|-------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ОХОРОНА ПРАЦІ | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Зм. | Аркуш | № докум. | Підпис | Дата | | |

7.2 Аналіз шкідливих та небезпечних чинників на спиртовому заводі

Відповідно до санітарних вимог для кожного робочого місця регламентуються:
мікроклімат;
кондиціонування робочої зони;
шум;
вібрація;
підсвічування;
промислова радіація.

Мікроклімат виробничого приміщення

Стан повітря у виробничому приміщенні називають мікрокліматом, або метеорологічними умовами [1]. Мікроклімат або метеорологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами:

температура повітря в приміщенні, оС;
відносна вологість, %;
рух повітря, м/с; теплового випромінювання, Вт / м².

Всі ці параметри, як окремо, так і в комплексі, впливають на фізіологічну функцію організму - його терморегуляцію і визначають самопочуття. Мікроклімат виробничих приміщень нормується залежно від теплових характеристик виробничих приміщень, категорій робіт за тяжкістю та періоду року.

Основні нормативні документи, до яких вводяться норми мікроклімату, санітарні норми та норми безпеки, зокрема ДСН 3.36.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Оптимальні мікрокліматичні умови - це параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму без тиску і порушення механізмів терморегуляції. Вони створюють відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня ефективності. Нормується в залежності від категорії праці за ступенем важкості та періоду року [1].

Для виявлення наявності шкідливих і небезпечних виробничих факторів необхідно проаналізувати роботу обладнання термоферментаційної обробки партій і зброджування крохмалевмісної сировини. Для людей, які працюють на робочих місцях, незалежно від виду діяльності, вони повинні бути створені оптимально і безпечно.

Оптимальні параметри мікроклімату для відділень термоферментативної обробки шихт і зброджування крохмалевмісної сировини згідно з ДСН 3.36.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

| | | | | | | |
|-----|-------|----------|--------|------|----------------------|------|
| | | | | | ОХОРОНА ПРАЦІ | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Зм. | Аркуш | № докум. | Підпис | Дата | | |

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена обґрунтуванню технології дозрілої бражки із кукурудзи з використанням фільтрату барди для приготування замісів. Для рішення поставленої задачі в роботі впроваджуються такі основні заходи.

1. Задля отримання високодисперсних помілів з розміром часток помелу близько 0,25 мм подрібнення кукурудзи здійснювати на дезінтеграторі.

2. При приготуванні замісу частину питної води замінити фільтратом барди (30 %) та гарячою дефлегматорною водою завдяки чому також зменшується в'язкість замісу та сусла, створюються кращі умови для життєдіяльності дріжджів, особливо в умовах дефіциту азотного живлення, обумовленого застосуванням ферментних препаратів, скорочуються технологічні втрати внаслідок часткового повернення незброджених вуглеводів.

3. Низькотемпературну термоферментативну обробку замісу за температур 85...95 °С проводити з використанням контактної головки та двох апаратів термоферментативної обробки протягом 90...120 хв завдяки чому зменшити витрати гострої пари у 2,5 рази та втрати зброджуваних вуглеводів внаслідок зменшення утворення меланоїдинів та карамелей.

4. Під час приготування приготування замісу та термомоферментативної обробки його застосовувати ферментний препарат Amylex HT, який містить термостабільну α -амілазу.

5. Застосовувати ферментний препарат Diazyme SG як джерело глюкоамілази для оцукрення розрідженої охолодженої маси із суміщенням процесів оцукрення і зброджування сусла в бродильному апараті.

6. Зброджування проводити періодичним способом із застосуванням дріжджів раси ДО-16, які є термотолерантними та осмофільними, з накопиченням у дозрілій бражці 12,0...16,0 % об. спирту та зменшити витрати води на охолодження бродильних апаратів та пари на перегонку бражки.

7. Використати антисептик Полідез для боротьби з інфікуючою інфекцією під час розмноження дріжджів і зброджування сусла та спиртовловлювач плівчастоконденсаційного типу для зменшення втрат спирту з газами бродіння.

Зроблені продуктові розрахунки на підставі яких розраховано та підібрано технологічне і допоміжне обладнання. Запропонована схема технохімічного та мікробіологічного контролю процесу виробництва дозрілої бражки і заходи з охорони праці.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Арк.

54

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуць В.С., Євтушенко О.В., Сірик А.О. Основи охорони праці [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студентів денної форми навчання. Київ: НУХТ, 2016. 110 с.
2. ДГН 6.6.1.1-130-2006 Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді. Затверджені МОЗ України 03.05.2006 № 256 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 17.07.2006 за № 845/12719. (Державні гігієнічні нормативи).
3. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною. [Чинний від 2010-05-12]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 42 с. (Державні санітарні норми та правила).
4. ДСТУ 4221:2003 Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови. [Чинний від 2004-01-10]. Київ: Держспоживстандарт України, 2004. 14 с.
5. ДСТУ 4525:2006 Кукурудза. Технічні умови. [Чинний від 2007-04-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 21 с.
6. ДСТУ 7940-2015 Масло сивушне. Технічні вимоги. [Чинний від 2016-09-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 16 с.
7. ДСТУ 7402-2013 Фракція головна етилового спирту. Технічні вимоги. [Чинний від 2013-12-11]. Київ : Держспоживстандарт України, 2013. 23 с.
8. Курсове і дипломне проектування: методичні рекомендації щодо складання принципів і апаратурно-технологічних схем та умовно-графічних зображень в апаратурно-графічних схемах для студентів денної і заочної форм навчання спеціальності «Технологія продуктів бродіння і виноробство» за ОКР «бакалавр», «спеціаліст», «магістр» / уклад. П.Л. Шиян, В.Л. Прибильський, А.М. Куц та ін. Київ: НУХТ, 2012. 67 с. (№ 8116)
9. Патент 72045 Україна, МПК C12N 15/00. Осмофільний штам дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* ДО-16 для мікробіологічного синтезу етилового спирту з крохмалевмісної сировини / Іванов С.В., Шиян П.Л., Мудрак Т.О., Олінйчук С.Т., Бойко П.М., Єрмакова Г.В.; заявник і патентовласник НУХТ. № 201114490; заявл. 07.12.2011; опубл. 10.08.2012. Бюл. № 15. 3 с.
10. Технології продуктів спиртового бродіння. Модуль 2. Технологія спирту [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсової роботи для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм навчання / уклад. А.М. Куц, В.П. Маринченко, С.І. Олійник та ін. Київ: НУХТ, 2020. 92 с.
11. ТР У 18.8049-2000 Технологічний регламент виробництва етилового спирту з крохмалевмісної сировини. Частина 1: Подрібнення сировини, розчинення і оцукрювання крохмалю та зброджування сусла. Затверджений заступником Голови Державного департаменту продовольства В.І. Христенком 25.10.2000. Київ:

| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис. | Дата | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | Арк. докум. 55 |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------|-------------------|
| | | | | | | |

УкрНДІспиртбіопрод: Міністерство аграрної політики України, 2000. 143 с. (Нормативний документ державного департаменту продовольства України. Технологічний регламент).

12. ТР У 00032744–812–2002 Технологічний регламент виробництва спиртових бражок при низькотемпературному розварюванні крохмалевмісної сировини з використанням концентрованих ферментних препаратів. Затверджений Головою Державного департаменту продовольства Мінагрополітики України Ю.В. Жихарєвим 16.12.2002. Київ. 2002. 92 с. (Нормативний документ Мінагрополітики України. Технологічний регламент).

13. Технологія спирту: підруч. / В.О. Маринченко, В.А. Домарецький, П.Л. Шиян та ін. ; під ред. В.О. Маринченка. Вінниця: Поділля. 2000, 2003. 496 с.

14. Технологія спирту, лікєро-горілчанних напоїв та дріжджів у задачах і прикладах: навч. посіб./ В.О. Маринченко, А.М. Куц, П.Л. Шиян та ін. ; за ред. В.О. Маринченка. Київ: НУХТ, 2015. 354 с.

15. Шиян П.Л., Сосницький В. В., Олійнійчук С.Т. Інноваційні технології спиртової промисловості. Теорія і практика: монографія. Київ: Асканія, 2009. 424 с.

| | | | | | | |
|-----|-------|-----------|--------|------|---------------------------------------|------|
| | | | | | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | Арк. |
| | | | | | | 56 |
| Зм. | Аркуш | № докум.№ | Підпис | Дата | | |