

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет харчових технологій та біотехнології

Кафедра технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

До захисту допущено

Завідувач кафедри

(підпис)

Уляна ДРАЧУК

(ім'я та прізвище)

« 5 » червня 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

зі спеціальності 181 «Харчові технології»

(код та найменування спеціальності)

освітньо-професійної програми Харчові технології

на тему: Проект міні-цеху з виробництва гірчиці потужністю 500 кг/зм.

Виконавець:

здобувач

Бідний Максим Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові)

Керівник:

Галух Б.І.

(прізвище, ім'я та по батькові)

Рецензент:

(прізвище, ім'я та по батькові)

Львів – 2026

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО

Факультет Харчових технологій та біотехнологій

Кафедра Технології м'яса, м'ясних та олійно-жирових виробів

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 181 Харчові технології

Освітньо-професійна програма «Харчові технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

(підпис)

Уляна ДРАЧУК

(ім'я та прізвище)

« 25 » вересня 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу здобувача вищої освіти

Бідному Максимові Володимировичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи: Проект міні-цеху з виробництва гірчиці потужністю
500 кг/зм.

керівник роботи: Галух Б.І., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 31.12.2025 року № 1633-4

2. Строк подання здобувачем роботи 5.06.2026 р.

3. Вихідні дані до роботи

1). Продуктивність виробництва – 500 кг/зм, 2. Цех з виробництва гірчиці харчової «Столова», фасованої у скляну тару місткістю 200 г, Режим роботи підприємства - Однозмінний (8 годин на зміну), при 250 робочих днях на рік. Технологічне забезпечення: Використання комплексу обладнання - реактор УПЕС-0,3, гомогенізатор НГД-5,5, дозатор УД-2). Кількість змін - 1.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Вступ; 2. Технологічна частина; 3. Технологічні розрахунки; 4. Архітектурно-будівельна частина; 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища; 6. Розрахунок техніко-економічних показників проекту; 7. Висновки; 8. Список літератури; 9. Додатки

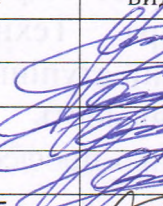
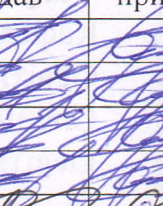
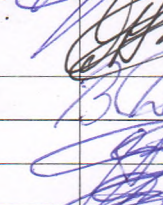
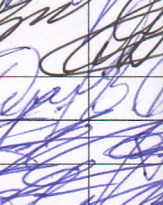
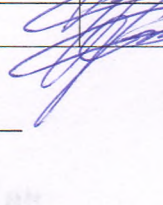
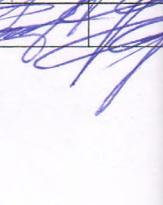
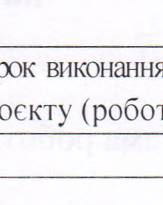
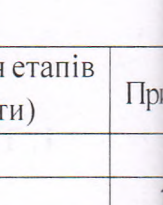
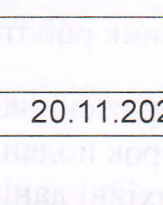
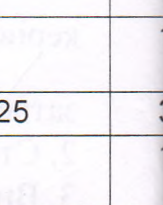
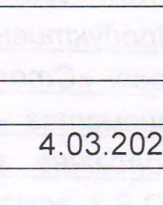
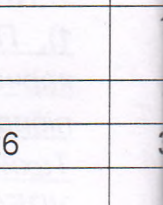
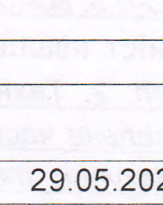
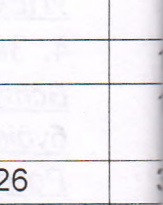
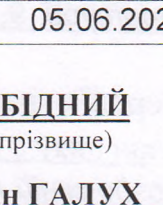
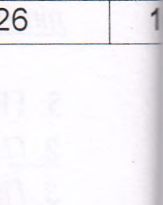
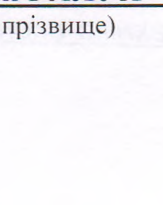
5. Перелік графічного матеріалу 1. Технологічна схему виробництва;

2. План цеху з розташуванням технологічного обладнання;

3. Поздовжній А–А і поперечний розрізи Б–Б будівлі;

4. Техніко-економічні показники проекту.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Вступ	Галух Б.І.		
2. Технологічна частина	Галух Б.І.		
3. Технологічні розрахунки	Галух Б.І.		
4. Архітектурно-будівельна частина	Галух Б.І.		
5. Охорона праці та захист навколишнього середовища	Ярошович І.Г.		
6. Розрахунок ТЕП проекту	Душка В.І.		
7. Висновки	Галух Б.І.		
8. Список джерел літератури	Галух Б.І.		
9. Додатки	Галух Б.І.		

7. Дата видачі завдання 25.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Призначення
1.	Вступ		
2.	Архітектурно-будівельна частина		1
3.	Технологічна частина: розрахунок сировини, площ		1
	I атестація	20.11.2025	3
4.	Технологічна частина: вибір технологічних схем		1
5.	Розрахунок обладнання, робочої сили, енерговитрат		1
6.	Розміщення обладнання на планах та розрізах		
	II атестація	4.03.2026	3
8.	Охорона праці та захист навколишнього середовища		
10.	Розрахунок ТЕП проекту		
11.	Оформлення пояснювальної записки і графічної частини		
	III атестація	29.05.2026	3
	Допуск до захисту	05.06.2026	1

Здобувач

(підпис)

Максим БІДНИЙ

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Богдан ГАЛУХ

(ім'я та прізвище)

Анотація

Представлена пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи викладена на 74 сторінках. Робота включає 25 таблиць, 9 рисунків та 24 бібліографічних найменувань. Об'єктом кваліфікаційної роботи є проєктне рішення дільниці з виробництва гірчиці харчової з продуктивністю 500 кг за зміну. Робота передбачає впровадження високоефективної системи гомогенізації та термічної обробки сировини на базі вітчизняного обладнання.

Пріоритетним завданням проєкту є формування раціонального алгоритму технологічного циклу приготування емульсійних продуктів на профільному підприємстві визначеної потужності. Окрему увагу приділено модернізації етапів заварювання та ферментації гірчичного порошку задля досягнення високих якісних показників кінцевого продукту. У роботі здійснено фінансово-економічне підтвердження рентабельності запропонованих інженерних рішень. Текстова частина містить огляд літератури та аргументацію обраної концепції виробництва.

Реалізовано обчислення сировинних, водних та енергетичних потоків. Розрахунковим шляхом обґрунтовано параметри функціонування основних та допоміжних технічних одиниць обладнання, зокрема установки УПЕС-0,3 та насоса-гомогенізатора НГД-5,5. Запропоновано методику інтенсифікації механічного впливу на структуру соусної маси. На основі отриманих даних доведено доцільність організації операційних процесів, здійснено верифікацію необхідного технологічного обладнання та побудовано циклограму його завантаження.

Сформовано комплекс заходів щодо забезпечення безпеки життєдіяльності персоналу та дотримання вимог системи НАССР.

Встановлено високу ефективність впроваджуваної технологічної моделі.

Графічна частина представлена такими кресленнями:

1. План цеху з розташуванням технологічного обладнання;
2. Планування виробничого корпусу з експлікацією технічних засобів;
3. Поздовжній і поперечний розрізи будівлі (А-А, Б-Б);

						Арк.
						1
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Зведені техніко-економічні показники проєкту.

Ключові слова: гірчиця харчова, технологічна схема, УПЕС, гомогенізація, термічна обробка, ферментація, тепловий баланс, фасування продукції, дозування, інженерні обчислення, виробничий потік, енергетичні витрати, автоматизовані системи, безпека праці, рентабельність, прямоточність.

						Арк.
						2
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Анотація

1. Вступ

2. Технологічна частина.

- 2.1 . Обґрунтування доцільності створення міні-цеху
- 2.2. Опис технології та характеристика готової продукції
- 2.3. Вибір та обґрунтування технологічних схем

3. Технологічні розрахунки

- 3.1. Розрахунок виходу готової продукції та витрат сировини
- 3.2. Специфікація технологічного обладнання
- 3.3. Підбір, обґрунтування та розрахунок обладнання
- 3.4. Опис технологічного процесу виробництва гірчиці
- 3.5. Розрахунок чисельності працівників цеху
- 3.6. Розрахунок виробничих площ цеху
- 3.7. Розрахунок витрат енергоносіїв та води
- 3.8. Організація та структура виробничого потоку
- 3.9. Графік завантаження обладнання (циклограма)
- 3.10. Технохімічний контроль виробництва

4. Архітектурно-будівельна частина.

5. Охорона праці та захист навколишнього середовища.

6. Техніко-економічні показники проєкту

7. Висновки

8. Список джерел літератури

						Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Харчова промисловість України в сучасних умовах є стратегічним фундаментом економічної стійкості та продовольчої безпеки держави. У структурі агропромислового комплексу переробна галузь трансформується з постачальника сировини на виробника готової продукції з високою доданою вартістю, що відповідає стратегічному курсу на євроінтеграцію та вихід на нові світові ринки.

Гірчиця є однією з найбільш перспективних нішевих олійних культур. Україна стабільно входить до десятки світових лідерів за обсягами вирощування насіння гірчиці, посідаючи четверте місце серед олійних культур всередині країни після соняшнику, ріпаку та сої. Проте сучасний стан ринку вимагає переходу від експорту насіння до розвитку внутрішніх потужностей із глибокої переробки.

Актуальність проєктування міні-цеху з виробництва гірчиці зумовлена декількома факторами:

- Економічна доцільність: створення готового продукту (столової гірчиці) дозволяє збільшити рентабельність виробництва у порівнянні з реалізацією сировини.
- Універсальність сировини: гірчичне насіння та продукти його переробки (олія, макуха, порошок) мають широкий спектр застосування – від харчової та консервної промисловості до медицини та косметології.
- Імпортозаміщення та експортний потенціал: розвиток малих переробних підприємств сприяє наповненню внутрішнього ринку якісною локальною продукцією та створює базу для експорту соусів, що відповідають міжнародним стандартам якості (ISO 22000, HACCP).

Гірнична олія та столова гірчиця володіють унікальними смаковими та консервувальними властивостями, що робить їх незамінними у хлібопекарській, кондитерській та плодоовочевій галузях.

						Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використання гірчичного порошку, отриманого з макухи після віджиму олії, дозволяє організувати практично безвідходне виробництво.

Наукове та практичне вдосконалення технологій виробництва столової гірчиці, оптимізація рецептур та модернізація обладнання в межах малих підприємств (міні-цехів) є необхідною умовою для підвищення конкурентоспроможності вітчизняного виробника та зміцнення геополітичного статусу України як «продовольчого кошика» світу.

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

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1Обґрунтування доцільності створення міні-цеху

Аналіз сировинної бази Західного регіону України (Львівська, Тернопільська, Івано-Франківська, Волинська, Рівненська та Хмельницька області) свідчить про високий потенціал для забезпечення міні-цеху з виробництва гірчиці всіма необхідними компонентами. Регіон характеризується сприятливими агрокліматичними умовами для вирощування нішевих олійних культур, зокрема білої (*Sinapis alba*) та сарептської (*Brassica juncea*) гірчиці.

Останніми роками спостерігається тенденція до диверсифікації посівів у господарствах Західної України, що гарантує стабільну пропозицію сировини безпосередньо від локальних фермерських господарств. Хмельницька та Тернопільська області традиційно є лідерами в регіоні за валовим збором насіння гірчиці, що дозволяє мінімізувати логістичне плече та знизити транспортну складову в собівартості продукції. Окрім основної сировини, регіон повністю забезпечує виробництво допоміжними інгредієнтами: Волинська та Рівненська області є потужними виробниками цукру, а Львівщина та Хмельниччина мають розвинену мережу підприємств з виробництва рафінованої соняшникової олії та харчового оцту. Наявність потужних родовищ кухонної солі (Дрогобицький солевиварювальний завод) та доступ до якісних підземних вод Карпатського басейну забезпечують високу якість водного компонента рецептури. Також варто врахувати близькість до західного кордону, що полегшує імпорт специфічних прянощів (гвоздики, кориці), які не вирощуються в Україні, через логістичні хаби Польщі та Угорщини. Таким чином, Західний регіон є самодостатнім кластером, де концентрація сільськогосподарських угідь та переробних потужностей створює ідеальні умови для безперебійної роботи міні-цеху потужністю 500 кг за зміну, забезпечуючи високу рентабельність за рахунок локалізації ресурсів.

Вибір місця розташування міні-цеху зумовлений принципом наближення виробництва до джерел сировини та ринків збуту. Проектований об'єкт доцільно розмістити в регіоні з розвиненим аграрним сектором (наприклад,

						Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Львівська або Івано-Франківська області), що мінімізує транспортні витрати на доставку гірчичного порошку та насіння.

Підприємство планується розмістити на базі існуючого харчового блоку або орендованого промислового майданчика, що має підведені комунікації (електропостачання, водопровід, каналізацію), що значно скорочує капітальні витрати на старті.

1.1.2. Характеристика сировинної бази. Основним видом сировини для виробництва столової гірчиці є гірчичний порошок (отриманий з макухи після холодного пресування насіння гірчиці сортів *Brassica juncea*). Україна має надлишковий потенціал виробництва насіння гірчиці (понад 150 тис. тонн на рік), що гарантує стабільність постачання.

Допоміжна сировина:

- вода питна (міська мережа або артезіанська свердловина);
- оцет харчовий, сіль, цукор (вітчизняні виробники);
- рослинна олія (соняшникова рафінована);
- прянощі (гвоздика, кориця, перець - імпорتنі або локальні фасування).

1.1.3. Обґрунтування потужності та асортименту.

У світовій практиці виділяють три основні види гірчиці:

Чорна гірчиця (*Brassica nigra* L.) – відома як справжня або французька. Вона активно культивується в країнах Південної Європи, зокрема в Італії та Франції. Насіння вирізняється помірно гострим ароматом, що проявляється при механічному подрібненні. Саме з цієї сировини виготовляють еталонні сорти, такі як «Діжонська» та вишуканий соус «Равігот».

Сарептська гірчиця (*Brassica juncea* L.) – сиза або українська гірчиця. Її назва історично пов'язана з розвитком олійно-жирової галузі в Європі на початку XIX століття. В Україні цей вид займає провідні позиції у структурі посівів нішевих культур. За органолептичними показниками вона споріднена з чорною гірчицею. Реалізується переважно у формі гірчичного борошна.

						Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порошок вищого ґатунку має характерний світло-жовтий відтінок і є основним інгредієнтом для класичної столової гірчиці.

Біла гірчиця (*Brassica alba* L. або *Sinapis alba*) – англійська або жовта. Вона широко розповсюджена в центральних та західних регіонах України. Вміст олії в насінні коливається в межах 23-47%. Після екстракції жирової фракції макуху переробляють на порошок, який застосовують у виробництві майонезів та гострих заправок. Насіння білої гірчиці майже позбавлене запаху, а її смак характеризується грубою гостротою. Через це вона часто потребує додаткового введення прянощів для корекції смакового букета.

Пряно-смакові властивості сировини зумовлені наявністю специфічних тіоглікозидів: синігрину (у сизій та чорній гірчиці) та сінальбіну (у білій).

При гідратації гірничного порошку теплою водою відбувається каталітична реакція за участю ферменту мірозінази. У результаті розпаду синігрину утворюється пекуча алілгірнична олія, глюкоза та кислий сульфат калію. Аналогічно сінальбін трансформується у сінальбінову олію, що формує фінальну гостроту приправи.

Класифікація та пакування.

На споживчий ринок постачається гірничний порошок 1-го та 2-го ґатунків, а також готова до споживання пастоподібна гірчиця. Порошок зазвичай фасується у міцні паперові мішки по 50 кг для промислових потреб або в роздрібну тару по 100 г.

Визначена потужність 500 кг за зміну є оптимальною для сегменту малого бізнесу. Вона дозволяє забезпечити потреби локальних мереж ритейлу та закладів HoReCa та проводити швидку переналадку ліній під різні рецептури. Додатково це дозволить мінімізувати складські запаси готової продукції (працювати «під замовлення»).

Асортимент готової харчової гірчиці формується на основі рецептурних особливостей та співвідношення інгредієнтів (олії, оцту, цукру та прянощів). До основних найменувань належать:

- «Столова» та «Міцна» (традиційні гострі рецептури);

						Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- «Домашня» та «Любительська» «Легідна» (з додаванням цукру та м'якших спецій;
- гірчиця «Французька» (з цілими зернами).
- «Ароматна» (із посиленням вмістом спецій);
- Гірчиця з овочевими наповнювачами (з додаванням хрону, часнику, томатів тощо).

Сучасна логістика вимагає різноманітності пакування: від скляних банок об'ємом 125–250 мл із кришками типу «Твіст-офф» до ергономічних ламінованих туб та полімерних пакетів (саше) по 25-50 мл. Маркування кожної одиниці товару здійснюється згідно з вимогами чинного законодавства та містить інформацію про виробника, склад, терміни придатності та умови зберігання.

Таким чином, сучасний асортиментний портфель підприємства є гнучким і дозволяє задовольняти потреби як роздрібних споживачів, так і сектору громадського харчування, використовуючи потенціал локальної сировинної бази України. Аналізуючи ринки та канали збуту слід зазначити, що ринок соусів в Україні демонструє стабільність навіть у кризові періоди. Гірчиця відноситься до товарів щоденного попиту (FMCG). А можливі канали реалізації це: роздрібні торговельні мережі та магазини «біля дому», сектор громадського харчування (кафе, ресторани, мережі фаст-фуду), виробники м'ясних виробів (як інгредієнт для маринадів) тощо.

1.1.4. Режим роботи та соціальне значення

Проектом передбачено однозмінний режим роботи (8 годин) при 5-денному робочому тижні. Створення міні-цеху забезпечує створення 5-7 нових робочих місць та податкові надходження до місцевого бюджету, стимулюванням національного виробника та розвитку переробної інфраструктури регіону.

Отже, проект будівництва міні-цеху з виробництва гірчиці потужністю 500 кг/зм є технічно можливим та економічно виправданим завдяки наявності

						Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

власної сировинної бази, стабільного попиту та відносно низьких витрат на енергоносії при малих обсягах виробництва.

2.2. Опис технології та характеристика готової продукції

Проектований міні-цех спеціалізується на випуску готової столової гірчиці згідно з ДСТУ 1052:2005 «Гірчиця харчова. Загальні технічні умови». Продукт являє собою однорідну мазеподібну масу з характерним гострим смаком і специфічним ароматом. Гірчиця є емульсійною системою, де смакові властивості розкриваються завдяки ферментації синігріну під дією теплої води.

2.1.1. Опис технологічного процесу виробництва

Технологія виробництва столової гірчиці в умовах міні-цеху потужністю 500 кг/зм складається з наступних послідовних стадій:

Підготовка сировини. Гірничий порошок просіюють крізь сита для видалення грудок та сторонніх домішок. Сіль та цукор розчиняють у воді (приготування сиропу), оцет і олію дозують згідно з рецептурою.

Заварювання (гідратація) гірничного порошку. Порошок завантажують у змішувач із водяною сорочкою. Додають гарячу воду ($t=80\ldots85^{\circ}\text{C}$) у співвідношенні приблизно 1:2. Масу ретельно перемішують до однорідного стану. Висока температура сприяє пастеризації та кращому набряканню часток.

Сипучі компоненти (гірничний порошок, сіль, цукор, а за рецептурою - наповнювачі, наприклад, арахісове борошно) підлягають обов'язковому просіюванню крізь сита з діаметром отворів 1,0-1,5 мм. Для запобігання потраплянню металодомішок у продукт на лініях просіювання встановлюють магнітні сепаратори. Просіювання також забезпечує руйнування грудок, що критично важливо для рівномірного набухання часток порошку.

Цукровий сироп: готують у співвідношенні цукру до води 9:5. Для забезпечення мікробіологічної чистоти та усунення слизових бактерій сироп кип'ятять протягом 20-30 хв.

						Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сольовий розчин: готують у співвідношенні 1:1. Розчин доводять до кипіння, після чого обов'язково фільтрують для видалення нерозчинних домішок.

Екстрагування прянощів (маринадна заливка)

Для вилучення ароматичних речовин прянощі (перець, кориця, гвоздика, лавровий лист тощо) піддають двоступеневій екстракції: Суміш прянощів заливають водою (10...12 л на 1 кг суміші), доводять до кипіння та настоюють у герметичній ємності протягом 24 годин.

Після фільтрації осад заливають водою (50% від початкового об'єму) і повторюють процес. Обидві витяжки змішують.

Альтернативним методом є приготування екстракту в 4...7% розчині оцтової кислоти, що дозволяє більш повно вилучити ефірні олії та одночасно консервувати заправку.

Приготування часникової витяжки

У разі виробництва гірчиці з наповнювачами, підготовлений подрібнений часник заливають водою у співвідношенні 1:2,5 і настоюють протягом 5 діб для досягнення необхідної концентрації фітонцидів та ароматичних сполук.

Приготування гірчиці харчової

Процес здійснюється у дві стадії («Перше перемішування» та «Друге перемішування»), що дозволяє контролювати процес ферментації.

Перше перемішування (стадія визрівання):

У змішувач подається гаряча вода (70...85°C), гірчичний порошок, маринадна заливка (60...62°C) та 50% від рецептурної кількості оцту. Масу перемішують 25–30 хв. Після цього масу залишають у спокої на 2–3 години для процесу ферментації (розщеплення синігрину під дією ферменту мірозину), що формує гостроту продукту.

Друге перемішування (фіналізація):

До визрілої маси при безперервному змішуванні додають рослинну олію, сольовий розчин, цукровий сироп та залишок оцту. Час перемішування - 25–30 хв. Для отримання однорідної структури без крупинок готову масу

						Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пропускають крізь насос-гомогенізатор під тиском 0,2–0,3 МПа або протиральну машину.

Дозрівання (ферментація). Отриману масу витримують протягом 12...24 годин (залежно від рецептури). У цей час відбувається розщеплення глюкозиду синігрину під дією ферменту мірозину з виділенням ефірної (алілової) олії, що надає продукту характерної гостроти.

Змішування з інгредієнтами. До ферментованої маси при постійному перемішуванні додають цукрово-сольовий розчин, олію, оцет та заздалегідь підготовлені прянощі (гвоздика, кориця, лавровий лист у вигляді витяжок або тонкодисперсного порошку).

Гомогенізація та перетирання. Для отримання ніжної кремоподібної консистенції масу пропускають крізь колоїдний млин або гомогенізатор. Це запобігає розшаруванню продукту під час зберігання.

Фасування та пакування. Готову гірчицю подають на лінію дозування. Для міні-цеху передбачено фасування у скляну банку (Твіст-офф) об'ємом 100–200 г або пластикові туби.

Маркування та зберігання. На тару наклеюють етикетку з датою виробництва. Готову продукцію витримують ще 2-3 доби при температурі 0...+10°C для остаточного формування смакового букета перед відвантаженням.

Схематично процес виробництва можна представити у вигляді блоків:

Приймання та підготовка сировини → Приготування гірчичної маси (заварювання) → Витримка (дозрівання) → Введення добавок та спецій → Гомогенізація → Фасування → Транспортування на склад.

Особливості виробництва високоякісної продукції

Для продукції преміум-класу застосовують метод декантації для видалення темних включень (часток оболонок насіння). Гірничий порошок попередньо змішують із холодною водою (20°C), витримують 2 години для осадження важких часток, після чого рідку фазу декантують, а чисту гірничну масу нагрівають до 80...90°C для подальшої переробки.

					Арк. 12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

2.1.2. Санітарно-гігієнічні вимоги. Виробництво організовується згідно з принципами НАССР (ХАССП). Усі поверхні, що контактують із сировиною, виготовляються з нержавіючої сталі марки AISI 304/316. Передбачена щозмінна мийка обладнання (CIP-мийка або ручна дезінфекція). Обов'язковим є контроль якості вхідної сировини та мікробіологічних показників готового продукту в акредитованій лабораторії.

2.3. Вибір та обґрунтування технологічних схем

У межах даного розділу кваліфікаційної роботи проведено системний моніторинг сучасного ринку апаратно-технічних комплексів для деривації харчової гірчиці. Основним завданням є вибір оптимальної інженерної конфігурації, яка б забезпечувала високу якість готової продукції при заданій продуктивності 500 кг за зміну. Сучасна індустрія соусів характеризується переходом до модульних установок, що дозволяють мінімізувати втрати сировини та енергоресурсів. Нами було проаналізовано найбільш релевантні технологічні лінії від провідних машинобудівних підприємств: «ВЕЛМАРК М», «ГРАНД», «Koruma» (Німеччина/Туреччина) та Установка УПЕС, яка представлена на вітчизняному ринку виробниками технологічного обладнання ПП «ВЕЛМАРК-М» (Полтава) – вони мають лінії саме для малих цехів, ТОВ «Харчомаш» або інші заводи харчового обладнання, а бренд «Термо-Пах» (Київська обл.) – спеціалізуються на лініях розливу та пакування.

Нами обрано конфігурацію, що максимально відповідає заданим параметрам продуктивності.

Загальний алгоритм деривації харчової гірчиці базується на стадійному впровадженні таких процесів: сепарація сухих субстратів, термообробка цукрової суспензії, екстракція пряних компонентів, синтез основної маси та фінальне фасування. Сипкі інгредієнти (гірчичний субстрат, натрію хлорид, сахароза, бобове борошно) підлягають механічному очищенню на калібрувальних вузлах із діаметром комірок 1,0–1,5 мм. Для елімінації

						Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

металодомішок застосовують магнітну індукцію. Одночасно з дезагрегацією грудок забезпечуються умови для інтенсивної гідратації сировини.

Апаратний комплекс ПП «ВЕЛМАРК М»

Зазначена лінія орієнтована на циклічне виготовлення соусної продукції та гострих приправ. Обладнання виконане з інертної сталі, інтегроване на єдиній станині та об'єднане магістральними трубопроводами. Система забезпечує варіативну потужність від 300 кг/год до 1000 кг за робочу зміну.

Структурні одиниці системи:

- універсальна ємність (300 л) - 1 од.;
- резервуар допоміжного призначення (300 л) - 1 од.;
- шестерна помпа - 2 од.;
- малооб'ємні баки (35–50 л) - 2 од.;
- диспергатор-гомогенізатор (250 кг/год) - 1 од.;
- мікропроцесорний блок контролю та автоматизації - 1 од.

Експлуатаційні показники: енерговитрати становлять 45 кВт/год на тону продукту. Гранична термічна обробка сягає 92 ± 2 °С. Маса комплексу складає 1500 кг при обслуговуванні двома операторами. Перевагами є ергономічність та простота сервісу. Головним лімітуючим фактором для даного проєкту є надлишкова потужність, що спричиняє низьку рентабельність при малих обсягах.

Універсальна лінія серії «ГРАНД»

Дана архітектура є мультифункціональною та першочергово призначеною для емульсійних продуктів типу майонезу. Комплектація охоплює пастеризаційні ванни (ВТП) із перемішувальними пристроями, вакуумні установки роторного типу, транспортувальні помпи та дозувальні вузли. Ключовою перевагою є можливість швидкої диверсифікації асортименту.

Основними позитивними аспектами є висока універсальність та можливість швидкої диверсифікації асортименту (випуск майонезу, кетчупу, гірчиці на одній лінії). Проте апаратна частина орієнтована на масштабне виробництво. Потреба в регулярному переналаштуванні параметрів під різні

						Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

типи емульсій вимагає залучення висококваліфікованого інженерного персоналу, що є фінансово обтяжливим для малого підприємства

Вакуумно-гомогенізуюча установка «Koruma»

Технологічний цикл на базі установки ВВА 1500 передбачає використання тришарових вакуумних резервуарів об'ємом 1600 л. Корпус виготовлено зі сталі AISI304 із теплоізоляційним шаром. Система оснащена якірним змішувачем із фторопластовими елементами очищення стінок.

Установка дозволяє поєднувати транспортування, термічну пастеризацію та деаерацію продукту. Незважаючи на високий рівень автоматизації, недоліком є значна чисельність персоналу та складність адаптації під малі партії специфічних видів гірчиці.

Автоматизована система серії «УПЕС-У» (Україна)

В Україні є потужні підприємства, які виготовляють обладнання для гірчиці та соусів, зокрема: ПП «ВЕЛМАРК-М» (Полтава) – вони мають лінії саме для малих цехів, ТОВ «Харчомаш» або інші заводи харчового обладнання. Бренд «Термо-Пах» (Київська обл.) – спеціалізуються на лініях розливу та пакування.

Даний комплекс є універсальною установкою для приготування високодисперсних емульсій та суспензій. Обладнання спроектоване за модульним принципом, що дозволяє гнучко адаптувати лінію під специфіку виробництва столової гірчиці з різними наповнювачами.

Технічні характеристики та склад лінії:

Реактор-змішувач: об'ємом 250-300 літрів із термоізоляційною сорочкою. Оснащений комбінованим перемішувальним пристроєм, що виключає утворення «мертвих зон».

Насос-гомогенізатор серії НГД: забезпечує механічне подрібнення часток до рівня 5–10 мкм, що гарантує стабільність структури гірчиці та запобігає її розшаруванню.

						Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система вакуумування: дозволяє видаляти бульбашки повітря з маси, що підвищує мікробіологічну стійкість продукту та подовжує термін його зберігання без використання надмірної кількості консервантів.

Модуль дозування та пакування: напіваавтоматична установка, що забезпечує точність розливу у скляну або полімерну тару з похибкою не більше 1%.

Послідовність операцій у даній моделі передбачає розчинення сухих компонентів у гарячій воді з подальшою експозицією маси протягом 12-15 годин. Завершальна фаза включає додавання ліпідної фракції та оцтової кислоти з добовою витримкою перед фасуванням.

Компанія пропонує лінійку обладнання з градацією потужності: 250, 500 та 1000 кг за зміну. Базовий склад лінії УПЕС:

- реакторний блок із перемішувальним пристроєм;
- помпа-гомогенізатор серії НГД;
- розливний модуль УД-2 та закупорювальна станція УСС-2;
- термопакувальний апарат ТПЦ-450.

Допоміжний інвентар включає ваги високої точності, фільтраційні системи та прилади для експрес-аналізу. Головною перевагою є повна відповідність потужності лінії (500 кг/зм) технічному завданню проєкту. Система відрізняється легкістю інсталяції та можливістю експлуатації в обмежених виробничих площах.

						Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

3.1Розрахунок виходу готової продукції та витрат сировини

Для розрахунку матеріального балансу за основу беремо базову рецептуру на 1000 кг готового продукту та перераховуємо її на зміну (500 кг). При розрахунках враховуємо технологічні втрати на етапах підготовки, змішування та фасування (орієнтовно 1,5-2%).

Таблиця 3.1.

Рецептурний склад та витрати сировини на зміну (500 кг)

Найменування сировини	Вміст у 1000 кг готового продукту, кг	Витрати на зміну (500 кг), кг	З урахуванням втрат (2%), кг
1	2	3	4
Гірчичний порошок (1 гатунок)	185	92,5	94,35
Цукор-пісок	125	62,5	63,75
Олія соняшникова рафінована	85	42,5	43,35
Сіль кухонна харчова	25	12,5	12,75
Оцтова кислота (80%)	35	17,5	17,85
Прянощі (суміш: перець, кориця, гвоздика)	5	2,5	2,55
Вода питна (включаючи заварювання та сиропи)	540	270	275,4
РАЗОМ	1000	500	510

Розрахунок матеріального балансу (водний баланс)

Згідно з обраною раніше моделлю $P = A + B + C + D + E$, розподілимо загальну кількість води (275,4 кг) на технологічні потреби:

А (Цукровий сироп): При співвідношенні 9:5 на 63,75 кг цукру необхідно приблизно 35,4 л води.

В (Соляний розчин): При співвідношенні 1:1 на 12,75 кг солі необхідно 12,8 л води.

						Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

С (Маринад): Для екстракції 2,55 кг прянощів (1:12) необхідно 30,6 л води.

Д (Розведення оцту): Для отримання робочого розчину з 80% кислоти необхідно додати 15,5 л води.

Е (Вільна волога для заварювання порошку): Решта води - 181,1 л - подається гарячою (80...85°C) для гідратації порошку.

Розрахунок потреби в пакувальних матеріалах

Припускаємо, що 60% продукції фасується в скляну банку (200 г), а 40% - у полімерні пакети-саше (50 г).

Скляна банка (200 г): $300 \text{ кг} / 0,2 \text{ кг} = 1500 \text{ шт./зм.}$

Пакети-саше (50 г): $200 \text{ кг} / 0,05 \text{ кг} = 4000 \text{ шт./зм.}$

До розрахунку додаємо 1% на бій скла та брак плівки. Також розраховується кількість гофротар (ящиків) для групового пакування.

Графік роботи обладнання

Для забезпечення потужності 500 кг/зм при об'ємі реактора 300 л (робочий об'єм 250 л) необхідно провести 2 цикли замісу за зміну.

- цикл 1: Заварювання порошку, початок ферментації.
- цикл 2: Внесення добавок у партію, що пройшла ферментацію, гомогенізація та фасування.

Проведемо розрахунки сировини та готової продукції для кожного виду із обраного всортименту.

Зведемо сорти «Столова» та «Міцна» в окремий розрахунковий блок. Ці сорти є еталонними для українського ринку, оскільки базуються на максимальному вивільненні ефірних олій, що забезпечує характерну гостроту.

Нижче наведено детальний опис технологічних особливостей та математичний розрахунок сировини.

3.1.1 Технологічні особливості та розрахунок групи «Столова» та «Міцна»

Дана група продуктів класифікується як класичні гострі приправи з високим вмістом гірчичного порошку 1-го гатунку. Основною відмінністю від

						Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

десертних або лагідних сортів є інтенсивний процес ферментації, спрямований на повну конверсію синігрину в алілгірчичну олію.

Для досягнення нормативної гостроти (згідно з ДСТУ 1052:2005) у рецептурі передбачено:

- збільшена частка сухої речовини: вміст гірчичного порошку становить 18–19%
- концентрація консервантів: підвищений вміст оцтової кислоти (до 3,5% у перерахунку на 80% концентрат) діє не лише як консервант, а й як каталізатор смакових відчуттів.
- мінімальний вміст ліпідів: низька частка олії (до 8,5%) дозволяє ефірним оліям гірчиці діяти більш агресивно на рецептори слизової оболонки.

Проведемо розрахунок витрат сировини на партію 500 кг.

Виконуємо розрахунок для однозмінного випуску 500 кг готової продукції з урахуванням технологічних втрат (Квтрат = 1,02).

Таблиця 3.2.

Витрати сировини та матеріалів для виробництва гірчиці «Столова»

Найменування сировини	Рецептурна норма на 100 кг, кг	Розрахунок на 500 кг (нетто), кг	Валова потреба (брутто, втрати 2%), кг
1	2	3	4
Гірчичний порошок (1 гат.)	18,5	92,5	94,35
Цукор-пісок	12,5	62,5	63,75
Олія соняшникова рафінована	8,5	42,5	43,35
Сіль кухонна «Екстра»	2,5	12,5	12,75
Оцтова кислота (80%)	3,5	17,5	17,85
Прянощі (гвоздика, перець)	0,5	2,5	2,55
Вода питна (загальна)	54	270	275,4
Всього	100	500	510

						Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок водного балансу за моделлю $P = A + B + C + D + E$.

Для забезпечення точності технологічного процесу розподіляємо загальний об'єм води (275,4 л) за функціональним призначенням:

А (Цукровий сироп): На 63,75 кг цукру (співвідношення 9:5) необхідно 35,4 л води.

В (Розчин солі): На 12,75 кг солі (співвідношення 1:1) витрачається 12,8 л води.

С (Маринад прянощів): Для екстракції 2,55 кг суміші прянощів (1:12) необхідно 30,6 л води.

Д (Гідратація оцту): Для розведення 17,85 кг кислоти до робочої концентрації додаємо 15,5 л води.

Е (Вільна волога для замісу): Залишок об'єму 181,1 л використовується як гарячий теплоносій ($t=80-85^{\circ}\text{C}$) для первинного заварювання порошку.

Технологічні операції процесу для групи «Міцна» є критично важливими щодо дотримання часових та температурних режимів:

Температура заварювання: Висока температура ($80-85^{\circ}\text{C}$) необхідна для дезактивації небажаної мікрофлори та підготовки крохмалистих речовин порошку до набухання.

Етап дозрівання: Для сорту «Міцна» термін ферментації становить не менше 3–5 годин при температурі приміщення $20-25^{\circ}\text{C}$. Скорочення цього часу призведе до отримання «пустого» смаку без належної гостроти.

Гомогенізація: Проводиться при тиску 0,25 МПа. Це забезпечує руйнування мікроструктури волокон порошку, що додатково вивільняє ароматичні речовини та створює мазеподібну консистенцію.

Висновки за підрозділом: Розрахована кількість сировини (510 кг з урахуванням втрат) дозволяє повністю завантажити потужність цеху за одну зміну. Висока частка гірчиного порошку та вивірена кількість води забезпечують вихід продукту, що відповідає фізико-хімічним показникам міцних сортів гірчиці.

						Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, розрахована кількість сировини (510 кг з урахуванням втрат) дозволяє повністю завантажити потужність цеху за одну зміну. Висока частка гірчичного порошку та вивірена кількість води забезпечують вихід продукту, що відповідає фізико-хімічним показникам міцних сортів гірчиці.

3.1.2. Технологічні особливості та розрахунок групи «Легідна» та «Французька»

Ці сорти орієнтовані на споживачів, що надають перевагу витонченому смаку з помірною гостротою. «Легідна» має кремоподібну емульсійну текстуру, тоді як «Французька» вирізняється специфічною структурою з цілими зернами гірчиці. Даний розрахунок суттєво відрізняється від попереднього, оскільки тут ми змінюємо структуру сухих речовин та вводимо ціле насіння.

Специфіка рецептурного складу групи «Легідна» / «Домашня»: Вміст цукру збільшено на 40-50% порівняно зі «Столовою». Висока частка рослинної олії (до 10%) створює ефект «обволікання» рецепторів, що пом'якшує дію алілгірчичної олії.

Унікальність групи «Французька» полягає у використанні суміші гірчичного порошку та цілого насіння (білого та сизого). Насіння не піддається подрібненню, що вимагає тривалішої гідратації (замочування) для досягнення м'якої консистенції оболонки.

Проведемо розрахунок витрат сировини на партію 500 кг (по 250 кг кожного виду).

Нижче наведено зведений розрахунок для паралельного випуску обох сортів протягом однієї зміни.

Таблиця 3.3

Витрати сировини та матеріалів для виробництва гірчиці «Легідна» / «Французька»

Інгредієнт сировини		Легідна (на 250 кг), кг	Французька (на 250 кг), кг	Загальна вага (нетто), кг	Валова потреба (втрати 2%), кг
1		2	3	4	5
Гірчичний порошок		37,5	12,5	50	51
					Арк.
					21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Насіння гірчиці (ціле)	-	37,5	37,5	38,25
Цукор-пісок	45	35	80	81,6
Олія соняшникова	25	22,5	47,5	48,45
Сіль кухонна	5	5,5	10,5	10,71
Оцтова кислота (80%)	6,25	7,5	13,75	14,03
Спеції та прянощі	0,75	1	1,75	1,79
Вода питна	130,5	128,5	259	264,18
УСЬОГО	250	250	500	510

Технологічні параметри виробництва «Французької» гірчиці:

Попередня підготовка насіння: Насіння гірчиці промивають і заливають маринадною заливкою (температура 40-50°C) на 12 годин. Це дозволяє зернам набрякнути, але не активує надмірну гіркоту.

Змішування: Ціле насіння вводиться в останню чергу, після того, як гірчична основа (з порошку) пройшла гомогенізацію. Це критично важливо, щоб насос-гомогенізатор не пошкодив структуру зерен.

Технологічні особливості для «Легідної» гірчиці:

Емульгування: Через підвищений вміст олії та цукру, процес перемішування на другій стадії має бути інтенсивнішим. Це необхідно для створення стійкої жирно-водної емульсії, яка не розшаровуватиметься при зберіганні.

Ферментація: Проводиться при нижчих температурах (18-20°C), щоб смак залишався делікатним.

Розподіл вологи (P) для комбінованої зміни. Згідно з балансовою моделлю, загальний об'єм води (264,2 л) розподіляється так:

						Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приготування сиропів та розчинів: 115,4 л (збільшена частка через високий вміст цукру).

Екстракція прянощів: 21,5 л. Замочування насіння та заварювання порошку: 127,3 л.

Отже, розраховані параметри підтверджують, що виробництво десертних та зернових сортів вимагає більшої уваги до стадії підготовки рідких компонентів (сиропів). Присутність цілого насіння у «Французькій» гірчиці збільшує загальну масу сухих речовин, що потребує відповідного корегування режимів роботи фасувального обладнання (використання дозаторів для в'язких продуктів із твердими включеннями).

3.1.3 Технологічні особливості та розрахунок групи «Ароматна» та гірчиці «З наповнювачами»

Ці позиції формують преміальний сегмент лінійки. Вони вимагають прецизійного дозування спецій та специфічної підготовки овочевої бази для збереження антимікробних і смакових властивостей наповнювачів. Розрахунок для «Ароматної» гірчиці та сортів з овочевими наповнювачами є найбільш складним з точки зору біохімії, оскільки він передбачає роботу з фітонцидами (часник, хрін) та багатокомпонентними ефірними екстрактами.

Специфіка рецептурного складу

Група «Ароматна»: Базується на використанні складної маринадної заливки. Вміст прянощів (кориця, гвоздика, коріандр, кардамон) збільшено у 2,5-3 рази порівняно зі «Столовою». Це вимагає тривалої екстракції для повного переходу ефірних олій у рідку фазу.

Гірчиця з хріном / часником: Передбачає введення подрібненої овочевої маси або концентрованих витяжок. Хрін додає продукту специфічної «свіжої» гостроти, а часник – стійкого аромату та бактерицидних властивостей.

						Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4.

Розрахунок витрат сировини на партію 500 кг (по 250 кг кожного виду)

Інгредієнт сировини	Ароматна (на 250 кг), кг	З наповнювачами (на 250 кг), кг	Загальна вага (нетто), кг	Валова потреба (втрати 2%), кг
1	2	3	4	5
Гірчичний порошок	42,5	40	82,5	84,15
Цукор-пісок	32,5	30	62,5	63,75
Олія соняшникова	21,25	20	41,25	42,08
Сіль кухонна	6,25	5,75	12	12,24
Оцтова кислота (80%)	8	7,5	15,5	15,81
Спеції (суха суміш)	3	1	4	4,08
Наповнювач (хрін/часник)	-	15,75	15,75	16,07
Вода питна	136,5	130	266,5	271,83
Всього	250	250	500	510

Особливості підготовки наповнювачів та екстрактів

Для «Ароматної» гірчиці: Застосовується метод двостадійної термічної екстракції. Суміш прянощів заливається водою ($t=95-100^{\circ}\text{C}$), витримується в герметичному реакторі 12 годин, після чого фільтрується. Осад піддається повторному кип'ятінню для максимального вилучення залишків ароматичних сполук.

Для гірчиці з хріном та часником:

Овочева сировина подрібнюється до фракції 0,5-1,0 мм. Важливо проводити подрібнення безпосередньо перед внесенням, щоб уникнути окислення та втрати летких фітонцидів.

Для збереження білого кольору хрону в масу наповнювача додається частина рецептурного оцту.

Наповнювачі додаються на стадії «Другого перемішування». Температура гірчичної маси при цьому не повинна перевищувати 40°C , щоб зберегти природний аромат свіжих овочів.

						Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Баланс води (P) для даної групи

Загальний об'єм води (271,8 л) розподіляється наступним чином:

A+B+D (Сиропи та розчини): 98,6 л.

C (Маринад прянощів): 48,0 л (збільшений об'єм через високу норму витрат спецій).

E (Вільна волога для заварювання): 125,2 л.

Отже, виробництво ароматизованих сортів та гірчиці з наповнювачами потребує додаткового часу на стадії підготовки сировини (чищення, подрібнення овочів, екстракція прянощів). Проте саме ці види продукції мають найвищу додану вартість, що позитивно впливає на загальну рентабельність проекту.

Таблиця 3.5.

Зведена потреба в сировині для всього асортименту

Найменування сировини	На 1 т готової продукції (середнє), кг	На добу (0,5 т), кг	На місяць (22 дні), кг	На рік (264 дні), т
1	2	3	4	5
Гірчичний порошок (1 гат.)	165,00	82,50	1815,00	21,78
Насіння гірчиці (ціле)	25,00	12,50	275,00	3,30
Цукор-пісок	145,00	72,50	1595,00	19,14
Олія соняшникова (рафінована)	92,00	46,00	1012,00	12,14
Сіль кухонна «Екстра»	24,00	12,00	264,00	3,17
Оцтова кислота (80%)	32,50	16,30	358,60	4,30
Прянощі та спеції (суміш)	10,00	5,00	110,00	1,32
Наповнювачі (хрін, часник)	12,00	6,00	132,00	1,58
Вода питна (технологічна)	515,00	257,50	5665,00	67,98
Разом	1020,50	510,30	11226,60	134,72

					Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

3.1.4 Аналіз складських запасів та логістики

На основі отриманих даних можемо сформулювати вимоги до складського приміщення проєкту:

- Сухий склад (порошок, цукор, сіль): Місячна потреба становить близько 3,7 тонни. Враховуючи норми зберігання, площа складу повинна вміщувати 10-12 палет сировини.

- Рідка сировина (олія, оцет): Місячний обсяг у 1,4 тонни вимагає встановлення спеціалізованих ємностей або виділення зони для зберігання бочок/єврокубів.

- Водоспоживання: Добова потреба в технологічній воді (257,5 л) є незначною для міських мереж, проте вимагає встановлення системи фільтрації та проміжного резервуара-накопичувача на 500 л для підігріву.

3.1.5 Розрахунок потреби в тарі (пакувальний баланс)

Для забезпечення реалізації 500 кг продукції на добу, розраховуємо кількість одиниць тари (при середній масі одиниці 200 г):

- добова потреба: $500\text{кг} / 0,2\text{ кг} = 2500\text{ шт}$

- місячна потреба: $2500 \times 22 = 55000\text{ шт.}$

- річна потреба: $55000 \times 12 = 660000\text{ шт.}$

Примітка: При розрахунку площі складу готової продукції необхідно враховувати коефіцієнт заповнення гофроящиків (наприклад, 24 банки в одному ящику), що становить приблизно 105 ящиків на добу.

Отже, зведена відомість підтверджує технічну можливість реалізації проєкту на базі мінізаводу. Річний обсяг переробки сировини у 134,7 тонни є економічно привабливим для середнього бізнесу та дозволяє окупити витрати на обладнання протягом першого року експлуатації.

						Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Специфікація технологічного обладнання

Для забезпечення безперебійного циклу виробництва 500 кг гірчиці за 8-годинну зміну, обладнання підібрано за принципом синхронізації продуктивності окремих вузлів. Основний акцент зроблено на установку приготування емульсій (УПЕС), яка виконує функції змішування та гомогенізації.

Розрахунок необхідної місткості реактора-змішувача

Розрахунок ведеться виходячи з того, що 500 кг продукції виготовляється у два цикли (заміси) по 250 кг.

Коефіцієнт заповнення реактора $\phi = 0,7-0,8$.

Необхідний повний об'єм реактора (V):

$$V = M / \rho \times \phi = 250 / 1050 \times 0,75 \approx 0,317 \text{ м}^3 (317 \text{ л})$$

де М - маса замісу (250 кг),

ρ - щільність гірчиці ($\approx 1050 \text{ кг/м}^3$).

Таким чином, оптимальним є реактор місткістю 300-350 літрів.

Таблиця 3.6.

Специфікація основного технологічного обладнання

Найменування обладнання	Модель (аналог)	К-сть	Технічні характеристики	Призначення
1	2	3	4	5
Реактор-змішувач	УПЕС-300 (Україна)	1	Об'єм 300 л, П-подібна мішалка, сорочка нагріву	Приготування основи, ферментація
Насос-гомогенізатор	НГД-7,5	1	Потужність 7,5 кВт, продуктивність до 5 м³/год	Циркуляція маси, тонка гомогенізація
Просіювач вібраційний	ПВ-100	1	Продуктивність 150 кг/год, сітка 1,2 мм	Очищення порошку, солі, цукру
Котел сироповарильний	КПЕ-100	1	Об'єм 100 л, масляний обігрів	Приготування маринадів та сиропів

						Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Екстрактор для прянощів	Герметичний чан	1	Об'єм 50 л, з фільтр-сіткою	Виготовлення витяжок зі спецій
Дозатор об'ємний	УД-2	1	Діапазон дозування 50–500 мл	Напівавтоматичне фасування в тару
Закупорювальна машина	УСС-2 (Твіст-офф)	1	Продуктивність до 600 банок/год	Герметизація скляних банок

Розрахунок енергетичних потужностей

Для розрахунку загальної встановленої потужності цеху підсумовуємо енергоспоживання основних одиниць:

- привід мішалки реактора: 1,5 кВт
- насос-гомогенізатор НГД: 7,5 кВт
- ТЕНи реактора (нагрів): 12,0 кВт (періодична робота)
- ТЕНи сироповарки: 9,0 кВт
- дозатор та пакувальник: 2,0 кВт
- допоміжне (освітлення, вентиляція): 3,0 кВт

Загальна встановлена потужність:

$$P = 1,5 + 7,5 + 12,0 + 9,0 + 2,0 + 3,0 = 35,0 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт одночасної роботи обладнання $K_c \approx 0,7$, отже, споживана потужність становитиме близько 24,5 кВт.

Опис роботи фасувальної лінії

Фасування реалізується за допомогою напівавтоматичного поршневого дозатора УД-2. Гірчична маса з реактора за допомогою насоса НГД подається у приймальний бункер дозатора. Оператор виставляє необхідний об'єм (наприклад, 200 мл).

Продуктивність дозатора (15-20 доз/хв) повністю забезпечує фасування 2500 одиниць тари за 4-5 годин чистого часу роботи, що дозволяє завершити процес у межах однієї зміни.

Допоміжне обладнання та інвентар

Для забезпечення санітарних норм та операційного контролю передбачено:

					Арк. 28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

- ваги товарні (до 150 кг) - 1 шт.;
- ваги лабораторні (до 2 кг) - 1 шт.;
- стіл виробничий з нержавіючої сталі - 3 шт.;
- ванна мийна двосекційна - 1 шт.;
- візки-рокли для транспортування сировини - 2 шт.

Отже, підібраний комплекс обладнання загальною потужністю 35 кВт забезпечує повний технологічний цикл виробництва 500 кг гірчиці за зміну. Використання українських аналогів дозволяє знизити вартість основних засобів та забезпечити високу ремонтпридатність лінії.

3.3. Підбір, обґрунтування та розрахунок обладнання

Для забезпечення проектної потужності виробництва гірчиці обсягом 500 кг за зміну. Даний вибір обґрунтований високою надійністю, універсальністю та відповідністю санітарно-гігієнічним нормам харчової промисловості.

Фільтрувальний апарат типу ФМ-03М-10 є першою ланкою лінії, що забезпечує підготовку рідких компонентів (води та рослинної олії). Це фільтр нового покоління з циліндричним корпусом із нержавіючої сталі, що не потребує постійної заміни фільтрувального матеріалу. Внутрішній фільтруючий елемент, виготовлений за допомогою наукоємних технологій штампування, забезпечує тонкість фільтрації до 50 мкм. Його продуктивність становить 10000 л/год, що значно перевищує потреби лінії та дозволяє проводити швидке очищення сировини. Головною перевагою є можливість регенерації зворотним потоком рідини, що гарантує термін експлуатації до 15 років.

Призначена для попередньої підготовки рідкої фази (води та олії), що гарантує відсутність механічних домішок у готовому продукті.

Технічна характеристика ФМ-03М-10:

- Продуктивність (по воді): до 10 000 л/год;
- Робочий тиск: 0,2-0,4 МПа;
- Тонкість фільтрації (номінальна): 50 мкм;

						Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура робочого середовища: до 95 °С;
- Матеріал корпусу та фільтроелемента: сталь 12Х18Н10Т;
- Габаритні розміри (Діаметр × Висота): 120 × 600 мм;
- Маса апарата: 12,8 кг.

Установка приготування емульсій та суспензій УПЕС-0,3 виконує роль основного реактора. Вона спроектована як вертикальна циліндрична ємність об'ємом 0,3 м³ (300 л) з конічним дном. Установка оснащена пароводяною сорочкою з блоком ТЕНів для нагріву продукту та рамною мішалкою (60 об/хв), яка запобігає пригоранню та забезпечує рівномірний розподіл температури. Система тангенціального входу продукту та герметичність конструкції дозволяють уникнути надмірного паровиділення при нагріванні понад 90°С. Всі деталі, що контактують з продуктом, виконані з кислотостійкої сталі 12Х18Н10Т та фторопласту, що критично при роботі з оцтовими маринадами.

Є основним апаратом періодичної дії для гідротермічної обробки гірничного порошку та змішування компонентів.

Технічна характеристика УПЕС-0,3:

- Повна місткість корпусу: 0,35 м³;
- Робочий об'єм (коефіцієнт заповнення 0,7–0,8): 0,25–0,3 м³;
- Тип перемішувального пристрою: мішалка рамного типу;
- Частота обертання мішалки: 60 об/хв (1 с⁻¹);
- Потужність приводу мішалки: 1,5 кВт;
- Встановлена потужність ТЕНів (3 ступені): 24,0 кВт (3 × 8 кВт);
- Максимальна температура нагріву в сорочці: 110 °С;
- Габаритні розміри (Діаметр × Висота): 1000 × 2400 мм.

Насос-гомогенізатор НГД-5,5 є ключовим агрегатом роторно-пульсуючого типу, що підключений до УПЕС через циркуляційний контур. При потужності 5,5 кВт він забезпечує подачу 12 м³/год, багаторазово прокачуючи гірничну масу через гомогенізуючу головку. Вбудований шнековий живильник дозволяє ефективно працювати з в'язкими середовищами та руйнувати конгломерати

						Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сухого гірчичного порошку. Завдяки високій швидкості обертання ротора (2840 об/хв) досягається мінімальний розмір часток, що гарантує стійкість емульсії та мазеподібну консистенцію готової гірчиці. Насос також виконує функцію розвантаження готового продукту після закінчення циклу.

Використовується для створення тонкодисперсної структури гірчиці та перекачування готової маси.

Технічна характеристика НГД-5,5:

- Продуктивність (по воді): 12 м³/год;
- Максимальний напір: 0,25 МПа (25 м. вод. ст.);
- Частота обертання ротора: 2840 об/хв;
- Встановлена потужність електродвигуна: 5,5 кВт;
- Тип ущільнення валу: одинарне торцеве (карбід кремнію);
- Діаметр всмоктувального/нагнітального патрубків: 50/32 мм;
- Габаритні розміри: 889 × 320 × 370 мм;
- Маса: 56 кг.

Ємність для приймання та зберігання компонентів об'ємом 10 м³ використовується для створення оперативного запасу рослинної олії або підготовки води. Розрахунок показує, що при добовій потребі в олії близько 46–50 кг, така ємність дозволяє забезпечити автономну роботу цеху протягом тривалого періоду. Конструкція передбачає підтримку температури на рівні 40°C для збереження плинності жирів та зручності їх перекачування в основний реактор.

Апарат для розливу УД-2 застосовується для фінішного фасування гірчиці в споживчу тару (стаканчики або банки). Це самовсмоктуюча установка поршневого типу з електромеханічним приводом. Дозатор дозволяє плавно регулювати об'єм дози (в діапазоні від 50 до 500 мл) з мінімальною похибкою (не більше 1%). При продуктивності до 1200 одиниць тари на годину, апарат дозволяє швидко розфасувати денну норму продукції. Установка легко піддається миттю, споживаючи лише 0,3 м³/год води в режимі санітарної обробки.

					Арк. 31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Об'ємний поршневий дозатор для фасування в'язких продуктів у споживчу тару.

Технічна характеристика УД-2:

- Діапазон регулювання дози (залежно від циліндра): 50–500 мл;
- Технічна продуктивність (при дозі 250 мл): до 1200 доз/год;
- Похибка дозування (об'ємна): $\pm 1,0\%$;
- Потужність електромеханічного приводу: 1,1 кВт (пікова до 6,5 кВт з ПЧ);
- Напруга живлення: 380 В (або 220 В через перетворювач);
- Робоча температура продукту: до 70 °С;
- Габаритні розміри: 600 × 350 × 600 мм;
- Маса (експлуатаційна): 65 кг.

Термоусаджувальний апарат ТПЦ-200м призначений для групового пакування тари в плівку (ПВД, ПВХ). Напівавтоматичний режим дозволяє формувати до 250 блоків на годину. Компактні габарити (620×440 мм) та поміrne енергоспоживання (2,3 кВт) роблять його оптимальним завершенням лінії, забезпечуючи товарний вигляд продукції та зручність її транспортування до торговельних мереж.

Призначений для фінальної стадії - формування транспортних пакунків (блоків) у термоусадочну плівку.

Технічна характеристика ТПЦ-200м:

- Продуктивність (упаковок по 12 банок): до 250 упак/год;
- Максимальна потужність нагріву камери: 2,3 кВт;
- Тип плівки: ПВД, ПВХ (товщина 40–80 мкм);
- Максимальний розмір упаковки (Ш×В×Г): 350 × 250 × 105 мм;
- Робоча температура в камері: 120–200 °С;
- Маса апарата: 30 кг.

Проведемо розрахунок продуктивності лінії

Розрахунок тривалості циклу реактора УПЕС-0,3:

						Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальний час приготування одного замісу ($T_{\text{сус}}$) складається з:

$$T_{\text{сус}} = \tau_{\text{load}} + \tau_{\text{heat}} + \tau_{\text{ferm}} + \tau_{\text{hom}} + \tau_{\text{unloadload}}$$

τ_{load} (завантаження сировини) = 15 хв;

τ_{heat} (нагрів до 85°C) = 45 хв (згідно з тепловим балансом);

τ_{ferm} (ферментація та витримка) = 90 хв;

τ_{hom} (гомогенізація циркуляцією) = 15 хв;

τ_{unload} (вивантаження насосом) = 10 хв.

Разом: $T_{\text{сус}} = 175$ хв (≈ 3 години).

Оскільки за зміну (8 год) необхідно виробити 500 кг, а робоча місткість реактора 250 кг, нам потрібно 2 цикли:

$$2 \times 3 \text{ год} = 6 \text{ год.}$$

Решта часу (2 год) відводиться на санітарну обробку лінії (CIP-мийка) та підготовчі роботи.

Для розрахунку кількості одиниць обладнання необхідно визначити секундну та погодинну продуктивність лінії.

Вихідні дані: $P_i = 0,5$ т/добу = 500 кг/добу

Кількість робочих годин: $T = 8$ год (одномінний режим).

Погодинна продуктивність (Q_2):

$$Q_2 = P_i / T = 500 / 8 = 62,5 \text{ кг/год}$$

Розрахунок місткості та кількості змішувачів

Враховуючи тривалість одного циклу приготування гірчиці (завантаження, нагрів, ферментація, гомогенізація), що становить приблизно $\tau = 120 \dots 180$ хв, розрахуємо необхідний об'єм:

$$V_{\text{req}} = Q_2 \times \tau / \rho \times n = 62,5 \times 3 / 1050 \times 0,85 \approx 0,21 \text{ м}^3$$

Де ρ - щільність гірчиці (1050 кг/м³),

n - коефіцієнт заповнення (0,85).

Висновок: Обрана установка УПЕС-0,3 ($V = 0,3 \text{ м}^3$) повністю задовольняє потреби виробництва з резервом 30%.

Розрахунок фасувального автомата

Необхідна кількість фасувальних одиниць (N):

					Арк. 33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$N = Q2 / m \times k \times \eta = 62,5 / 0,25 \times 1200 \times 0,9 \approx 0,23 \text{ од.}$$

Де $m = 0,25$ кг (маса стаканчика),

$k = 1200$ шт/год (паспортна швидкість УД-2),

η - коефіцієнт використання часу (0,9).

Отже, один автомат УД-2 забезпечує фасування всієї добової норми за 3-4 години, що дозволяє використовувати решту часу для миття та переналаштування на інший вид тари.

Таблиця 3.7

Зведена специфікація обладнання

№	Найменування обладнання	Марка	К-сть, шт	Технічна характеристика (Потужність, Габарити)
1	2	3	4	5
1	Фільтр рідинний	ФМ-03М-10	1	10 м³/год, маса 12,8 кг, нерж. сталь
2	Установка приготування	УПЕС-0,3	1	0,3 м³, 60 об/хв, 2400х1000 мм
3	Насос-гомогенізатор	НГД-5,5	1	5,5 кВт, 12 м³/год, 2840 об/хв
4	Дозатор поршневий	УД-2	1	6,5 кВт (пік), 1200 доз/год, 5–500 мл
5	Ємність для олії	Е-10	1	10 м³, діаметр 2000 мм, з підігрівом
6	Апарат термоусадочний	ТПЦ-200м	1	2,3 кВт, до 250 упак/год
7	Стіл технологічний	СТ-1	3	1500х800х900 мм, нерж. сталь
8	Ваги електронні	ВН-150	1	НПВ 150 кг, точність 20 г

						Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунок потреби в енергоносіях.

Для роботи обладнання розраховуємо сумарне споживання електроенергії:

$$P_{total} = (P_1 + P_2 + \dots + P_n) \times K_{sim}$$

Де K_{sim} - коефіцієнт одночасності (приймаємо 0,7).

$$P_{total} = (1,5 \text{ (мішалка)} + 5,5 \text{ (НГД)} + 6,5 \text{ (УД-2)} + 2,3 \text{ (ТПЦ)} + 12 \text{ (ТЕНИ)}) \times 0,7 \approx 19,46 \text{ кВт}$$

Отже, підібраний комплекс обладнання є збалансованим за продуктивністю. Встановлення обраної лінії дозволяє виконувати виробничий план у 500 кг/добу при однозмінній роботі, маючи при цьому технічний запас для пікових навантажень до 150% від норми.

Проведемо розрахунок теплового балансу нагрівання:

Для нагріву одного замісу (250 кг) від 20°C до 85°C ($c = 3,6 \text{ кДж/кг} \times \text{K}$):

$$Q_{гр} = 250 \times 3,6 \times (85-20) = 58500 \text{ кДж}$$

Враховуючи ККД сорочки 0,9 та нагрів апарата (бл. 5000 кДж), загальна потреба: $Q_{sum} \approx 70000 \text{ кДж}$.

Потужність ТЕНів для нагріву за 45 хв (2700 с):

$$P = 70000 / 2700 \times 0,9 \approx 28,8 \text{ кВт}$$

Приймаємо: Установка УПЕС-0,3 з ТЕНами на 30 кВт (3 секції по 10 кВт), що забезпечує швидкий вихід на режим заварювання.

Розрахунок енергоспоживання цеху

Сумарна встановлена потужність (P_{inst}):

- УПЕС (нагрів) - 30,0 кВт
- УПЕС (мішалка) - 1,5 кВт
- НГД-5,5 - 5,5 кВт
- УД-2 - 6,5 кВт
- ТПЦ-200м - 2,3 кВт
- Освітлення/вентиляція - 3,0 кВт

$$\text{Загальна: } P_{total} = 48,8 \text{ кВт.}$$

З урахуванням коефіцієнта одночасності $K_o = 0,6$ (нагрів і фасування зазвичай розведені в часі):

					Арк. 35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$P_{work} = 48,8 \times 0,6 = 29,28 \text{ кВт}$$

Отже, обраний комплект обладнання за своїми технічними характеристиками та розрахунковими параметрами повністю забезпечує випуск 500 кг гірчиці за зміну. Лінія має резерв потужності по фасуванню та гомогенізації, що дозволяє за необхідності збільшити випуск удвічі при переході на двозмінний режим роботи.

3.4. Опис технологічного процесу виробництва гірчиці

Технологічний процес організований за циклічним принципом. Розрахункова потужність - 500 кг за зміну, що реалізується двома циклами приготування по 250 кг готового продукту.

Підготовча стадія (Підготовка сировини)

Очищення рідких компонентів: Оператор вмикає подачу води та рослинної олії через фільтрувальну установку ФМ-03М-10. Контроль тиску на манометрі (не більше 0,4 МПа). Очищена вода подається у мірну ємність, олія - у проміжний бак.

Підготовка сухих компонентів: Гірничий порошок, сіль, цукор та спеції зважуються на електронних вагах згідно з рецептурою на 250 кг виходу. Гірничий порошок має бути однорідним, без грудок (за потреби просіюється).

Стадія гідротермічної обробки (Заварювання)

Завантаження води: В установку УПЕС-0,3 подається розрахункова кількість води ($\approx 130-140$ л).

Нагрівання: Оператор вмикає всі три ступені ТЕНів (24 кВт) на щиті управління. Вода підігрівається до температури 90-95°C.

Внесення порошку: Вмикається рамна мішалка (60 об/хв). Через завантажувальний пристрій УЗГ-1 поступово вводиться гірничий порошок. Завдяки роботі мішалки утворюється однорідна суспензія без пригару.

Експозиція: Суміш витримується при температурі 80...85°C протягом 20-30 хвилин для повної гідратації та інактивації небажаних ферментів (мірозінази), що дозволяє регулювати майбутню гостроту продукту.

						Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стадія охолодження та ферментації (Дозрівання)

Охолодження: У сорочку УПЕС замість пари/гарячої води подається холодна вода. Температуру маси знижують до 40-45°C.

Внесення добавок: При працюючій мішалці додаються сіль, цукор та спеції. Останнім вводиться оцтова кислота (або маринад). Внесення оцту при зниженій температурі запобігає його випаровуванню та втраті консервуючих властивостей.

Ферментація: Продукт залишається в реакторі на 1,5-2 години. У цей час відбувається формування специфічного смаку та аромату гірчиці.

Стадія гомогенізації та емульгування

Запуск циркуляції: Оператор відкриває нижній випускний клапан УПЕС і вмикає насос-гомогенізатор НГД-5,5.

Диспергування: Маса прокачується по замкненому контуру «Реактор - Насос – Реактор». Протягом 10-15 хв відбувається інтенсивне подрібнення часток та введення рослинної олії (якщо передбачено рецептурою).

Контроль: Оператор відбирає пробу для візуальної перевірки глянцею та відсутності крупинок. Готова гірчиця повинна мати однорідну мазеподібну консистенцію.

Стадія фасування та пакування

Подача на розлив: За допомогою того ж насоса НГД готовий продукт перекачується в приймальний бункер дозатора УД-2.

Налаштування дози: Оператор встановлює об'єм (наприклад, 250 мл) і перевіряє точність на контрольних вагах.

Фасування: Гірчиця розливається у скляні банки або полімерні стаканчики, які відразу закупорюються кришкою.

Пакування: Розфасована тара подається на термопакувальник ТПЦ-200м, де формуються блоки (по 6, 12 або 24 одиниці), обтягнуті термоусадочною плівкою.

Заклучна стадія (Санітарна обробка)

					Арк. 37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Після виготовлення другої партії (завершення зміни) проводиться миття лінії: Система промивається теплою водою (40-50°C) для видалення залишків продукту.

Прокачується 1%-й розчин каустичної соди протягом 15-20 хвилин у режимі циркуляції через гомогенізатор.

Фінальне ополіскування чистою водою до нейтральної реакції за лакмусовим папірцем.

Таблиця 3.8

Параметри операційного контролю

Стадія процесу	Контрольований параметр	Величина / Режим	Прилад контролю
1	2	3	4
Підготовка води	Температура	90-95 °C	Термометр ТКП-160
Заварювання	Тривалість	30 хв	Таймер
Охолодження	Кінцева температура	40-45°C	Датчик УПЕС
Гомогенізація	Струм двигуна НГД	до 11 А	Амперметр на щиті
Фасування	Маса дози	250 ± 2,5 г	Ваги ВН-150
Пакування	Температура в камері	160-180 °C	Терморегулятор ТПЦ

Загальна тривалість обробки однієї партії складає близько 3 годин, що дозволяє персоналу комфортно виконувати план у 500 кг за зміну з урахуванням часу на миття.

3.5. Розрахунок чисельності працівників цеху

Розрахунок проводиться для двозмінного режиму роботи (загальна потужність 500 кг/добу) з урахуванням того, що в кожній зміні виготовляється 500 кг продукції двома циклами.

Визначення явочної чисельності робітників

						Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Явочна чисельність робітників-відрядників (Н_{яв}) визначається на основі норм виробітку або тривалості технологічних операцій:

$$N_{яв} = \Sigma T_{op} \times Q / T_{sm} \times K_{v.n.}$$

Де ΣT_{op} - сумарна трудомісткість виготовлення одиниці продукції (люд.-год/т);

Q - змінна норма виробітку (0,5 т);

T_{sm} - тривалість зміни (8 год);

K_{v.n.} - коефіцієнт виконання норм (приймаємо 1,0).

Зважаючи на апаратне оформлення лінії, основні трудовитрати розподіляються наступним чином:

Таблиця 3.9.

Параметри операційного контролю

Найменування операції	К-сть виконавців	Тривалість, год	Трудовитрати, люд.-год
1	2	3	4
Підготовка сировини та зважування	1	1	1
Ведення процесу в УПЕС (заварювання/ферментація)	1	4	4
Фасування та маркування (УД-2)	2	2	4
Групові упаковка та складування (ТПЦ-200м)	1	1	1
Санітарна обробка обладнання	2	0,5	1
РАЗОМ на зміну	-	8,5	11

Отже, явочна чисельність робітників на одну зміну становить:

$$N_{яв} = 11,0 / 8 \approx 1,37 \rightarrow 2 \text{ особи}$$

Визначення штатної чисельності

Штатна чисельність (N_{ст}) враховує підміну працівників під час відпусток, хвороб та вихідних:

$$N_{ст} = N_{яв} \times K_{sp}$$

де K_{sp} - коефіцієнт спискового складу (для харчових підприємств K_{sp} $\approx$ 1,1-1,15).

						Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для двозмінного режиму (2 особи в зміні):

$$N_{st} = (2 \text{ чол.} \times 2 \text{ зміни}) / 1,12 \approx 4,48 \rightarrow 5 \text{ осіб.}$$

Професійно-кваліфікаційний склад (Штатний розпис)

Для забезпечення безперебійної роботи цеху (500 кг/зм) рекомендується наступний склад персоналу:

Таблиця 3.10

Штатний розпис працівників виробничої дільниці

Посада	К-сть (зміна)	К-сть (штат)	Кваліфікаційний розряд
1	2	3	4
Майстер зміни (технолог)	1	2	4–5
Апаратник приготування сумішей (оператор УПЕС)	1	2	3–4
Укладальник-пакувальник (фасування/упаковка)	1	2	2
Прибиральник виробничих приміщень*	0,5	1	1
Всього	3,5	7	-

**Прибиральник може бути один на весь завод або суміщати обов'язки.*

Графік роботи персоналу

Враховуючи двозмінний режим (06:00 – 14:00 та 14:00 – 22:00), графік виходу на роботу будується за схемою 2/2 або п'ятиденка з плаваючими вихідними.

Основні обов'язки персоналу.

Майстер зміни: Контроль якості вхідної сировини, перевірка параметрів ферментації, заповнення журналів КВПіА, здача готової продукції на склад.

Апаратник (Оператор): Керування реактором УПЕС, налаштування насоса-гомогенізатора, контроль температурних режимів заварювання.

Укладальник: Забезпечення дозатора тарою, контроль ваги кожної банки, робота з термопакувальним апаратом.

					Арк. 40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Організація праці в цеху гірчиці побудована за принципом суміщення професій. Високий рівень механізації лінії дозволяє мінімізувати кількість персоналу.

Питома трудомісткість продукції: 11,0 люд.-год / 0,5 т = 22 люд.-год/т

Виробіток на одного робітника: 500 кг / 2 чел. = 250 кг/зміну.

3.6. Розрахунок виробничих площ цеху

Площа виробничої ділянки (F_{gen}) розраховується за формулою:

$$F_{gen} = \Sigma f_{eq} / k_{use}$$

де: Σf_{eq} - сумарна площа горизонтальної проєкції всього встановленого обладнання, м²;

k_{use} - коефіцієнт використання площі, що враховує проходи, проїзди та робочі зони (для дрібних харчових цехів приймається $k_{use} = 0,25-0,35$).

Розрахуємо площу за габаритами кожної одиниці (згідно з технічними характеристиками):

Таблиця 3.11

Визначення площі, зайнятої обладнанням

№	Найменування обладнання	Габарити (L×B), мм	Площа fi, м ²
1	2	3	4
1	Установка УПЕС-0,3 (реактор)	1000 × 1000	1
2	Насос-гомогенізатор НГД-5,5	890 × 370	0,33
3	Дозатор поршневий УД-2	600 × 350	0,21
4	Термопакувальник ТПЦ-200м	620 × 440	0,27
5	Фільтр ФМ-03М-10 (на стійці)	400 × 400	0,16
6	Ваги електронні ВН-150	600 × 800	0,48
7	Столи технологічні (3 шт.)	1500 × 800 (×3)	3,6
8	Ємність для олії Е-10	2000 × 2000	4
9	Проміжна тара (візки, чани)	-	1,5
Σ	Загальна площа під обладнанням	-	11,55 м ²

					Арк. 41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Проведемо розрахунок загальної площі цеху.

Приймаємо коефіцієнт $k_{use} = 0,3$ (середній показник для забезпечення вільних підходів до реактора та зони фасування):

$$F_{gen} = 11,55 / 0,3 = 38,5 \text{ м}^2$$

З урахуванням сітки колон та стандартних розмірів будівельних модулів, приймаємо площу цеху 42-48 м² (наприклад, приміщення розміром 6 × 8 м).

Розрахунок допоміжних площ

Окрім виробничої зони, необхідно передбачити площі для зберігання:

Склад сировини та тари: для 500 кг продукції потрібно близько 150 кг сухого порошку та 2000 одиниць тари. Площа: 12-15 м².

Склад готової продукції: зберігання 1000 кг (добовий запас) у блоках на піддонах. Площа: 10-12 м².

Побутові приміщення (роздягальня, санвузол): Згідно з нормами на 2–3 особи в зміні. Площа: 8-10 м².

Компонувальні вимоги та ТБ

При розміщенні обладнання на розрахованій площі дотримуємося наступних норм:

Ширина основних проходів: не менше 1,5 м.

Відстань між обладнанням: не менше 0,8 м.

Відстань від обладнання до стін: не менше 1,0 м (для зручності миття та сервісу).

Отже, проведений розрахунок показує, що для розміщення запроектованої лінії потужністю 500 кг/зміну достатньо виробничого приміщення площею 40–50 м². Загальна площа всього відділення (з урахуванням складів та побутових зон) становитиме близько 75-85 м². Це дозволяє розмістити виробництво навіть у невеликому орендованому модулі або пристосованому приміщенні харчокомбінату.

						Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обґрунтування вибору засобів контролю

Система автоматизації проектованої лінії побудована на базі локальних мікропроцесорних контролерів та первинних датчиків, що дозволяє мінімізувати вплив «людського фактора» на стадіях термообробки та фасування.

Для виробництва гірчиці принципово важливим є контроль температури в реакторі УПЕС-0,3, оскільки перегрів понад 95°C призводить до денатурації білків і втрати смакових властивостей, а недогрів – до недостатньої інактивації ферментів. Також необхідний контроль тиску в системі фільтрації та гомогенізації для запобігання аварійним ситуаціям.

Таблиця 3.12

Специфікація приладів КВПіА

№	Параметр контролю	Місце встановлення	Марка приладу / Датчика	Функція (Контроль, Регулювання)
1	2	3	4	5
1	Температура продукту	Реактор УПЕС-0,3	ТСП-100 (термоопір)	Дистанційний контроль, точність $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
2	Температура теплоносія	Сорочка УПЕС-0,3	ТРМ-201 (контролер)	Двопозиційне регулювання ТЕНів (ВВІМК/ВИМК)
3	Тиск рідкої фази	Фільтр ФМ-03М-10	Манометр МТП-160	Візуальний контроль забруднення фільтра
4	Тиск нагнітання	Гомогенізатор НГД	Манометр мембранний	Захист двигуна від перевантаження
5	Рівень заповнення	Реактор УПЕС-0,3	Датчик кондуктометричний	Захист ТЕНів від "сухого" ходу
6	Швидкість обертання	Привід НГД-5,5	Частотний перетворювач	Регулювання ступеня дисперсності продукту
7	Об'єм дози	Дозатор УД-2	Герконовий датчик	Контроль ходу поршня та лічильник циклів
8	Витрати електроенергії	Щит управління	Лічильник "Меркурій"	Облік енерговитрат на зміну/заміс

						Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис роботи системи керування

Контроль температури здійснюється за допомогою датчика ТСП-100 занурений безпосередньо у гірчичну масу. Сигнал передається на мікропроцесорний регулятор ТРМ-201, який автоматично вимикає секції ТЕНів при досягненні температури 85°C та вмикає їх при зниженні до 80°C.

Захист обладнання відбувається наступним шляхом. Кондуктометричний датчик рівня в сорочці УПЕС блокує ввімкнення нагріву, якщо рівень води (теплоносія) нижче норми, що запобігає перегоранню ТЕНів.

Регулювання гомогенізації здійснюється шляхом використання частотного перетворювача на двигуні НГД-5,5 дозволяє плавно змінювати оберти ротора від 1000 до 3000 об/хв. Це важливо при переході з одного виду гірчиці на інший (наприклад, з «Діжонської» на «Міцну»)

Всі прилади КВПіА підлягають державній повірці:

Манометри – 1 раз на рік;

Термометри та контролери – 1 раз на рік;

Ваги та дозатори – 1 раз на 6 місяців.

Отже, запропонована схема автоматизації забезпечує повний контроль над критичними точками технологічного процесу (НАССР). Використання сучасних контролерів дозволяє досягти стабільної якості кожної партії продукту (250 кг) та зменшити питомі витрати енергії на 12-15% за рахунок точного підтримання температурних режимів.

3.7. Розрахунок витрат енергоносіїв та води

Ефективність використання ресурсів безпосередньо впливає на рентабельність цеху. Розрахунок проводиться на основі паспортних даних обладнання та технологічних режимів (нагрів, охолодження, миття).

Розрахунок витрат електроенергії

Витрати електроенергії (E_{sum}) складаються з витрат на термічні процеси (ТЕНИ) та механічні процеси (двигуни).

Нагрівання (УПЕС-0,3):

					Арк. 44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Згідно з тепловим балансом, для одного замісу (250 кг) необхідно 25 кВт протягом 45 хв (0,75 год).

На зміну (2 заміси): $E_{\text{heat}} = 25 \text{ кВт} \times 0,75 \text{ год} \times 2 = 37,5 \text{ кВт год}$.

Механічна обробка (Мішалка + НГД):

Сумарна потужність двигунів $1,5 + 5,5 = 7,0 \text{ кВт}$. Час роботи за зміну – 4 години.

$$E_{\text{mech}} = 7,0 \times 4 \times 0,8 \text{ (коеф. завантаження)} = 22,4 \text{ кВт год}$$

Фасування та пакування (УД-2 + ТПЦ):

Середнє споживання – 4,0 кВт протягом 2 годин.

$$E_{\text{pack}} = 4,0 \times 2 = 8,0 \text{ кВт год}.$$

Загальні витрати електроенергії за зміну:

$$E_{\text{total}} = 37,5 + 22,4 + 8,0 + 2,1 \text{ (освітлення)} = 70,0 \text{ кВт год}$$

Питомі витрати: 140 кВт·год на 1 тону готової продукції.

Розрахунок витрат води

Вода в цеху використовується як сировина, як теплоносії для охолодження та для санітарних потреб.

Технологічна вода (сировина):

Згідно з рецептурою, близько 55% масу продукту становить вода.

$$W_{\text{prod}} = 500 \text{ кг} \times 0,55 = 275 \text{ л}.$$

Вода на охолодження:

Для охолодження 250 кг маси з 85 °С до 45 °С через сорочку УПЕС.

$$W_{\text{cool}} = 570 \text{ л (на один заміс)}.$$

На зміну: $570 \times 2 = 1140 \text{ л}$.

Санітарні потреби (миття лінії та підлоги):

Приймаємо за нормативами – 300 л/зміну.

Загальні витрати води за зміну:

$$W_{\text{total}} = 275 + 1140 + 300 = 1715 \text{ л} \approx 1,72 \text{ м}^3$$

						Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.13

Зведена таблиця витрат

Вид ресурсу	Одиниця виміру	Витрати на зміну (500 кг)	Витрати на 1 т продукції
1	2	3	4
Електроенергія	кВт·год	70	140
Вода питна	м³	1,72	3,44
Стиснене повітря*	м³	5	10
Мийні засоби (концентрат)	кг	0,8	1,6

*Якщо використовується пневматичний привід дозатора.

Проведені розрахунки показують, що виробництво є відносно енергоємним через стадію заварювання, проте використання теплоізоляції реактора УПЕС-0,3 та системи рекуперації тепла (за потреби) може знизити витрати на 10–15%. Питомі витрати води знаходяться в межах норми для підприємств соусної галузі.

3.8. Організація та структура виробничого потоку

Організація виробничого потоку в цеху з виготовлення гірчиці потужністю 500 кг за зміну базується на створенні єдиного технологічного ланцюга, де кожна наступна операція за продуктивністю та часом узгоджена з попередньою. Основним завданням організації є мінімізація нерівномірності вантажопотоків та забезпечення максимальної швидкості перетворення сировини на готову продукцію.

За перебігом у часі процес є дискретним (періодичним). Це зумовлено необхідністю забезпечення суворих санітарних умов: обладнання вимагає обов'язкового миття та дезінфекції після кожної зміни. За ступенем автоматизації лінія класифікується як напівавтоматична, де основні технологічні операції виконуються машинами, а оператор здійснює контроль параметрів (температура, дозування) та моніторинг якості.

Класифікація процесів:

						Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Основні процеси: безпосереднє виготовлення гірчиці, що включає заготівельну стадію (підготовка сировини), обробку (заварювання, ферментація, гомогенізація) та випускну (фасування, закупорювання, пакування).

2. Допоміжні та обслуговуючі процеси: забезпечення енергоносіями, ремонтне обслуговування обладнання, складські та транспортні операції. До допоміжного обладнання віднесено: виробничі столи, ваги, комплект технологічного посуду, електричну плиту для приготування екстрактів спецій та систему багатоступеневого очищення води (механічний та вугільний фільтри).

Класифікація та принципи побудови потоку

Зайнятий у проєкті виробничий потік характеризується наступними ознаками:

- за ступенем безперервності: Циклічно-перервний (перерви виникають на стадії ферментації продукту в реакторі УПЕС-0,3).

- за способом переміщення: Трубопровідно-механізований (рідка фаза рухається по трубах під тиском насоса НГД-5,5, фасована продукція - на пакувальних столах).

- за рівнем автоматизації: Напівавтоматизований (контроль параметрів здійснюється приладами КВПіА, а завантаження сировини та переміщення тари - персоналом).

Фундаментальні принципи організації:

- Принцип прямоочності: Обладнання розміщується за ходом технологічного процесу:

Склад сировини → Підготовка → Термообробка → Гомогенізація → Фасування → Склад ГП. Це виключає перехрещення чистих та брудних потоків.

- Принцип пропорційності: Пропускна здатність гомогенізатора НГД (12 м³/год) та дозатора УД-2 (300 кг/год) підібрана так, щоб вони могли миттєво опрацювати об'єм замісу з реактора (250 кг) без утворення «вузьких місць».

						Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Просторова організація та зонування (Концепція «Чистих зон»)

Згідно з вимогами харчової безпеки, потік організовано з чітким зонуванням робочого простору:

Зона А (Підготовча): Розміщується поблизу входу для сировини. Тут встановлено ваги ВН-150 та фільтр ФМ-03М-10. Оператор проводить розтарювання мішків із гірчичним порошком. Ця зона відокремлена від основного цеху для запобігання поширенню пилу.

Зона Б (Термічна та гомогенізаційна): Центр виробничого потоку. Тут зосереджено основне енергоємне обладнання (УПЕС-0,3 та НГД-5,5). Потік продукту тут є закритим (всередині нержавіючих ємностей), що гарантує мікробіологічну чистоту.

Зона В (Фасувально-пакувальна): Найбільш відповідальна ділянка, де продукт контактує з навколишнім середовищем та споживчою тарою. Потік організовано так, щоб порожня тара подавалася з одного боку столу, а заповнена та запакована - виходила з іншого, прямуючи до термотунелю ТПЦ-200м.

Часова синхронізація (Графік виробничого циклу)

Для забезпечення виходу 500 кг за зміну (2 замиси по 250 кг) потік організовано за таким часовим регламентом:

Таблиця 3.14

Графік виробничого циклу

Етап потоку		Операція			Тривалість, хв		Стан потоку		
1		2			3		4		
I етап		Завантаження води та нагрів у сорочці			45		Підготовчий		
II етап		Внесення порошку, заварювання			30		Основний		
III етап		Охолодження та ферментація (дозрівання)			90		Технологічна пауза		
IV етап		Гомогенізація (циркуляція через НГД)			15		Інтенсифікація		
V етап		Фасування в тару через УД-2			45		Фінішний		
									Арк.
									48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Слід зазначити, що загальний час циклу на 250 кг становить 225 хвилин (3 год 45 хв). Розрахунок показує, що два повні цикли займають 7,5 годин, що залишає 30 хвилин змінного часу на передачу зміни та поточне прибирання.

Логістичне забезпечення та внутрішньоцеховий транспорт

Для безперебійності потоку в проєкті передбачено:

- Трубопровідна обв'язка: Використання швидкознімних з'єднань типу «Clamp», що дозволяє оперативно перемикає потік продукту з режиму «циркуляція» на режим «фасування».

- Засоби малої механізації: Використання гідравлічних візків (рокл) для підвезення піддонів із порожньою склотарою (2000 шт. на зміну) та вивезення готових блоків.

- Буферні накопичувачі: Проміжні столи СТ-1 слугують накопичувачами фасованої продукції перед термоупаковкою, що дозволяє вирівнювати темп роботи дозатора та термопакувальника.

Оперативний контроль та управління потоком

Управління потоком здійснюється з центрального пульта керування. Оператор-технолог відстежує:

- Темп фасування: Якщо пакувальник не встигає обробляти блоки, оператор знижує швидкість поршня УД-2 за допомогою педалі або регулятора.

- Рівень сировини: Потік води контролюється лічильником, що автоматично відсікає подачу при досягненні заданого об'єму (наприклад, 135 л).

- Критичні точки: У разі відхилення температури заварювання (нижче 80°C), потік зупиняється до моменту відновлення параметрів, щоб уникнути браку всієї партії.

Запропонована організація виробничого потоку дозволяє скоротити технологічний цикл на 20% за рахунок поєднання операцій охолодження та ферментації в одному апараті, зменшити кількість виробничого персоналу до 2 осіб у зміні та забезпечити вихід готової продукції з питомою площею 11,9

						Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кг/м² виробничої площі за зміну, що є високим показником для малих підприємств харчової галузі.

3.9. Графік завантаження обладнання (циклограма)

Циклограма дозволяє візуалізувати паралельність операцій та визначити загальну тривалість технологічного циклу.

Умовні позначення етапів:

ПЗ - Підготовчо-заклучні операції (санітарна обробка).

З - Завантаження сировини та нагрів води.

Т - Термічна обробка (заварювання порошку).

Ф - Ферментація (дозрівання маси).

Г - Гомогенізація (рециркуляція через НГД).

Р - Розлив, фасування та пакування.

Розрахункова таблиця циклограми (на 1 цикл – 250 кг).

Таблиця 3.15

Циклограма завантаження обладнання

Одиниця обладнання	0-30 хв	30-60 хв	60-90 хв	90-150 хв	150-180 хв	180-225 хв
1	2	3	4	5	6	7
Фільтр ФМ-03М	З	-	-	-	-	-
Реактор УПЕС-0,3	З	Т	Т/Ф	Ф	Г	Р
Гомогенізатор НГД	-	-	-	-	Г	Р
Дозатор УД-2	-	-	-	-	-	Р
Пакувальник ТПЦ	-	-	-	-	-	Р

Найбільш завантаженим є реактор УПЕС-0,3 (виконує роль основної ємності на всіх етапах). Його коефіцієнт використання наближається до 0,9.

Фасування (Р) починається одразу після гомогенізації. Завдяки тому, що НГД-5,5 може працювати як перекачувальний насос, ми економимо час на перевантаженні продукту.

						Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поки триває ферментація (Ф) в УПЕС, персонал не простоює, а готує тару та пакувальні матеріали для стадії Р, що вказує на паралельність потоків.

Другий цикл (наступні 250 кг) починається рівно через 3 години 45 хвилин після старту першого. Це дозволяє завершити зміну у 500 кг за 7,5 годин, залишаючи час на фінальну мийку, що підтверджує ритмічність потоків.

3.8. Технохімічний контроль виробництва

Система технохімічного контролю на підприємстві, що проєктується, організована з метою моніторингу параметрів сировини, напівфабрикатів та готової продукції на всіх етапах технологічного циклу. Це дозволяє гарантувати високу якість гірчиці та запобігти випуску некондиційного товару.

Дані щодо структури та регламенту технохімічного контролю наведено в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16

Технохімічний контроль виробництва

Об'єкт контролю	Локація контролю чи відбору проб	Засіб контролю або інструмент-тарій відбору	Періодичність проведення аналізу	Показники, що підлягають перевірці	Відповідальна особа/підрозділ
1	2	3	4	5	6
Рослинна олія (рафінована, дезодорована)	Зберігальні резервуари (баки)	Пробовідбірник зонального типу	За потреби (при надходженні партії)	Органолептичні властивості (смак, аромат), кислотне число	Виробнича лабораторія
Гірничий порошок	Транспортна тара (мішки, пакети)	Спеціалізований щуп для сипких речовин (вибірка з 15% місць)	При отриманні кожної партії	Забарвлення, запах, вологість, масова частка жиру та алілової олії, наявність темних краплень	Виробнича лабораторія
Оцтова кислота	Скляна тара (бутлі)	Трубка лабораторна скляна	При надходженні партії	Ступінь розчинності, концентрація, відсутність домішок соляної кислоти та важких металів (Pb, Cu, As)	Виробнича лабораторія

Сіль кухонна харчова	Мішки	Щуп для порошкоподібних продуктів (5% від партії)	При надходженні партії	Вміст NaCl, вологість, смакові характеристики, реакція за лакмусом, мікробіологічні показники	Виробнича лабораторія
Цукор-пісок	Мішки	Щуп для сипких продуктів (10% непошкоджених одиниць)	За потреби	Масова частка золи та редукуючих речовин	Виробнича лабораторія
Робочий розчин солі та оцтової есенції	Накопичувальна ємність для розчину	Пробовідбірник стандартний	Перед кожним циклом приготування	Концентрація оцтової кислоти та хлориду натрію	Виробнича лабораторія
Груба гірчична суміш (процес дезінтеграції компонентів)	Змішувальний апарат	Пробовідбірник, термометри (локальні або дистанційні)	Кожне технологічне завантаження	Ступінь гомогенності, стабільність первинної емульсії, температурний режим	Технологічний персонал цеху
Гірчична емульсія (після стадії гомогенізації)	Збірник-накопичувач перед фасуванням	Пробовідбірник стандартний	Кожна партія (або двічі на зміну при безперервному потоці)	Смакові властивості, структурна в'язкість (консистенція), фазова стійкість	Технологічний персонал цеху
Фасована готова продукція	Споживча тара (вибірково з лінії)	Лабораторний посуд, ваги, візуальний огляд	Кожна партія з кожного завантаження	Герметичність та чистота тари, якість етикетування, вага нетто, органолептика, сухі речовини, вміст жиру, цукру та солі	Лабораторія, ВТК цеху

Пропонована схема контролю охоплює всі критичні точки виробництва (НАССР). Використання сучасних засобів вимірювальної техніки (електронні термометри, аналітичні ваги) забезпечує високу точність визначення показників. Взаємодія між цеховим персоналом та лабораторією дозволяє оперативно коригувати технологічні параметри (температуру, час гомогенізації) у разі відхилення від нормативних значень.

						Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Архітектурно-будівельна частина

Проект передбачає розміщення цеху з виробництва гірчиці в одноповерховій капітальній будівлі прямокутної форми. Архітектурні рішення розроблені з урахуванням специфіки технологічного процесу (заварювання, гомогенізація, фасування) та вимог щодо забезпечення поточності виробництва згідно з принципами НАССР.

4.1. Об'ємно-планувальні рішення.

Будівля спроектована згідно з ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Адміністративні та побутові будинки». Основні параметри об'єкта:

Конструктивна схема: каркасна з сіткою колон 6×6 м.

Висота приміщення: 4,8 м до низу несних конструкцій, що забезпечує вільне розміщення реакторів УПЕС-0,3 та ефективну роботу вентиляційних систем.

Склад приміщень:

- Виробничий зал (основна технологічна лінія).
- Відділення підготовки сировини та зважування.
- Мийне відділення (для санітарної обробки знімних частин УД-2).
- Склад готової продукції та тари.
- Склад сировини (гірчичний порошок, цукор, сіль).
- Лабораторія технохімічного контролю.
- Побутові приміщення для персоналу (10 осіб) за типом санпропускника.

4.2. Конструктивні елементи

Згідно з ДБН В.1.1-7:2016, будівля має II ступінь вогнестійкості.

Фундаменти: монолітні залізобетонні стовпчастого типу під колони та стрічкові під стіни.

Стіни та перегородки: виконані з сендвіч-панелей із мінераловатним наповнювачем (товщина 100-150 мм). Це забезпечує високу теплоізоляцію та відповідає вимогам пожежної безпеки. Внутрішні перегородки в зоні вологих процесів - вологостійкі.

						Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підлога: промислова, самовирівнювальна (полімерна), стійка до дії агресивних середовищ (оцтова кислота) та механічних навантажень. Передбачено ухили (0,02) до трапів для стоку мийних вод згідно з ДБН В.2.5-64:2012.

Покрівля: плоска, з внутрішнім водовідведенням, утеплена екструдованим пінополістиролом.

4.3. Оздоблення приміщень

Внутрішнє оздоблення відповідає вимогам ДСанПіН 4.4.4.011-98:

Стіни: у виробничих зонах облицьовані керамічною плиткою на висоту 2,4 м, вище - пофарбовані водоемульсійними антибактеріальними фарбами. Стики стін та підлоги виконані з заокругленням (галтелями) для полегшення дезінфекції.

Стелі: підвісні, типу «Армстронг» (гігієнічна серія) або пофарбовані світлою фарбою, що легко миється.

Заповнення прорізів: вікна металопластикові з енергоощадним склом; двері - металеві або пластикові, без порогів у зонах руху візків із готовою продукцією.

4.4. Інженерне забезпечення

Вентиляція та кондиціонування: запроєктована припливно-витяжна система з механічним спонуканням згідно з ДБН В.2.5-67:2013. Над реакторами УПЕС та зоною фасування встановлено локальні витяжні зонти для видалення парів оцту та вологи.

Водопостачання та каналізація: підведено холодну та гарячу воду питної якості (ДСанПіН 2.2.4-171-10). Каналізаційні стоки розділені на господарсько-побутові та виробничі (з попереднім нейтралізатором кислотних залишків).

Освітлення: комбіноване (природне через вікна та штучне світлодіодне). Рівень освітленості робочих місць - не менше 300 лк згідно з ДБН В.2.5-28:2018.

Отже, архітектурно-планувальні рішення цеху забезпечують раціональне використання площі та створюють оптимальні умови для експлуатації

						Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обладнання. Поділ на зони (брудна/чиста) та використання сучасних матеріалів дозволяють успішно пройти сертифікацію виробництва на відповідність міжнародним стандартам безпеки харчових продуктів.

4.2. Експлікація приміщень цеху

Загальна площа цеху розрахована виходячи з розстановки технологічних ліній, забезпечення проходів (не менше 1,5 м для рокли) та санітарних норм на одного працюючого.

Таблиця 4.5

Експлікація основних та допоміжних приміщень

№	Найменування приміщення	Площа, м ²	Категорія за вибухопожежною небезпекою	Оздоблення стін / підлоги
1	Виробничий зал (дільниця приготування та фасування)	72	В	Плитка (h=2,4 м) / Полімер
2	Відділення підготовки та зважування сировини	18	В	Плитка (h=2,4 м) / Полімер
3	Склад готової продукції (фасована гірчиця)	48	В	Фарбування / Бетон (антипил)
4	Склад сировини та допоміжних матеріалів	36	В	Фарбування / Бетон (антипил)
5	Мийне відділення та комора інвентарю	12	-	Плитка (на всю висоту) / Плитка
6	Лабораторія технохімічного контролю	15	-	Плитка (h=1,8 м) / Лінолеум
7	Кабінет директора та технолога	18	-	Шпалери (миючі) / Ламінат
8	Гардеробна та санпропускник для персоналу	24	-	Плитка / Плитка
9	Кімната приймання їжі та відпочинку	15	-	Фарбування / Плитка
10	Технічне приміщення (електрощитова, венткамера)	12	-	Фарбування / Бетон
	Загальна площа	270	-	-

Приміщення розташовані таким чином, щоб шлях сировини (склад №4 → підготовка №2 → виробництво №1) не перетинався з рухом готової продукції на склад №3. Це виключає ризик перехресного забруднення.

Площа виробничого залу (72 м²): дозволяє вільно розмістити установку УПЕС-0,3, гомогенізатор НГД-5,5, дозатор УД-2 та пакувальний стіл ТПЦ-200М, залишаючи зони обслуговування згідно з вимогами охорони праці.

Санітарна зона (24 м²) розрахована на 10 осіб з урахуванням роздільного зберігання домашнього та робочого одягу, наявності душових сіток та вмивальників з безконтактним керуванням.

Площа складів (сумарно 84 м²) розрахована на 5-денний запас сировини та тари, а також на тижневий обсяг готової продукції (зберігання на європалетах у 2 яруси).

						Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Охорона праці та захист навколишнього середовища

Фундаментальні засади державної стратегії у сфері безпеки життєдіяльності персоналу базуються на положеннях Закону України «Про охорону праці» та наступних детермінантах:

- безумовна пріоритетність збереження життя та фізіологічного добробуту суб'єкта праці щодо економічних показників діяльності об'єкта господарювання;
- повний обсяг відповідальності адміністрації за формування безпечного виробничого середовища згідно з вимогами КЗпП України;
- системне вирішення завдань галузевої безпеки шляхом реалізації національних цільових програм;
- соціальна захищеність працівників, що передбачає стовідсоткове відшкодування збитків особам, котрі зазнали ушкоджень внаслідок інцидентів або професійної деструкції здоров'я;
- впровадження уніфікованих регламентів та стандартів безпеки (НПАОП);
- експлуатація фінансових інструментів стимулювання охорони праці, зокрема впровадження пільгового оподаткування для суб'єктів, що інвестують у покращення робочих умов;
- налагодження взаємодії між державними інституціями та громадськими об'єднаннями, що опікуються гігієною праці; активна міжнародна інтеграція та впровадження інноваційного світового досвіду щодо вдосконалення професійної безпеки.

Мікрокліматичні параметри робочих зон

Фізичний стан повітряного середовища в приміщенні іменують виробничим мікрокліматом. Його якість встановлюється згідно з ДСН 3.3.6.042-99 за сукупністю показників: термічними параметрами ($^{\circ}\text{C}$), відсотковим вмістом вологи (%), вектором швидкості повітряних мас (м/с) та інтенсивністю теплової радіації (Вт/м^2).

						Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Нормативні вимоги до метеорологічних чинників детерміновані термодинамічними особливостями цеху. Також враховується категорія важкості робіт та сезонність. Регламентуючими документами є актуальні санітарні настанови та стандарти системи безпеки праці.

У локаціях виготовлення гірчичної продукції атмосфера може насичуватися аерозолями, що виникають під час технологічних операцій. Гідротермічний стан повітря суттєво детермінує терморегуляцію організму, особливо щодо променистого теплообміну. Оптимальним вважається діапазон вологості 40–60%. Такі умови відповідають стану функціонального комфорту під час виконання легких маніпуляцій.

Тривала експозиція в умовах термічного навантаження призводить до стрімкої втоми. Працездатність персоналу може знизитися на 60% вже після п'ятигодинної зміни. Задля мінімізації теплового впливу впроваджують екранування апаратів та теплоізоляцію згідно з ДСТУ EN ISO 13732-1:2019. Важливим елементом є примусова вентиляція приміщення.

Комплекс заходів для забезпечення асептичності повітря включає:

- блокування емісії токсичних сполук шляхом герметизації реакторів УПЕС та щільності стиків трубопроводів.
- евакуація забруднень за допомогою аспіраційних систем або кондиціонування згідно з ДБН В.2.5-67:2013.
- обов'язкове використання індивідуальних фільтрувальних засобів захисту органів дихання.

Акустичне навантаження та механічні коливання

До найбільш агресивних чинників виробництва належать шум та вібраційні коливання. Їх виникнення зумовлене експлуатацією високошвидкісних двигунів насосів та гомогенізаторів.

Регламентовані рівні акустичного тиску мають корелювати з вимогами ДСН 3.3.6.037-99. Параметри вібрації визначаються згідно з ДСН 3.3.6.039-99. Надмірні звукові хвилі провокують розвиток патологій та деградацію

						Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробничих показників. Основними джерелами деструктивних коливань є електромотори та перекачувальне обладнання.

За механізмом впливу розрізняють загальну та локальну вібрацію. Загальна діє через опорні елементи на весь організм. Локальна передається через верхні кінцівки при контакті з органами управління. Часто спостерігається комбінований вплив обох видів коливань.

Хронічне вібраційне навантаження спричиняє дисфункцію вестибулярного апарату та порушення нервової регуляції. Для акустичного захисту застосовують п'ять стратегій: придушення шуму в зоні генерації, зміна вектора звукових хвиль, архітектурні рішення, встановлення звукопоглинальних перешкод та застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Віброзахист реалізується шляхом монтажу агрегатів на віброізолятори.

Електробезпека при експлуатації устаткування

Масове впровадження енергоємного обладнання створює ризики ураження струмом. Захист персоналу регулюється НПАОП 40.1-1.21-98 та ПТЕЕС. Локація виробництва гірчичної маси класифікується як зона з підвищеною небезпекою (II категорія).

Запобіжні заходи включають:

- Примусове заземлення всіх металевих корпусів апаратів згідно з ДСТУ Б В.2.5-38:2008.
- Секціонування та електричне розділення мереж.
- Інсталяція систем автоматичного вимкнення (ПЗВ) при перевантаженнях.
- Дотримання висоти монтажу світильників не нижче 5 м при напрузі 220 В.
- Здійснення сервісних маніпуляцій лише за умови розірваного електричного кола.

						Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Організація світлового середовища

Рациональна інсоляція є запорукою профілактики травматизму. У цеху реалізовано комбіновану систему освітлення згідно з ДБН В.2.5-28:2018. Вона забезпечує комфортне візуальне сприйняття під час роботи.

Керування приладами є централізованим. У виробничих залах встановлено захищені світильники. Побутові зони оснащені люмінесцентними лампами. Проектом передбачено лінію зниженої напруги (24 В) для мобільних інструментів. Крім основної мережі, функціонують системи аварійного та евакуаційного освітлення.

Пожежна та техногенна безпека

Конструктивна стійкість цеху відповідає ДБН В.1.1-7:2016. За рівнем небезпеки об'єкт віднесено до категорії В. Будівля має другий ступінь вогнестійкості.

Проектування кліматичних систем здійснюється на базі ДБН В.2.5-67:2013. Логістичні шляхи та доступ до гідрантів мають бути завжди вільними. Куріння дозволяється виключно в індивідуально обладнаних місцях. Приміщення обладнані внутрішнім водопроводом згідно з ДБН В.2.5-64:2012.

Профілактика механічного травматизму

Головними джерелами фізичних ушкоджень є рухомі частини агрегатів. Захист забезпечується колективними засобами: бар'єрними огорожами та системами аварійного гальмування згідно з ДСТУ EN ISO 12100:2016.

Превентивні заходи базуються на систематичному навчанні штату за НПАОП 0.00-4.12-05. Кожен працівник забезпечується спецодягом згідно з чинними нормами видачі ЗІЗ.

Параметри пожежної безпеки:

Зона пожежної небезпеки за НПАОП 40.1-1.32-01 - П-І. Для локалізації займань передбачено вуглекислотні вогнегасники марки ВВ-5 та порошкові блоки ВП-1. Ризики статичного заряду нівелюються через створення замкнутого контуру заземлення. Блискавкозахист об'єкта відповідає II категорії за ДСТУ Б В.2.5-38:2008.

						Арк.
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Техніко-економічні показники просєту

У межах даного розділу кваліфікаційної роботи проведено розрахунок ключових показників фінансової ефективності виробничого підрозділу. До них належать собівартість одиниці продукції, обсяг прибутку та рівень рентабельності. Також здійснено обчислення фонду заробітної плати персоналу.

Вихідна інформація щодо вартості сировинних компонентів та логістичних витрат сформована на основі актуальних ринкових даних

Розрахунок собівартості продукції

Собівартість виробництва являє собою грошовий вираз витрат підприємства на виготовлення та подальший збут продукції. Для деталізації цих витрат розробляється планова калькуляція.

Калькулювання - це процес обчислення собівартості одиниці готового товару. До структури калькуляційних статей включено наступні елементи:

Сировинні ресурси та основні матеріали за вирахуванням зворотних відходів.

До складу сировини для виготовлення гірчиці харчової належать: гірчичний порошок, рафінована олія, цукор-пісок, сіль кухонна та оцтова кислота. Також використовуються прянощі (лавровий лист, кориця, гвоздика, чорний перець) та підготовлена вода.

У даному технологічному процесі реалізовані або поворотні відходи відсутні. Визначення загальної вартості сировинного набору ($B_{сн}$) здійснюється за формулою:

$$B_{сн} = \sum (q_i \times p_i) \times A_r$$

де: q_i - норма витрат i -го компонента на одиницю продукції, кг;

p_i - ринкова ціна i -го компонента за одиницю ваги, грн/кг;

A_r - річний обсяг виробничої програми в натуральному виразі, кг.

Дані щодо вартості та кількості необхідних ресурсів систематизовано в таблиці 5.1.

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					61

Назва сировини та основних матеріалів	Од. вим.	Річна виробнича програма, т	Норми витрат на 1 т готової продукції, кг	Поточна ціна за 1 тону сировини, грн	Вартість сировини на річну програму, грн
1	2	3	4	5	6
1. Сировина:					
а) Гірчичний порошок	кг	260,08	67,60	95000	1670274,08
б) Олія рослинна (раф.)	кг	260,08	15,48	58000	233506,37
в) Цукор-пісок	кг	260,08	20,64	34500	185194,22
г) Сіль кухонна	кг	260,08	6,48	18000	30335,73
д) Оцтова кислота (9%)	кг	260,08	7,22	22000	41332,31
е) Лавровий лист	кг	260,08	0,08	320000	6441,51
є) Перець чорний	кг	260,08	0,05	550000	7381,64
ж) Кориця	кг	260,08	0,05	480000	6442,16
з) Гвоздика	кг	260,08	0,05	820000	11005,11
и) Вода технологічна	кг	260,08	142,42	85	1878,05
УСЬОГО	-	-	-	-	2193791,18

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали та тару

До даної статті витрат включено вартість усіх пакувальних засобів, необхідних для надання продукту товарного вигляду та забезпечення його збереженості протягом терміну придатності. Основним видом тари для гірчиці «Столова» обрано скляну банку місткістю 200 г із металевою кришкою типу «Твіст-офф».

Для розрахунку кількості одиниць тари використовуємо формулу:

$$N = A_r \times 10^6 / m \times k$$

де: A_r - річна програма виробництва (260,08 т);

m - маса нетто одиниці продукції (200 г);

k - коефіцієнт врахування можливого бою та браку тари (приймаємо 1,01).

Загальна кількість банок на рік становить приблизно 1 313 400 шт.

					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					62

Таблиця 5.2

Витрати на допоміжні матеріали та тару

Найменування матеріалів	Одиниця виміру	Кількість <u>на річну</u> програму	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
Банка скляна (200 мл)	шт.	1313400	6,50	8537100
Кришка металева SKO/Twist	шт.	1313400	2,20	2889480
Етикетка самоклейна	шт.	1313400	0,85	1116390
Клей для етикеток (за потреби)	кг	150	140,00	21000
Термозбіжна плівка (для групового пакування)	кг	2200	115,00	253000
Гофropіддони	шт.	65670	4,50	295515
Всього	-	-	-	13112485

Аналіз таблиці свідчить, що витрати на тару (13,11 млн грн) суттєво перевищують витрати на сировину (2,19 млн грн). Це характерно для дрібного поштучного фасування харчових соусів. Питома вага скляної банки у цій статті становить близько 65%.

Використання установки розливу УД-2 та закупорювального пристрою УСС-2 дозволяє мінімізувати відсоток бою тари та раціонально використовувати пакувальні матеріали.

Ціни на скляну тару та гофровані вироби вказані з урахуванням вартості доставки, оскільки ці товари є об'ємними та потребують значних витрат на транспортування.

Розрахунок витрат на енергоносії для технологічних цілей

До цієї статті включено витрати на силову електроенергію, що забезпечує роботу приводів та нагрівальних елементів, а також витрати на воду, яка

					Арк. 63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

використовується безпосередньо в рецептурі продукту та для термічної підготовки сировини.

Витрати електроенергії на технологічні цілі та її розрахунок базується на встановленій потужності обладнання та коефіцієнті його завантаження протягом зміни.

- Установка УПЕС-0,3: потужність ТЕНів – 30 кВт, приводу мішалки – 1,5 кВт.
- Гомогенізатор НГД-5,5: потужність – 5,5 кВт.
- Дозатор УД-2 та пакувальник: сумарно – 2,5 кВт.

Середнє споживання енергії на 1 тонну готової продукції (з урахуванням циклічності нагріву) становить приблизно 140 кВт·год.

Розрахуємо потребу води на технологічні цілі.

Витрати води включають її об'єм як інгредієнта (згідно з рецептурою – 142,42 кг на 1 т) та витрати на проміжну санітарну обробку обладнання. Сумарна норма витрат води приймається на рівні 0,25 м³ на 1 тонну продукції.

Таблиця 5.3.

Витрати на енергоносії на річну програму (260,08 т)

Вид енергоносія	Одиниця виміру	Норма витрат на 1 т продукції	Загальна кількість на рік	Ціна за одиницю (з ПДВ), грн	Загальна вартість, грн
1	2	3	4	5	6
Електроенергія	кВт·год	140,00	36411,00	9,20	334981,20
Вода (технологічна)	м³	0,25	65,00	45,00	2925,00
Водовідведення	м³	0,20	52,00	35,00	1820,00
Всього	-	-	-	-	339726,20

Основна частка витрат у даній статті (~98%) припадає на електроенергію. Це зумовлено необхідністю інтенсивного нагріву води для заварювання гірничного порошку та роботою потужного двигуна гомогенізатора НГД-5,5 для отримання стійкої емульсії.

					Арк. 64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Для розрахунку використано прогнозований тариф для промислових споживачів II класу надійності, що є актуальним для малих виробничих підприємств у 2026 році.

Використання термоізовованого реактора УПЕС-0,3 дозволяє знизити втрати тепла в навколишнє середовище, що позитивно впливає на загальну енергоефективність цеху.

Розрахунок заробітної плати основних робітників

Для обчислення ФОП використано тарифну систему оплати праці. Враховуючи складність обслуговування гомогенізаторів та дозувальних установок, робітникам присвоєно 4-й та 3-й кваліфікаційні розряди.

Вихідні дані для розрахунку:

- Кількість робочих днів на рік: 250 днів.
- Тривалість зміни: 8 годин.
- Мінімальна заробітна плата (прогноз на 2026 рік): 9 000 грн.
- Середньогодинна ставка: 85-105 грн/год (залежно від розряду).

Розрахунок загальновиробничих витрат та амортизації

До цієї статті включено витрати на амортизацію основних засобів витрати на поточний ремонт, охорону праці та інші цехові потреби.

Розрахунок амортизаційних відрахувань проведено лінійним методом. Вартість комплексу обладнання (УПЕС-0,3, НГД-5,5, УД-2, УСС-2, ТПЦ-200М) становить приблизно 850 000 грн.

Термін корисної експлуатації - 5 років.

Річна сума амортизації: $850000 / 5 = 170000$ грн/рік

Інші загальновиробничі витрати приймаємо в розмірі 15% від фонду оплати праці основних робітників (витрати на спецодяг, мийні засоби, сертифікацію НАССР).

$$15102500 \times 0,15 = 165375 \text{ грн/рік.}$$

					Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На основі розрахованих раніше статей формуємо повну собівартість річного випуску (260,08 т) та одиниці продукції (банка 200 г).

Таблиця 5.6

Повна собівартість виробництва гірчиці «Столова»

Стаття витрат	Сума на рік, грн	На 1 тону, грн	На 1 банку (200 г), грн
1	2	3	4
1. Сировина та основні матеріали	2193791	8435	1,69
2. Допоміжні матеріали та тара	13112485	50417	10,08
3. Енергоносії (електроенергія, вода)	339726	1306	0,26
4. Оплата праці з нарахуваннями (ЄСВ)	1345050	5172	1,03
5. Амортизація та цехові витрати	335375	1290	0,26
ВИРОБНИЧА СОБІВАРТІСТЬ	17326427	66620	13,32
6. Адміністративні та комерційні витрати (5%)	866321	3331	0,67
Повна собівартість	18192748	69951	13,99

Проведений техніко-економічний розрахунок свідчить про високу інвестиційну привабливість проекту цеху з виробництва гірчиці.

Собівартість однієї банки (13,99 грн) дозволяє підприємству бути конкурентоспроможним на ринку соусів.

Високий рівень рентабельності (57%) забезпечує швидку окупність капітальних вкладень (менше 1 року).

Аналіз структури витрат підтвердив, що ключовим резервом зниження собівартості є робота з постачальниками тари, оскільки пакування займає понад 72% у структурі витрат.

Формування штатного розкладу

До складу виробничої бригади включено 7 працівників:

- Старший апаратурник (майстер зміни): контроль параметрів УПЕС та НГД.
- Апаратурник-дозувальник: підготовка та зважування компонентів.

						Арк.
						66
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Оператор лінії фасування: обслуговування УД-2 та УСС-2.
- Два укладальники-пакувальники: маркування, термоупаковка, палетування.
- Лаборант технохімічного контролю: оперативний аналіз кожної партії.
- Слюсар-налагоджувальник (0,5 ставки): технічне обслуговування насосів та приводів.
- Комірник-експедитор: облік сировини та відвантаження готової продукції.

Таблиця 5.4

Фонд оплати праці на річну програму

Посада	К-сть осіб	Місячний оклад, грн	Річний фонд основної з/п, грн	Надбавки та премії (20%), грн	Загальний ФОП на рік, грн
1	2	3	4	5	6
Старший апаратурник	1	22500	270000	54000	324000
Апаратурник-дозувальник	1	18000	216000	43200	259200
Оператор лінії фасування	1	19500	234000	46800	280800
Укладальник-пакувальник	2	15500	372000	74400	446400
Лаборант ТХК	1	17500	210000	42000	252000
Комірник-експедитор	1	16500	198000	39600	237600
Всього	7	125000	1500000	300000	1800000

Введення посади лаборанта безпосередньо в штат цеху дозволяє проводити органолептичні та фізико-хімічні тести (вміст оцту, солі, стійкість емульсії) без затримок у виробничому циклі. Це критично для гірчиці, де ферментація триває в реальному часі і вказує на достатній рівень забезпечення якості (НАССР):

					Арк. 67
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

При обсязі 260,08 т/рік (близько 1,3 млн банок) навантаження на ділянці пакування є значним. Залучення двох укладальників гарантує, що лінія фасування УД-2 не працюватиме "на склад", а готова продукція буде оперативно маркуватися та пакуватися в групову тару.

Хоча обладнання відоме своєю надійністю, наявність відповідального за склад та відвантаження (комірника) вивільняє основних робітників від непрофільних робіт. Це підвищує коефіцієнт корисного використання обладнання на 15-20%.

Питома вага оплати праці в собівартості однієї банки 200 г при такому штаті зростає до 1,69 грн. Однак це компенсується стабільністю якості та відсутністю рекламаций від торговельних мереж.

Впровадження посад директора, технолога та майстра перетворює виробничу діляницю на повноцінне автономне підприємство.

Директор (Керівник) - відповідає за закупівлю сировини через Allbiz, збут готової продукції та фінансову звітність.

Технолог - здійснює розробку рецептур, контроль дотримання ДСТУ та санітарно-гігієнічних норм.

Майстер - безпосередньо координує роботу виробничої бригади на зміні.

Таблиця 5.5

Повний штатний розклад та річний ФОП

Посада	К-сть осіб	Місячний оклад, грн	Річний фонд основної з/п, грн	Премії та надбавки (20%), грн	Загальний ФОП на рік, грн
Адміністрація та ІТП					
Директор (керівник)	1	35 000	420 000	84 000	504 000
Технолог	1	28 000	336 000	67 200	403 200
Майстер (начальник цеху)	1	24 000	288 000	57 600	345 600
Виробничий персонал					
Старший апаратурник	1	21 000	252 000	50 400	302 400
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.
					68

Апаратурник-дозувальник	1	18 000	216 000	43 200	259 200
Оператор лінії фасування	1	19 000	228 000	45 600	273 600
Укладальник-пакувальник	2	16 000	384 000	76 800	460 800
Лаборант ТХК	1	17 500	210 000	42 000	252 000
Комірник	1	16 500	198 000	39 600	237 600
Всього	10,00	195000	2332000	466400	3038400

Підприємство сплачує єдиний соціальний внесок у розмірі 22% від загальної суми нарахованої заробітної плати:

$$\text{ЄСВ} = 3\,038\,400 \times 0,22 = 668\,448 \text{ грн.}$$

Загальні річні витрати за статтею «Оплата праці з нарахуваннями»:

$$3\,038\,400 + 668\,448 = 3\,706\,848 \text{ грн/рік.}$$

Наявність штатного технолога дозволяє оперативно реагувати на зміну якості вхідної сировини (наприклад, коливання вмісту алілової олії в порошку). Це гарантує стабільність органолептичних показників гірчиці «Столова» відповідно до ДСТУ.

Посада директора передбачає активний пошук каналів реалізації. При рентабельності понад 50%, витрати на керівника окупаються за рахунок укладання лише одного контракту з великою ритейл-мережею.

Майстер забезпечує дотримання графіка варок в УПЕС-0,3. Завдяки його координації людські трудовитрати (11 люд.-год на зміну) розподіляються рівномірно, що запобігає перевтомі персоналу та виробничому травматизму.

Витрати на оплату праці повного штату тепер становлять 2,85 грн на одну банку (200 г). Хоча цей показник зріс, він забезпечує повну юридичну та технологічну життєздатність об'єкта як самостійного бізнесу.

Таблиця 5.6

Зведені техніко-економічні показники виробництва

Показник	Одиниця виміру	Значення показника
1. Річний обсяг виробництва (Ar)	т	260,08
2. Кількість фасованих одиниць (200 г)	шт.	1300400,00

						Арк.
						69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Витрати на сировину та матеріали	грн	2193791,00
4. Витрати на тару та упаковку	грн	13112485,00
5. Енергоносії та комунальні послуги	грн	339726,00
6. Фонд оплати праці з нарахуваннями (10 осіб)	грн	3706848,00
7. Амортизація та загальновиробничі витрати	грн	485375,00
8. виробнича собівартість річного випуску	грн	19838225,00
9. Адміністративні та комерційні витрати (10%)*	грн	1983823,00
10. Повна собівартість річного випуску	грн	21822048,00
11. Повна собівартість 1 банки (200 г)	грн	16,78
12. Відпускна ціна виробника (без ПДВ)**	грн	20,60
13. Виручка від реалізації за рік (без ПДВ)	грн	26788240,00
14. ЧИСТИЙ ПРИБУТОК (до оподаткування)	грн	4966192,00
15. Рівень рентабельності	%	0,23
16. Термін окупності обладнання (850 тис. грн)	роки	~2

Зниження відпускної ціни до 20,60 грн робить продукцію надзвичайно привабливою для дистриб'юторів. Навіть з урахуванням торгової надбавки магазину (30%) та ПДВ, кінцева ціна на полиці складе близько 32 грн, що є «золотою серединою» для споживача.

Рентабельність (22,8%): Такий рівень є оптимальним. Він дозволяє підприємству не лише покривати всі поточні витрати, а й формувати резервний фонд для модернізації обладнання або розширення асортименту (наприклад, виробництво гірчиці з насінням або соусів на її основі).

Розширений штат із 10 осіб (включаючи директора та технолога) при такій рентабельності є повністю виправданим. Ви отримуєте професійно кероване підприємство, де кожен процес, від закупівлі на Allbiz до контролю якості в лабораторії, має відповідальну особу.

						Арк.
						70
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висноки

У кваліфікаційній роботі розроблено технічні та організаційні рішення щодо створення сучасного цеху з виробництва гірчиці потужністю 260,08 тонн на рік. На основі проведених досліджень та розрахунків можна зробити наступні висновки:

Обрано та запроєктовано технологічну лінію на базі обладнання фірми «Промбіофіт», зокрема установки УПЕС-0,3 та гомогенізатора НГД-5,5, що дозволяє отримувати високодисперсну стійку емульсію без використання штучних стабілізаторів та консервантів.

Розроблено апаратурно-технологічну схему з дотриманням принципів НАССР, що забезпечує повну поточність сировинних потоків, виключає перехресне забруднення та гарантує високу санітарну безпеку готової продукції.

Визначено оптимальні архітектурно-будівельні параметри цеху загальною площею 270 м², де раціонально розміщено виробничі, складські та побутові зони з урахуванням діючих норм ДБН та ДСанПіН.

Сформовано штатний розклад підприємства у кількості 10 осіб, включаючи адміністративно-управлінський та виробничий персонал, що дозволяє забезпечити повний цикл управління - від закупівлі сировини до технохімічного контролю кожної партії.

Проведено розрахунок повної собівартості виробництва однієї банки гірчиці (200 г), яка становить 16,78 грн, що підтверджує конкурентоспроможність продукції порівняно з аналогами на ринку України.

Доведено високу економічну ефективність проєкту: при встановленні відпускної ціни 20,60 грн за одиницю, річний чистий прибуток перевищує 4,96 млн грн при рівні рентабельності 22,76%.

Встановлено, що завдяки низькій капіталоємності обладнання та високому попиту на продукцію, термін окупності інвестицій становить приблизно 2 роки з моменту виходу на проєктну потужність.

					Арк. 71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Список джерел літератури.

1. Антоненко, А., Баль-Прилипко, Л. (2024). Технологія фруктових соусів оздоровчого призначення. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 345(6(2), 90-94.
2. АНТОНЕНКО, А., & БАЛЬ-ПРИЛИПКО, Л. (2025). ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МАЙОНЕЗНИХ СОУСІВ. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 349(2), 535-539. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-349-79>
3. Бахмач, В. О. Удосконалення технології майонезів з використанням рослинної сировини / В. О. Бахмач, Л. В. Пешук // Харчова промисловість. 2015. №15. С. 27-31.
4. Божко, Т. Ринок соусної продукції: детермінанти розвитку в Україні / Т. Божко, Р. Дончевська, Н. Шаповалова // Товари і ринки. 2019. № 4(32) С. 26-39. DOI: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019\(32\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2019(32)03).
5. Геліх А., Применко В., Василенко О., Приходько І. Дослідження показників якості та безпечності майонезу на основі конопляної олії. Ресторанний і готельний консалтинг. Інновації. 2021. № 4(2). С. 345360.
6. ДБН В.2.2-28:2010 Будинки і споруди. Адміністративні та побутові будинки. К.: Мінрегіонбуд України, 2010 (актуалізовано 2022).
7. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. К.: Мінрегіон України, 2018.
8. ДСанПіН 2.2.4-171-10 Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною.
9. ДСТУ 4407:2005 Гірчиця харчова. Технічні умови (зі змінами згідно з наказами ДП «УкрНДНЦ» 2018-2023 рр.).
10. ДСТУ ISO 22000:2019 Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюгу (ISO 22000:2018, IDT).

					Арк. 72
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

11. Дударев І. М., Кузьмін О. В. Стратегії удосконалення майонезного соусу. Товарознавчий вісник, № 2 (15). 2022. С. 521.
12. Закон України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів» № 771/97-ВР (редакція від 01.01.2024).
13. Зяблова Ю. С. Оцінка відповідності маркування майонезів. Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів. Одеса : ОНАХТ, 2016. С. 299301.
14. Маковська Т.В. Дослідження якості емульсії майонезних соусів, збагачених біокоректорами, Наукові праці, 2017, Том 81, Випуск 2, С. 5763.
15. НПАОП 0.00-1.71-13 Правила охорони праці для підприємств по переробці сільськогосподарської сировини.
16. Стабілізаційні системи для виробництва майонезів та майонезних соусів [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://cpt.in.ua/ua/catalog/kompleksnye-dobavki-kollagen-pro-dlya-majoneza/>.
17. Carcelli A., Crisafulli G., Carini E., Vittadini E. Can a physically modified corn flour be used as fat replacer in a mayonnaise? European Food Research and Technology. 2020. № 246. P. 24932503. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03592-y>
18. Effect of The Addition of Whey Protein-Basil Seed Gum on The Quality, Properties, and Antioxidant Activities of Low-Fat Mayonnaise / Y.-s. Kim, S. Y. Kim, Hyeon bin O, P. Lee // Progress in Nutrition. 2021. Vol. 23, № 1. e2021022. DOI: <https://doi.org/10.23751/pn.v23i1.8791>.
19. Hrabovska, O. Mayonnaise sauce based on aquafaba with encapsulated quercetin / O. Hrabovska, A. Avramenko // Commodities and markets. 2023. № 2 (46). Pp. 131-147. DOI: [https://doi.org/10.31617/2.2023\(46\)11](https://doi.org/10.31617/2.2023(46)11).
20. Low-cholesterol-low-fat mayonnaise prepared from soybean oil body as a substitute for egg yolk: The effect of substitution ratio on physicochemical properties and sensory evaluation / Wan Wang, Chuanbing Hu, Hong Sun, Jiale Zhao, Cong Xu, Yue Ma, Jiage Ma, Lianzhou Jiang, Juncai Hou, Zhanmei Jiang // LWT. 2022. Vol. 167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113867>.

						Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Matsuoka R. Property of Phytosterols and Development of Its Containing Mayonnaise-Type Dressing. Foods. 2022 Apr 14;11(8):1141. doi: 10.3390/foods11081141.

22. Mirzanajafi-Zanjani M, Yousefi M, Ehsani A. Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce. Food Sci Nutr. 2019 Jul 18;7(8):2471-2484. doi: 10.1002/fsn3.1132. PMID: 31428335; PMCID: PMC6694423.

23. Peshuk, L. V. Quality management in the technology of mayonnaise sauces with non traditional raw materials / L. V. Peshuk, V. A. Bakhmach, I. I. Simonova // Journal of Chemistry and Technologies. 2022. Vol. 30(2). Pp. 253-264. DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i2.258185>.

24. Taslikh M, Mollakhalili-Meybodi N, Alizadeh AM, Mousavi MM, Nayebzadeh K, Mortazavian AM. Mayonnaise main ingredients influence on its structure as an emulsion. J Food Sci Technol. 2022 Jun;59(6):2108-2116. doi:10.1007/s13197-021-05133-1.

						Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		