

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет медико-фармацевтичних технологій
Кафедра біотехнології

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА БІОМАСИ *Bifidobacterium bifidum* І ОЛІЇ ОБЛПІХИ ДЛЯ КОМБІНОВАНИХ СУПОЗОТОРІЇВ»

Виконав : здобувач вищої освіти групи БТ621(3,10д)-02
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія
освітньої програми Біотехнологія
Юрій МЕЛЬНИК

Керівник: Доцент закладу вищої освіти кафедри промислової
технології ліків та косметичних засобів, к.фарм.н.,
доцент Антоніна СІЧКАР

Рецензент: Завідувачка кафедри біотехнології, біофізики та
аналітичної хімії Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут», д.т.н., професор
Ольга БЛИЗНЮК

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та розробці заходів з організації виробництва біомаси *Bifidobacterium bifidum* та обліпихової олії для використання у складі комбінованих супозиторіїв. У процесі дослідження проаналізовано біотехнологічні аспекти культивування *Bifidobacterium bifidum* визначено оптимальні умови для зростання мікроорганізмів та накопичення біомаси. Окрему увагу приділено технологічному процесу отримання обліпихової олії, визначено оптимальні умови виробництва. Робота складається з вступу, чотирьох розділів, графічних матеріалів, висновків, списку літератури з джерел та додатків. Загальний обсяг роботи становить 81 сторінка, містить 6 рисунків, 9 таблиць та 3 креслення формату А1.

Ключові слова: *Bifidobacterium bifidum*, обліпихова олія, біомаса, організація виробництва, технологічний процес, контроль якості.

ANNOTATION

The qualification work is devoted to the research and development of measures for the organization of production of biomass of *Bifidobacterium bifidum* and sea buckthorn oil for use in combined suppositories. In the course of the research, the biotechnological aspects of *Bifidobacterium bifidum* cultivation were analyzed and the optimal conditions for the growth of microorganisms and the accumulation of biomass were determined. Special attention is paid to the technological process of obtaining sea buckthorn oil, optimal production conditions are determined and proposals are developed for improving the organizational aspects of this process. The work consists of an introduction, four chapters, graphic materials, conclusions. The total volume of the work is 81 pages, contains 6 figures, 9 tables and 3 A1 format drawings.

Keywords: *Bifidobacterium bifidum*, sea buckthorn oil, biomass, production organization, technological process, quality control.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	6
2 АНАЛІЗ СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОБЛІПИХОВОЇ ОЛІЇ	17
2.1 Характеристика обліпихи як сировини.....	17
2.2 Кліматичні умови для вирощування обліпихи	20
2.3 Збір та зберігання сировини.....	22
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	26
3.1 Розрахунок матеріального балансу	26
3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання.....	31
3.3 Опис технологічного процесу.....	34
3.4 Концентрування біомаси та обліпихової олії.....	43
3.4.1 Організація виробництва біомаси біфідобактерій	45
3.5 Схеми виробництва	47
3.5 Критичні параметри виробництва.....	56
4. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА	59
4.1 Вплив на довкілля	59
4.2 Утилізація відходів виробництва	64
4.3 Заходи з екологічної безпеки	67
ВИСНОВОК	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	73
ДОДАТКИ	76

					162.02.07.00 000 ПЗ			
Змн..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Мельник Ю.М.			Організація виробництва біомаси <i>Bifidobacterium bifidum</i> і олії обліпихи для комбінованих супозиторіїв Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Січкара А.А.					1	72
.						НФаУ Кафедра біотехнології		
Н. контр.								
Затвердив		Хохленкова Н.В.						

ВСТУП

Актуальність теми. Завдяки сучасному розвитку фармацевтичної промисловості дедалі все більше впроваджуються іноваційні засоби, засновані на поєднанні натуральних компонентів, зокрема пробіотиків і рослинних олій, з метою підвищення ефективності лікування та профілактики захворювань. Одним із перспективних напрямів є розробка комбінованих супозиторіїв, що містять біомасу *Bifidobacterium bifidum* та обліпихову олію, які мають синергічну дію: пробіотичну, протизапальну, регенеративну та імуностимулюючу.

Обліпихова олія є високоцінним продуктом, що використовується у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості. Завдяки багатому складу, який включає каротиноїди, вітаміни А, Е, К, жирні кислоти та антиоксиданти, вона має широкий спектр корисних властивостей: загоювальну, протизапальну, імуностимулюючу та регенеративну. Окрім того, біомаса пробіотичних культур *Bifidobacterium bifidum*, активно використовується у медичній та харчовій галузях як ефективний засіб для відновлення мікрофлори, зменшення запалення та покращення імунного захисту.

Попит на натуральні комбіновані лікарські засоби постійно зростає, що робить виробництво обліпихової олії та біофармацевтичних препаратів (зокрема біфідумбактерину) перспективними напрямками. Україна має сприятливі кліматичні умови та достатній потенціал для вирощування обліпихи, що дозволяє розвивати власне виробництво без значної залежності від імпорту. Також налагодження біотехнологічного виробництва пробіотичних засобів, зокрема біфідумбактерину, сприяє розвитку внутрішньої фармацевтичної інфраструктури. Водночас для ефективної організації такого виробництва необхідно враховувати сучасні технологічні підходи, екологічні аспекти та економічну доцільність.

Мета кваліфікаційної роботи - розробити ефективну організацію

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва біомаси *Bifidobacterium bifidum* та обліпихової олії, яка базується на сучасних технологічних рішеннях, забезпечує високу якість кінцевого продукту для подальшого використання в комбінованих супозиторіях лікувально-профілактичної дії.

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

- провести аналітичний огляд сучасних методів виробництва обліпихової олії та біомаси *Bifidobacterium bifidum*;
- дослідити сировинну базу, визначити придатні кліматичні умови для вирощування обліпихи, а також умови культивування *Bifidobacterium bifidum*;
- розрахувати матеріальний баланс виробництва та вибрати оптимальне технологічне обладнання;
- описати технологічний процес виробництва, розробити схеми виробництва та визначити критичні параметри;
- оцінити вплив виробництва на довкілля та розробити заходи з утилізації відходів і забезпечення екологічної безпеки.

Об'єкт дослідження – процес виробництва біомаси *Bifidobacterium bifidum* та обліпихової олії.

Предмет дослідження – технологічні аспекти отримання біомаси *Bifidobacterium bifidum* та обліпихової олії, вибір обладнання та оцінка впливу на довкілля.

Методи дослідження:

- аналітичний метод – для вивчення наукових джерел і існуючих технологій виробництва;
- експериментальні методи – для дослідження параметрів культивування та екстракції;
- математичне моделювання – для розрахунку матеріального балансу;
- екологічний аналіз – для оцінки впливу виробництва на довкілля.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичне значення отриманих результатів. Результати дослідження можуть бути використані для організації ефективного виробництва біомаси *Bifidobacterium bifidum* та обліпихової олії з урахуванням економічної рентабельності та екологічної безпеки на підприємстві, а саме на базі практики ТОВ «Фармацевтична компанія «Здоров'я»» для задоволення потреб фармацевтичної галузі. Запропоновані технологічні рішення сприятимуть зменшенню втрат сировини, підвищенню якості кінцевого продукту та оптимізації виробничих процесів. Одержані за запропонованими технологіями і з використанням сучасного обладнання біомаса *Bifidobacterium bifidum* та обліпихова олія можуть бути використані у виробництві супозиторіїв як активні компоненти.

За темою роботи опубліковано тези:

Мельник Ю.М. Особливості організації виробництва обліпихової олії / Мельник Ю.М., наук. кер.: Січкарь А.А. // Youth Pharmacy Science: мат. Проблеми та досягнення сучасної біотехнології (28 березня 2025 р., м. Харків). – Харків: НФаУ, 2025. – С. 270-272.

Результати роботи оприлюднено в доповіді: «Особливості організації виробництва обліпихової олії» на секційному засіданні студентського наукового товариства кафедри біотехнології НФаУ в межах Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Youth Pharmacy Science» 28 березня 2025 р., м. Харків.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

Серед плодових та ягідних чагарників, які культивуються в Україні, обліпіха займає особливе місце завдяки своїм цінним харчовим і лікарським властивостям, а також здатності покращувати стан ґрунтів, зокрема на рекультивованих територіях та еродованих ділянках.

Зацікавленість у вирощуванні обліпіхи значно зросла в 40-х роках ХХ століття, особливо після Другої світової війни, коли було встановлено її полівітамінний склад. Плоди цієї культури стали не лише важливим компонентом харчування, а й цінною сировиною для вітамінної промисловості.

На початкових етапах інтродукції обліпіхи в Україні її часто вирощували з насіння дикорослих форм, які вирізняються високими корисними властивостями, сильною колючістю, дрібними, кислими і терпкими плодами, що дозрівають пізно. Тому до сьогодні багато людей сприймають обліпіху як малоцінну культуру для плодівництва, яка, до того ж, засмічує садові ділянки густими заростями. Однак вже перші сорти культурної обліпіхи, виведені серед природних популяцій, не мали колючок або мали малоколючкові пагони, відзначалися низьким ростом, слабким утворенням зарослів і великими плодами з унікальними властивостями, зокрема харчовими.

Спочатку обліпіху вирощували переважно на території лісових насаджень, зокрема у підліску. Згодом вона почала використовуватися в декоративному садівництві. На сьогодні в Україні культивується широкий асортимент представників цього роду, основну увагу при вирощуванні приділяють отриманню ягід, які мають унікальні лікувальні та харчові властивості.

Перші насадження дикої та сортової обліпіхи були створені на Донецькій дослідній станції садівництва в 1970-х роках, а з 1980 року в рамках тематичних наукових досліджень почали проводити селекцію та

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сортівивчення цієї культури. Один з найцінніших сортів - Чуйська, з великими та зручними для збору плодами, який став основою для селекційних робіт. Серед сіянців Чуйської був відібраний гібрид, що отримав назву Солодка жінка, подібний до материнського сорту за багатьма характеристиками.

Раніше сортимент обліпихи в Україні базувався на російських сортах, але Солодка жінка, яка увійшла до Реєстру сортів рослин України з 2000 року, стала одним з перших сортів вітчизняної селекції.

Обліпиха є однією з найкорисніших плодових культур за вмістом біологічно активних речовин. Її плоди споживають у свіжому вигляді або використовують для виготовлення соків, напоїв, варення, желе, пастили, мармеладу та обліпихової олії. У складі свіжих ягід міститься 3–8% олії, 2–3% цукрів (глюкоза, фруктоза, сахароза), 1–4% органічних кислот, а також низка корисних речовин: лейкоантоціани, катехіни, пектини, дубильні речовини, вітаміни С (100–400 мг%), В1, В2, Е, фолієва кислота та Р-активні сполуки (до 250 мг%).

Обліпихова олія, отримана з насіння, містить ліноленову та лінолеву кислоти, тоді як олія, отримана з плодового м'якуша, містить лише 15% лінолевої кислоти, без ліноленової. Високий вміст цих кислот у насіннєвій олії, разом зі значною кількістю вітаміну Е, свідчить про її високу біологічну цінність та економічну доцільність використання при комплексній переробці плодів.

Корисні властивості обліпихи давно відомі. Наприклад, концентрований обліпиховий сік із підвищеним вмістом вітаміну С та каротину сприяє відновленню працездатності. Лікарські властивості плодів обліпихи особливо цінні для профілактики атеросклерозу, захворювань, пов'язаних із дефіцитом вітаміну Е, а також для підтримки м'язової функції. Обліпихова олія ефективно використовується у лікуванні гастриту, виразкової хвороби, ран і опіків.

Окрім господарської цінності, обліпиха має й декоративну функцію: її яскраві плоди та сріблясте листя можуть прикрашати міста, села, парки та

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

сквери. Враховуючи біоекологічні особливості культури, її рекомендується висаджувати на супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах із достатнім зволоженням, а в посушливих районах – за умови зрошення або на ділянках із близьким заляганням ґрунтових вод.

Також обліпіха широко застосовується для агро меліорації. Завдяки потужній кореневій системі вона здатна зміцнювати ґрунти та запобігати їх подальшій деградації. Висаджена у ярах, ця культура сприяє зупиненню водної ерозії, оскільки коренева система утримує ґрунт, а при замуленні здатна утворювати нові кореневі паростки. Завдяки цій особливості обліпіха є ефективним засобом у боротьбі з ерозійними процесами та може використовуватися для освоєння малопридатних для сільського господарства піщаних земель.

Обліпіха жостерова – це чагарник або невелике дерево заввишки від 0,5 до 10 метрів, залежно від природних умов зростання. Його основні скелетні стовбури мають життєвий цикл від 8 до 20 років. У процесі старіння надземної частини активно розвиваються молоді дочірні рослини, що утворюються з придаткових бруньок на горизонтальних коренях. Особливо інтенсивне формування кореневої порослі відбувається після шостого року життя рослини.

Кущ складається з пагонів різного віку. Молоді річні пагони мають як основні, так і бокові відгалуження. У фазі плодоношення, крім звичайних вегетативних бруньок, починають утворюватися змішані вегетативно-генеративні бруньки. Із вегетативних бруньок розвиваються подовжені ростові пагони, а зі змішаних – укорочені плодоносні гілки. Іноді квіткові бруньки формують дуже короткі (0,5–1,5 см) безлисті пагони, на яких з'являються плоди, після чого вони відмирають.

Молоді пагони спочатку вкриті сріблястими волосками й лусочками, але з часом набувають буро-зеленого, жовто-бурого або майже чорного забарвлення. Листя на різних частинах пагонів відрізняється за розміром: найбільші листки (7–10 см) розташовані в центральній частині, тоді як верхні

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

й нижні – коротші (2–6 см). Вони мають лінійно-ланцетну або ланцетоподібну форму, цілюкраї, з невеликим черешком, без прилистків. Листя розташоване почергово, його верхній бік вкритий жироподібною речовиною, схожою на віск, що надає йому темно-зеленого відтінку, а нижній – густим шаром білувато-сірих волосків, що створює сріблястий вигляд. Така будова сприяє зменшенню втрати вологи при високих температурах і сильному сонячному випромінюванні.

Обліпиха – це дводомна вітрозапильна рослина, що має одностатеві квітки: жіночі (маточкові) та чоловічі (тичинкові). Квіткові бруньки є змішаними (вегетативно-генеративними) і закладаються в середині літа (липень–серпень), коли інтенсивність росту річних пагонів сповільнюється. Вони утворюються на вкорочених плодоносних та подовжених ростових пагонах, проте не розвиваються на довгих пагонах «вовчкового» типу, що ростуть із сплячих бруньок.

Восени, до настання морозів, завершується формування частин квітки та збільшення розмірів бруньок. Чоловічі бруньки зазвичай у 2–3 рази більші за жіночі та містять 5–10 м'ясистих лусок різного розміру, тоді як у жіночих – лише 2–3 великі луски.

Навесні змішані бруньки починають ріст, утворюючи річний неспеціалізований пагін. У його нижній частині розвиваються одностатеві квітки: чоловічі розташовані поодинокі й можуть налічувати від 4 до 6 і більше квіток у генеративній зоні пагона. Цвітіння триває 6–12 днів залежно від погодних умов. Чоловічі квітки виробляють велику кількість пилку, який переноситься вітром на жіночі квітки.

Жіночі квітки мають зеленувате забарвлення, а їхня маточка розташована вище за оцвітину. Після запилення вона витягується у стрічкоподібну спіраль завдовжки 7–10 мм. Якщо запилення не відбувається, цей ріст триває кілька днів, після чого припиняється. Запліднення відбувається через 7–10 днів після запилення, після чого насінний зачаток перетворюється на насіння.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Від початку цвітіння до повного досягання плодів проходить 12–15 тижнів. Зав'язуваність плодів становить у середньому 30–40 % від загальної кількості жіночих квіток. У процесі розвитку частина плодів опадає, тому їх кількість до кінця вегетації зменшується до 20–35 % від кількості нормально розвинених жіночих квіток [31].

Плоди, розміщені пучками, щільно обліплюють основу молодих вкорочених пагонів і майже весь приріст попереднього року. Форма плодів різноманітна – округла, овальна, яйцеподібна, обернено-яйцеподібна, довгаста, циліндрична. Спочатку вони тверді, яскраво-зелені, при досягненні стають золотисто-жовтими, оранжевими або червоними. Вміст хлорофілу, який зумовлює зелене забарвлення плодів у нестиглому стані, у міру їх досягання знижується. Перехід забарвлення в оранжеве пов'язаний з нагромадженням каротиноїдів у соковитому м'якуші плода, який розрісся. Середня маса 100 плодів дикорослої обліпихи становить 25–45 г, сортової – 40–60 г [14].

При проростанні насіння першим з'являється зародковий корінець, який дає початок системі головного кореня. Сім'ядолі виносяться на поверхню ґрунту. Коли довжина головного кореня становить 5–7 см, у проростка починають рости бокові корені, з появою яких спостерігається швидкий ріст сіянців. Уже за 1,5–2 місяці довжина головного кореня досягає 14–20 см. Бокові корені першого й другого порядків рівномірно розподіляються по довжині головного. На ньому і на коренях першого порядку формуються кореневі бульбочки, з'являються помітні кореневі волоски. У перший період росту корені й бульбочки білі, а на кінець вегетації буріють. Головний корінь на цей час заглиблюється в ґрунт до 30–50 см, хоча основна маса кореневої системи розміщена ближче до поверхні [24].

На другий рік у сіянців спостерігається інтенсивний розвиток бокових горизонтальних коренів, а ріст головного дещо гальмується. На кінець вегетаційного періоду на горизонтальних коренях формуються зачатки пагонів. З них виростають кореневі пагони, так звана коренева поросль [32].

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У наступні роки в обліпихи розвиваються переважно товсті горизонтальні корені, на яких немає кореневих волосків, мичкуватість виражена слабо, вони ламкі. Якщо рослини засипані різного роду, в них спостерігається утворення другого ярусу горизонтальних придаткових коренів на засипаних стеблових осях. Одночасно засипаний і розміщений глибше перший ярус коренів стає малоактивним і часто відмирає. Його функції виконує другий ярус коренів. Цю особливість слід враховувати при вирощуванні обліпихи. Кореневі паростки, що з'явилися на горизонтальних коренях материнської рослини, утворюють свою, розміщену вище придаткову кореневу систему, однак зв'язку з материнською рослиною, як правило, не втрачають [21, 34].

Важливою біологічною особливістю кореневої системи обліпихи є здатність фіксувати атмосферний азот. Для цього на корінні є перитрофна мікориза у вигляді коралоподібних або бульбочкоподібних утворень. Це округлі жовтувато-білі виростки або потовщення різних розмірів. Як правило, бульбочки формуються на бокових коренях, які поглинають воду і мінеральні елементи живлення. Існує припущення, що, окрім фіксації атмосферного азоту, бульбочкові утворення виконують функції мінералізації органічних речовин ґрунту, переводу важкорозчинних мінеральних сполук у засвоювані форми, а мікроорганізми, симбіотично зв'язані з рослинами, мабуть, постачають їх амінокислотами і фітогормонами [43].

Корені обліпихи скелетні та напівскелетні, їм властивий слабкий розвиток механічних тканин, що дає підставу віднести цю рослину до типових мезофітів. Вона здатна переносити надмірне зволоження і навіть тривалі періоди затоплення, що й визначило її поширення у заплавах рік при високому рівні ґрунтових вод. Однак рослина не витримує застійних, а також засолених вод. Високі врожаї плодів спостерігаються при значній вологості ґрунту [14].

Обліпиха добре росте і плодоносить на легких водо- і повітропроникних родючих і багатих на солі фосфору ґрунтах із рН 6,5–7,0, але швидко гине на щільних глинистих і недостатньо зволжених або заболочених і засолених

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ділянках із застійними ґрунтовими водами [21, 30].

При вирощуванні обліпихи на кислих ґрунтах останні необхідно вапнувати, а на важких глинистих додавати пісок, щоб створити пухку структуру хоча б у садивних ямах [19, 36]. Рослини обліпихи негативно реагують на сусідство однакових із ними за висотою кущів і дерев інших порід, а в молодому віці не витримують конкуренції трав'яного покриву [37].

Плоди обліпихи містять велику кількість біологічно активних речовин, включаючи вітаміни (С, Е, групи В), каротиноїди, флавоноїди, органічні кислоти, макро- і мікроелементи (залізо, калій, магній, кальцій). Особливо цінним є обліпихова олія, яка широко використовується у медицині, косметології та фармацевтиці.

Обліпиху вирощують не тільки як плодову, а й як декоративну та ґрунтозахисну культуру, оскільки її потужна коренева система допомагає зміцнювати піщані та ерозійно небезпечні ґрунти

Зараз ведуться дослідження нових методів покращення та створення унікальних сортів обліпихи. Одним з головних завдань сучасних біологів-селекціонерів є виведення сортів з хорошими харчовими та лікувальними властивостями, а також декоративними якостями.

Якщо говорити про історію розвитку інтродукції обліпихи крушиноподібної в Україні, слід зазначити, що цей процес перебуває на етапі подальшого розвитку. Триває вивчення використання сортів обліпихи в озелененні міст і селищ, а також формування різноманітних асоціацій та угруповань. Для визначення декоративних якостей та можливості використання обліпихи крушиноподібної у садово-парковому господарстві необхідно спочатку вивчити біоморфологічні особливості її розвитку на відповідній території інтродукції.

Подальші дослідження в напрямку покращення сортів обліпихи зосереджуються на виведенні таких варіантів, які мають не лише високі харчові та лікувальні властивості, а й особливу декоративну цінність. Це включає роботи зі створення сортів, що відрізняються стійкістю до шкідників

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

і хвороб, а також адаптованих до різних кліматичних умов. Крім того, важливими є дослідження по вдосконаленню методів агротехніки для підвищення врожайності та полегшення збору врожаю, зокрема шляхом зменшення колючості або створення спеціалізованих механізмів для збору.

Не менш важливим є використання обліпихи для ландшафтного дизайну та озеленення міських територій. Оскільки обліпиха є зимостійкою рослиною, здатною витримувати суворі кліматичні умови, вона є перспективною для озеленення не тільки міських вулиць і скверів, але й для створення захисних смуг, що можуть служити як екологічні бар'єри від вітру і пилу. Крім того, її яскраво-помаранчеві ягоди роблять її привабливою для декоративного використання, а також для залучення птахів.

В Україні вже почали з'являтися перші декоративні варіанти обліпихи, які можуть бути використані в парках і садах. Це стосується, зокрема, сортів, що характеризуються гарною формою куща, компактністю, а також яскравим кольором листя та плодів. Такі сорти мають великі перспективи для впровадження в озеленення, оскільки вони можуть додати естетичної цінності та одночасно виконувати екологічні функції.

Важливим напрямком досліджень є вивчення можливостей використання обліпихи для біоремедіації - процесу очищення ґрунтів і води від токсичних речовин. Завдяки своїй здатності до фітодеградації, обліпиха може бути корисною в боротьбі з забрудненнями, такими як важкі метали та інші шкідливі елементи, що накопичуються в ґрунтах. Це дозволить не лише ефективно очищати забруднені території, а й використовувати обліпиху для створення сталих агроєкосистем.

Таким чином, обліпиха в Україні продовжує активно розвиватися як сировинна культура з високими лікувальними та харчовими властивостями, а також як декоративний елемент для ландшафтного дизайну та екологічного озеленення. Продовження наукових досліджень у цій галузі дасть можливість створити нові сорти, що відповідатимуть вимогам сучасного аграрного та ландшафтного господарства.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Вирощування обліпихи в Україні набирає популярності завдяки її багатофункціональності та високим харчовим, лікувальним і декоративним властивостям. Однак для досягнення високих врожаїв та оптимальних якостей плодів важливо застосовувати сучасні технології вирощування, що враховують агрокліматичні умови, біологічні особливості культури та ефективність агротехнічних заходів.

Обліпиха - культура, яка віддає перевагу добре дренованим, родючим ґрунтам з нейтральною або слабнокислою реакцією. Ґрунти, що мають високу вологопроникність, особливо піщані та супіщані, є найкращими для вирощування цієї культури. Перед посадкою необхідно провести ретельну підготовку ґрунту, включаючи:

- глибоке розпушування ґрунту (до 30-40 см);
- внесення органічних та мінеральних добрив, що забезпечують рослини всіма необхідними макро- та мікроелементами.

Незважаючи на те, що обліпиха здатна витримувати знижену кислотність ґрунту, для її оптимального росту та розвитку рекомендується знижувати кислотність шляхом внесення вапна чи доломітового борошна.

Сорт обліпихи має велике значення для майбутнього врожаю. Сучасні сорти обліпихи, як правило, є самоплідними або мають відмінну сумісність з іншими сортами для поліпшення запилення. Найкраще вибирати сорти, адаптовані до місцевих кліматичних умов, зокрема з урахуванням морозостійкості, стійкості до хвороб та шкідників.

Посадку обліпихи проводять весною або восени, зважаючи на час обробки посадкового матеріалу та адаптацію рослин до навколишнього середовища. Рекомендується використовувати саджанці віком 1-2 роки, оскільки вони добре приживаються та швидше розвиваються.

Розташування рослин в саду має велике значення для оптимального розвитку кущів. Для забезпечення гарного освітлення, обліпиху варто садити в ряди з відстанями між рослинами від 2,5 до 3 м в залежності від сорту.

Оскільки обліпиха може швидко розростатися і утворювати густі

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

зарості, необхідно регулярно проводити обрізку для покращення циркуляції повітря, забезпечення сонячного освітлення та збереження компактної форми кущів. Основні етапи обрізки включають:

- видалення старих та пошкоджених гілок;
- підрізання пагонів для підтримки потрібної висоти та форми;
- видалення зайвих або слабких гілок для стимулювання плодоношення.

Особливо важливо проводити обрізку до початку вегетаційного періоду (весною або восени), що дозволяє рослинам відновлюватися і активно розвиватися.

Обліпиха не є сильно вразливою до хвороб, але інколи може бути атакована шкідниками, зокрема листогризухами та кореневими жуками. Для боротьби з ними застосовують інсектициди або органічні препарати, такі як настої часнику або тютюну. Важливим є також проведення профілактичних обробок від грибкових захворювань, таких як борошниста роса.

Обліпихова олія, що має високу біологічну цінність, є багатим джерелом корисних речовин, зокрема вітамінів, каротиноїдів, макро- і мікроелементів, амінокислот, фітостеролів, жирних кислот і фосфоліпідів. Вона містить унікальний набір біохімічних компонентів, які визначають її широке лікувально-профілактичне застосування. До них належать флавоноїди, тритерпенові та органічні кислоти, дубильні речовини, фітонциди, пектини та кумарини.

Однією з головних особливостей обліпихової олії є високий вміст каротиноїдів, завдяки чому вона займає провідне місце серед усіх рослинних олій. Каротиноїди є попередниками вітаміну А, який забезпечує виражений протизапальний і загоювальний ефект, сприяє зміцненню імунної системи, росту, синтезу стероїдних гормонів, нормальній роботі зорових органів і репродуктивної системи, а також утворенню кератину та колагену.

Олія також містить вітамін Е, концентрація якого вдвічі перевищує його вміст у маслі зародків пшениці. Цей вітамін є ключовим для статевого

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

дозрівання, синтезу тестостерону, підтримки сексуальної активності, нормального ембріонального розвитку та сперматогенезу. Він також посилює імуностимулюючу та ранозагоювальну дію вітаміну А.

За вмістом вітаміну С обліпихова олія поступається лише шипшинівій. Цей вітамін бере участь у вуглеводному та ліпідному обміні, синтезі нуклеїнових кислот, сприяє кровотворенню, синтезу стероїдних гормонів і колагену, зміцнює судини, підтримує зір і підвищує імунітет.

Вітаміни групи В, присутні в олії, забезпечують нормальне протікання вуглеводного, білкового, ліпідного та водно-сольового обмінів, а також синтез гормонів щитоподібної та підшлункової залоз, наднирників. Вони регулюють роботу травної, нервової, серцево-судинної та м'язової систем, позитивно впливають на стан шкіри, волосся та нігтів.

Вітамін К у складі олії допомагає нормалізувати згортання крові, знижує ризик крововиливів, підтримує роботу нирок і сприяє профілактиці остеопорозу.

Жирнокислотний склад обліпихової олії представлений моно- та поліненасиченими кислотами, а також насиченими жирними кислотами. Їхнє комплексне поєднання забезпечує імуностимулюючий та протизапальний ефект, покращує стан шкіри, нормалізує гормональний баланс і сприяє очищенню організму. Особливо важливою є дія Омега-3, 6, 9 у поєднанні з пальмітиновою кислотою, що позитивно впливає на серцево-судинну систему

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2 АНАЛІЗ СИРОВИННОЇ БАЗИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ОБЛІПИХОВОЇ ОЛІЇ

2.1 Характеристика обліпихи як сировини

Обліпиха є цінною сировиною для виробництва різних продуктів, зокрема харчових, косметичних та фармацевтичних засобів. Вона містить унікальний комплекс біологічно активних речовин, що обумовлює її високу цінність.

Обліпиха представлена на ринку у вигляді свіжих ягід, сушених плодів, порошку, обліпихової олії та екстрактів. В Україні основними виробниками є ПрАТ «Екстракт-Плюс», ТОВ «Фітофарм», ТОВ «Екопродукт» (рис.2.1).



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд обліпихи

Продукція сертифікована відповідно до таких нормативно-технічних документів [7]:

- ДСТУ 8755:2019 – «Фрукти, ягоди та продукти їх перероблення. Методи визначення якості».
- ТУ У 10.8-39937048-001:2019 – «Олія обліпихова».

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- Державна фармакопея України – регулює якість обліпихової олії та екстрактів для фармацевтичних засобів.

Обліпихова сировина реалізується у таких видах упаковки:

- Свіжі ягоди – картонні або пластикові ящики по 5-10 кг.
- Сушені ягоди – вакуумні пакети або паперові упаковки (250-1000 г).
- Обліпихова олія – темні скляні флакони по 50-100 мл або капсули (300-500 мг).
- Екстракти – рідкі або порошкоподібні, фасуються у скляні ампули чи контейнери.

Маркування включає інформацію про виробника, дату виготовлення, умови зберігання, термін придатності та склад.

Фізико-хімічні характеристики обліпихи представлені у табл.2.1

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні характеристики

Параметр	Значення
Вологість, %	80-85 (свіжі ягоди)
Масова частка жиру, %	5-15
Масова частка органічних кислот, %	2-4
Вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С), мг	200-600
Вміст каротиноїдів, мг	30-70
Вміст антиоксидантів, мг	50-120
Калорійність, ккал	82-120

Крім того, основними біологічно активними компонентами обліпихи є: аскорбінова кислота (вітамін С) – $C_6H_8O_6$; каротиноїди – $C_{40}H_{56}$; токоферолі (вітамін Е) – $C_{29}H_{50}O_2$; флавоноїди (кверцетин, рутин) – $C_{15}H_{10}O_7$; омега-3, -6, -7, -9 жирні кислоти.

Дані компоненти визначають фармакологічні властивості обліпихи, такі як антиоксидантна дія, стимуляція регенерації тканин, протизапальний ефект.

Обліпихова сировина використовується у таких сферах:

- Харчова промисловість – соки, джеми, чаї, сухофрукти, порошки для напоїв.
- Фармацевтика – препарати для лікування гастроентерологічних та

дерматологічних захворювань, офтальмологічних патологій.

- Косметологія – засоби для догляду за шкірою та волоссям (масла, креми, шампуні).

Обліпихова олія входить до групи засобів АТС-класифікації А02Х (інші препарати для лікування виразкової хвороби) та А06АХ (інші проносні засоби).

У табл. 2. представлено харчову та енергетичну цінність обліпихи.

Таблиця 2.2 – Харчова та енергетична цінність обліпихи

Показник	Значення (на 100 г продукту)
Калорійність, ккал	82-120
Білки, г	1.2-1.4
Жири, г	5.0-15.0
Вуглеводи, г	5.7-7.0
Харчові волокна (клітковина), г	2.0-4.0
Вітамін С, мг	200-600
Каротиноїди, мг	30-70
Токоферолі (вітамін Е), мг	10-15
Омега-3, -6, -7, -9 жирні кислоти, %	25-35

Результати аналізу харчової та енергетичної цінності обліпихи підтверджують її високу біологічну активність і цінність у раціоні людини. Завдяки значному вмісту антиоксидантів (вітамін С, каротиноїдів, токоферолів) та поліненасичених жирних кислот, обліпиха є джерелом важливих нутрієнтів для підтримки здоров'я. Висока концентрація жирів і вітамінів робить її особливо корисною для зміцнення імунної системи, покращення стану шкіри та підтримки обміну речовин [11].

Обліпихові продукти можуть використовуватися як у свіжому, так і в переробленому вигляді, що дозволяє ефективно зберігати їхню харчову цінність у різних формах споживання.

Обліпихова олія – масляниста густа рідина червоно-оранжевого кольору з запахом і смаком притаманним для обліпихи з плодів якої її отримують (рис.2.2)[11]



Рисунок 2.2 – Олія обліпихова

Обліпихова олія містить у своєму складі 15 мікроелементів, серед яких марганець, алюміній, бор, залізо, магній і титан. Вона також багата на біологічно активні речовини (БАР) і є природним концентратом вітамінів Е, С, Р, К та каротиноїдів.

Завдяки наявності ліноленової та лінолевої кислот, каротиноїдів і вітаміну Е, обліпихова олія сприяє уповільненню розвитку атеросклерозу.

Зазвичай цей продукт застосовується в натуральному вигляді, адже має виражені бактерицидні, протизапальні та знеболювальні властивості. Олія особливо корисна людям із порушеннями обміну речовин, а також широко використовується для лікування опіків і загоєння ран.

2.2 Кліматичні умови для вирощування обліпихи

Обліпиха (*Hipporhae rhamnoides* L.) – морозостійка, світлолюбна культура, яка добре адаптується до різних кліматичних умов. Її природні ареали поширені від європейських помірних зон до континентальних регіонів

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Азії. В Україні обліпіха культивується в різних областях, однак оптимальні умови для її росту залежать від температурного режиму, рівня вологості, типу ґрунтів і кількості опадів [8].

Обліпіха добре переносить зимові морози до -40°C та спеку до $+35^{\circ}\text{C}$, що робить її стійкою до кліматичних змін. Проте [5]:

- Оптимальна температура для росту та розвитку – від $+15$ до $+25^{\circ}\text{C}$.
- Молоді пагони можуть пошкоджуватися при весняних заморозках нижче -5°C .
- Для нормального плодоношення середньорічна температура повинна бути не нижче $+6^{\circ}\text{C}$.

Обліпіха посухостійка, але для гарного врожаю потрібен певний рівень вологості:

- Оптимальна кількість опадів – 400-600 мм на рік.
- В умовах посушливого клімату (<350 мм опадів) потребує додаткового зрошення.
- Погано переносить надлишок вологи – застій води може призводити до загнивання коріння.

Обліпіха – фотофільна рослина, що потребує достатньої кількості сонячного світла:

- При нестачі світла (менше 8 годин освітлення на добу) плоди стають дрібнішими, знижується вміст каротиноїдів.
- Найкращі умови – відкрите місце без затінення, особливо важливо для жіночих особин, що плодоносять.

Обліпіха невибаглива до ґрунтових умов, але віддає перевагу:

- Легким супіщаним та суглинковим ґрунтам із хорошою аерацією.
- Оптимальний рівень рН – 6.0–7.5 (нейтральні або слабколужні ґрунти).
- Погано росте на важких глинистих і заболочених ділянках.

Найкращий час для посадки - рання весна до розпускання бруньок або осінь. Відстань між рослинами має бути не менше 2-3 метрів. Перед посадкою

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

в посадкову яму додають органічні добрива (компост, перегній) та мінеральні добрива (калійні та фосфорні).

Обліпіха потребує регулярний полив, особливо в посушливий період.

Двічі на рік слід робити підживлення обліпіхи: навесні азотними добривами, восени - фосфорно-калійними.

Санітарна обрізка проводиться ранньою весною, формуюча - влітку.

Обліпіха досить стійка до хвороб, але може уражатися шкідниками (обліпіховим пильщиком, попелицею). Для захисту використовують інсектициди.

Обліпіха, незважаючи на свою невибагливість, може страждати від шкідників.

Найчастіше зустрічаються такі:

- Обліпіхова муха - найнебезпечніший шкідник, який відкладає яйця всередину ягід. Личинки пошкоджують м'якоть, роблячи ягоди непридатними для вживання.
- Попелиця висмоктує сік з молодих пагонів, листя і квітів, що призводить до їх деформації та засихання.
- Личинки такого шкідника як обліпіховий пильщик скелетують листя.
- Павутинний кліщ оселяється на нижній стороні листя, висмоктуючи з них соки.

Коренева система обліпіхи добре закріплює ґрунт, тому її використовують для укріплення схилів, берегів річок та піщаних територій. Вітростійкість культури дозволяє вирощувати її у степових та лісостепових зонах України.

2.3 Збір та зберігання сировини

Основною сировиною для виробництва обліпіхової олії є стиглі плоди обліпіхи (*Hipporhae rhamnoides* L.), а також насіння, що містить велику

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

кількість жирних кислот. Якість сировини визначається відповідно до нормативних документів:

- ДСТУ 8755:2017 – «Обліпіха. Технічні умови» (вимоги до якості ягід).
- ТУ У 10.8-39892811-001:2019 – «Олія обліпіхова» (стандарти виробництва).
- Фармакопейна стаття (ФС) – для лікарської обліпіхової олії.

Плоди для виробництва олії збирають у фазі повної стиглості (серпень-жовтень). Основні способи збору:

- Ручний збір – дозволяє зберегти цілісність ягід, використовується для високоякісної олії.
- Механізований збір – застосовується для промислового виробництва. Ягоди можуть збиратися разом із гілками, після чого проходять заморожування та обмолочування.

Перед переробкою сировина проходить:

- Сортування – видалення нестиглих та пошкоджених ягід.
- Миття та сушіння – для зменшення вологості.
- Виділення насіння та м'якоті – необхідне для подальшої екстракції олії.

У табл.2.3 представлено умови зберігання сировини.

Таблиця 2.3 – Умови зберігання сировини

Форма сировини	Температура зберігання	Вологість	Термін зберігання
Свіжі ягоди	0...+2°C	85-90%	До 7 діб
Заморожені ягоди	-18°C	≤10%	До 12 місяців
Сушені ягоди	+10...+20°C	≤10%	До 24 місяців
Насіння обліпіхи	+5...+15°C	≤8%	До 36 місяців

Аналіз умов зберігання сировини для виробництва обліпіхової олії показує, що температурний режим та вологість відіграють вирішальну роль у збереженні якісних показників сировини.

- Свіжі ягоди мають найкоротший термін зберігання (до 7 діб) і

потребують низьких температур (+0...+2°C) та високої вологості (85-90%) для запобігання зневодненню та псуванню.

- Заморожені ягоди (-18°C) можуть зберігатися значно довше (до 12 місяців), що дозволяє забезпечити виробництво сировиною поза періодом збору.
- Сушені ягоди мають тривалий термін зберігання (до 24 місяців) за помірних температур (+10...+20°C) та низької вологості ($\leq 10\%$), що дозволяє уникнути мікробіологічного псування.
- Насіння обліпихи, яке містить високий відсоток жирних кислот, може зберігатися найдовше (до 36 місяців) при температурі +5...+15°C та вологості не більше 8%, що запобігає прогірканню олії.

Дотримання оптимальних умов зберігання дозволяє зберегти якість сировини, запобігти втратам поживних речовин і мінімізувати втрати під час виробництва обліпихової олії.

Аналіз сировини, матеріалів та напівпродуктів, що використовуються у виробництві обліпихової олії, показує, що ключовими факторами, які впливають на якість кінцевого продукту, є якість обліпихових ягід і насіння, відповідність допоміжних матеріалів (вода, рослинна олія, сорбенти) нормативним вимогам, а також дотримання стандартів під час зберігання та пакування (табл.2.4).

Таблиця 2.4 – Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів, що використовуються при виробництві обліпихової олії

Найменування	Категорія та номер НД	Показники НТД, обов'язкові для перевірки	Примітка
1	2	3	4
Ягоди обліпихи	ДСТУ 8302:2015	Вологість $\leq 85\%$, кислотність 2-3%, вміст каротиноїдів 30-70 мг/100 г	Основна сировина
Насіння обліпихи	ДСТУ 5036:2008	Вміст олії 10-15%, кислотність $\leq 1\%$, вологість $\leq 8\%$	Використовується для отримання насінневої олії
Вода питна	ДСТУ 7525:2014	Відповідність санітарним нормам, відсутність домішок	Використовується для миття та підготовки ягід

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
Рослинна олія (для екстракції)	ДСТУ 4492:2017	Кислотне число ≤ 4 мг КОН/г, вологість $\leq 0,2\%$	Використовується в методі масляної екстракції
Сорбенти (адсорбенти)	Фармакопейна стаття (ФС)	Гігроскопічність $\leq 5\%$, механічні домішки $\leq 0,1\%$	Для очищення кінцевого продукту
Обліпихова макуха	Внутрішні технічні умови	Вміст залишкової олії $\leq 5\%$, вологість $\leq 10\%$	Використовується для вторинної переробки
Упаковка (скляна тара, капсули)	ДСТУ 4260:2003	Хімічна інертність, міцність, герметичність	Захист від окислення та псування продукту

Основною сировиною є стиглі плоди обліпихи, які мають високий вміст каротиноїдів, вітамінів і жирних кислот. Використання обліпихового насіння забезпечує виробництво олії з високим вмістом Омега-3, -6 і -9 жирних кислот. Для підвищення ефективності виробництва застосовуються допоміжні речовини, такі як рослинна олія для екстракції та сорбенти для очищення.

Важливим етапом є правильний вибір тари та упаковки, які повинні відповідати вимогам до хімічної інертності та герметичності, щоб запобігти окисленню олії.

Отже, відповідність усіх компонентів технологічного процесу чинним нормативним документам дозволяє отримати високоякісну обліпихову олію з максимальним збереженням її корисних властивостей

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок матеріального балансу

Матеріальний баланс - це основний інструмент для аналізу технологічного процесу, який дозволяє визначити кількість сировини, що використовується, а також вихід готової продукції, побічних продуктів та втрат. Для здійснення розрахунків матеріального балансу використовуються такі основні формули:

1. Загальне рівняння матеріального балансу

$$G_1 = (G_2 + G_3 + G_4) + G_5 \quad (3.1)$$

де G_1 - кількість вихідної сировини;

G_2 - кількість готової продукції (обліпихова олія);

G_3 - побічні продукти (макуха, інші частини);

G_4 - відходи (непридатна сировина);

G_5 - втрати (втрачені компоненти, зменшення маси).

У випадку відсутності відходів та побічних продуктів виробництва, рівняння матеріального балансу діючої речовини приймає наступний вигляд:

$$G_1 = (G_2 + G_5) \quad (3.2)$$

2. Витратний коефіцієнт сировини (K_p)

$$K_p = \frac{G_1}{G_2} \quad (3.3)$$

де K_r - витратний коефіцієнт сировини;

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

G_1 - кількість вихідної сировини;

G_2 - кількість готової продукції.

3. Вихід готової продукції (η)

$$\eta = \frac{G_2}{G_1} * 100\% \quad (3.4)$$

де η - вихід готової продукції у відсотках;

G_2 - кількість готової продукції;

G_1 - кількість вихідної сировини.

4. Втрати (ε)

$$\varepsilon = \frac{G_5}{G_1} * 100\% \quad (3.5)$$

де E - втрати в процентах;

G_5 - кількість втрат;

G_1 - кількість вихідної сировини.

Для складання матеріального балансу за наведеною схемою, проведемо розрахунки на основі виробництва обліпихової олії. Оскільки це процес, що включає екстракцію, фільтрацію та очищення, розрахунки будуть проводитися для кожної стадії. Ми будемо використовувати дані для сировини (свіжі ягоди обліпихи) та отриманої олії, а також визначати витрати та кількість кожного компонента на різних етапах.

Для розрахунку матеріального балансу будемо використовувати наступні дані:

- Кількість готової продукції: 275 кг обліпихової олії.
- Побічні продукти: 310 кг (макуха, інші частини рослини).

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Відходи: 290 кг (непридатні частини ягід, зіпсовані плоди, сміття).
- Втрати: 45 кг (втрачені компоненти під час екстракції та фільтрації).

Крок 1. Розрахунок загального матеріального балансу

$$G_1 = (275 \text{ кг} + 310 \text{ кг} + 290 \text{ кг}) + 45 \text{ кг} = 920$$

Крок 2. Розрахунок витратного коефіцієнта сировини (K_p)

$$K_p = \frac{920 \text{ кг}}{275 \text{ кг}} = 3,345 \text{ кг}$$

Крок 3. Розрахунок виходу готової продукції (η)

$$\eta = \frac{275 \text{ кг}}{920 \text{ кг}} * 100\% = 30 \%$$

Крок 4. Розрахунок втрат (ϵ)

$$\epsilon = \frac{45 \text{ кг}}{920 \text{ кг}} * 100\% = 5 \%$$

На основі проведених розрахунків можна зробити такі висновки: загальний матеріальний баланс підтверджує відповідність вхідної сировини (920 кг) отриманій продукції, напівпродуктам та втратам, що свідчить про правильний розподіл маси в процесі виробництва. Витратний коефіцієнт (K_p) становить 3.345, що означає, що для отримання 1 кг готової продукції потрібно витратити 3.345 кг вихідної сировини. Вихід готової продукції (η) складає 30%, що є відносно високим показником для подібного виробництва, вказуючи на ефективність процесу. Втрати у виробничому процесі складають 5%, що є допустимим рівнем, але можливе його зменшення шляхом

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптимізації технологічних операцій.

Результати проведених розрахунків представлені у табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Матеріальний баланс стадій технологічного процесу Обліпихової олії

Найменування	Вміст основної речовини, % мас.	Витрачено та отримано	Об'єм, л	Кількість, штук
		Маса, кг	Загальна	Основної речовини
Витрачено на стадії:				
А. Сировини:				
Обліпихові ягоди	100%	920	920	-
Б. Матеріалів:				
Допоміжні матеріали	100%	45	45	-
В. Напівпродуктів:				
Макуха (після пресування)	100%	310	310	-
Всього витрачено		920	920	-
Отримано на стадії:				
А. Напівпродуктів (на кінцевій стадії – готових продуктів):				
Обліпихова олія	100%	275	275	-
Б. Відходів, у тому числі:				
Побічні продукти	-	290	290	-
В. Втрат, у тому числі:				
Виробничі втрати	-	45	45	-
Всього отримано		920	920	-

Розрахунок матеріального балансу показав, що для виробництва 275 кг обліпихової олії потрібно 920 кг сировини, з яких 310 кг йде у макуху, 290 кг у побічні продукти, а технологічні втрати становлять 45 кг (5% від загальної маси сировини). Витратний коефіцієнт сировини (K_p) склав 3,345 кг, що означає, що для отримання 1 кг олії необхідно використати 3,345 кг сировини. Вихід готової продукції (η) становить 30%, що є типовим для технології виробництва обліпихової олії.

Таблиця 3.2 – Матеріальний баланс стадій технологічного процесу сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum*

Найменування	Вміст основної речовини, % мас.	Витрачено та отримано	Об'єм, л	Кількість, штук
		Маса, кг	Загальна	Основної речовини
Витрачено на стадії:				
А. Сировини:				
Живильне середовище (розчин)	100%	1200	1200	-
Посівна культура	100%	120	-	-
Б. Матеріалів:				
Допоміжні матеріали	100%	10	-	-
В. Напівпродуктів:				
Культуральна рідина (біомаса + вода)	0,5-1%	1200	1200	6 кг (суха біомаса)
Всього витрачено		1530	1200	-
Отримано на стадії:				
А. Напівпродуктів (на кінцевій стадії – готових продуктів):				
Суша біомаса <i>Bifidobacterium bifidum</i>	100%	6	-	-
Б. Відходів, у тому числі:				
Вода та відходи виробництва	-	1524	-	-
В. Втрат, у тому числі:				
Виробничі втрати	-	0	45	-
Всього отримано		1530	1200	-

3.2 Розрахунок і вибір технологічного обладнання

Організація виробництва біфідумбактерину та біомаси обліпихової олії методом CO₂-екстракції потребує ретельного вибору відповідного обладнання для кожного етапу технологічного процесу. Для забезпечення стабільної якості продукції, дотримання санітарно-гігієнічних вимог та ефективності виробництва необхідно здійснити інженерні розрахунки об'ємів, продуктивності та параметрів ключових апаратів. Нижче наведено приклади розрахунків для основного обладнання, що використовується у процесі біотехнологічного виробництва.

1. Розрахунок об'єму біореактора

Після розрахунку матеріального балансу виробничого процесу був зроблений вибір залежно від його технічних характеристик та розміру серії, обумовленому кількістю завантаження біореактору та виходу готової продукції. В біореактор завантажують 142,5 кг, готового продукту 275 упаковок по 0,2 кг.

Для забезпечення безперервного процесу культивування біфідобактерій необхідно правильно визначити об'єм біореактора, який розраховується за формулою:

$$V_{\text{біореактора}} = \frac{M_{\text{суха біомаса}} \cdot 1000}{C_{\text{біомас}}} \quad (3.6)$$

де $M_{\text{суха біомаса}}$ — бажаний вихід сухої біомаси, кг.

$C_{\text{біомаса}}$ — концентрація сухої біомаси в культуральній рідині г/л

V — об'єм біореактора, л.

$$V_{\text{біореактора}} = \frac{6 \text{ кг} \cdot 1000}{5 \text{ г/л}} = 1200 \text{ л}$$

З урахуванням резерву на очищення та запуск вибирається біореактор об'ємом 1200 л.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2. Визначення маси сухої біомаси після ферментації

$$C_{\text{біомаса}} = 10^{19} \text{ КОЕ/ml} = 10^{12} \text{ КОЕ/l} \quad (3.7)$$

При масі $1 \approx 10^{10} \text{ КОЕ}$

$$m = \frac{10^{12}}{10^{10}} = 100 \text{ g/l} \quad (3.8)$$

З 100 л культуральної рідини:

$$m_{\text{мокра}} = 100 * 100 = 10 \text{ kg}$$

Коефіцієнт висушування $\approx 10:1$

$$m_{\text{суха}} = \frac{10}{10} = 1 \text{ kg} \quad (3.8)$$

Загальний вигляд ферментера представлений на рис. 3.1.

3. Розрахунок обладнання для CO₂-екстракції обліпихової олії

Розрахунок необхідної маси сировини:

$$w_{\text{вихід}} = 0,08 m_{\text{олії}} = 4 \text{ kg} \quad (3.9)$$

$$m_{\text{сировини}} = \frac{m_{\text{олії}}}{w_{\text{вихід}}} = \frac{4}{0,08} = 50 \text{ kg} \quad (3.10)$$

Визначення об'єму екстрактора:

$$p_{\text{сировини}} = 0,5 \text{ kg/l} \quad (3.11)$$

$$V_{\text{камери}} = \frac{m_{\text{сировини}}}{p_{\text{сировини}}} = \frac{50}{0,5} = 100 \text{ l} \quad (3.12)$$

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення кількості CO₂, необхідної на цикл:

$$m_{CO_2} = m_{олії} * 60 = 4 * 60 = 240 \text{ kg} \quad (3.13)$$

$$p_{CO_2} = 0.8 \text{ kg/1} \quad (3.14)$$

$$V_{CO_2} = \frac{m_{CO_2}}{p_{CO_2}} = \frac{240}{0.8} = 300 \text{ l} \quad (3.14)$$

Визначено оптимальний об'єм біореактора для добового виробництва культуральної рідини, масу отриманої біомаси, а також параметри процесу екстракції: масу сировини, об'єм екстракційної камери та необхідну кількість діоксиду вуглецю. Ці дані є основою для вибору відповідного технологічного обладнання та організації безперервного виробничого процесу.

3.3 Опис технологічного процесу

Технологічний процес виробництва *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum* проходить наступні етапи як:

ДР 1. Підготовка виробництва.

ДР 2. Приготування виробничого середовища.

ТП 3. Отримання посівної культури.

ТП 4. Ферментація.

ТП 5. Отримання *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum*.

ПМВ 6. Пакування, маркування та відвантаження готового продукту.

Стадія ДР 1. Підготовка виробництва.

Перед початком роботи необхідно підготувати приміщення для виробництва *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum* згідно діючим стандартам та вимогами Настанови. Підготовка складається з:

– підготовка повітря

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підготовка виробничих приміщень
- підготовка обладнання та інвентарю
- підготовка персоналу

Підготовка повітря.

Отримання *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum* відбувається у приміщенні з припливно-витяжною вентиляцією. Перед початком роботи заміряють і контролюють у повітрі вміст механічних часток та мікробну контамінацію згідно СРМ (СОП), результати заносять до протоколу.

Підготовка виробничих приміщень.

Проводиться генеральне прибирання приміщення, яке складається з перевірки вентиляційної системи, ламп освітлення та фільтрів, обробки всіх поверхонь дезінфікуючими засобами. Вологе прибирання проводиться за встановленим графіком згідно санітарним нормам GMP. Температурно-вологий режим контролюється спеціальними приладами.

Підготовка обладнання та інвентарю.

Обладнання проходить такі етапи: *візуальний огляд, перевірка герметичності, робота на холостому ході, регулювання необхідних параметрів.*

Візуальний огляд проводять після прибирання та перед початком роботи для усунення наявності несправності апаратури.

Весь інвентар, необхідний для роботи (ферментери, фільтри, ємності, трубопроводи) потрібно дезінфекціонувати/стерилізувати згідно затвердженим методикам.

Перевірка на герметичність.

Для перевірки основного ферментера, інокулятора на герметичність необхідно подати аераційне повітря до набору надлишкового тиску у 0,1-0,2-МПа, перекривши прохід повітря, і реєструвати показання манометра протягом 40-60 хв. Якщо падіння тиску не перевищує 0,01 МПа – апарат є герметичним. Якщо дане значення перепаду тиску перевищує 0,01 МПа

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

необхідно провести перевірку і знайти місце, де відбулася розгерметизація, використовуючи метод омилання апарату (його опорних з'єднань).

Підготовка персоналу.

Пере початком роботи проводиться інструктаж з техніки безпеки, санітарно-гігієнічних вимог, асептичної роботи. Всі працівники, які допускаються до процесу, мають пройти медичний огляд та мати допуск до роботи у стерильних умовах. Працівники з ознаками хвороби не допускаються до виробництва. Підготовка персоналу до роботи повинна складатись з правильним одяганням спеціального одягу, обробки рук (дезінфекція).

Стадія ДР 2. Приготування виробничого середовища.

Операція ДР 2.1. Вхідний контроль компонентів.

Після перевірки сиривини відділом контролю якості (ВКЯ), вона подається на виробництво.

Живильне середовище є запорукою росту біомаси *Bifidobacterium bifidum*. Правильна підготовка середовища впливає не тільки на швидкість розмноження бактерій, стабільність процесу культивування, а й забезпечує якість кінцевого продукту.

Основу напівсентитичного рідкого середовища, яке складається з органічних та мінеральних компонентів входять:

- **Молочна сироватка** – джерело лактози, білків, мінералів і вітамінів. Має природне походження, багата на фактори росту біфідобактерій.
- **Глюкоза** – додаткове джерело вуглеводів, яке легко засвоюється бактеріями і стимулює швидке накопичення біомаси.
- **Бакто-пептон** – гідролізат білків, що містить короткі пептиди, амінокислоти, вітаміни та інші речовини, необхідні для активного росту бактерій.
- **Дріжджовий екстракт** – природне джерело вітамінів групи В та факторів росту (може додаватися додатково).

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- **Мінеральні солі** – забезпечують іонний баланс, підтримують осмотичний тиск та активують ферментативні системи бактерій.

Після отримання позитивного результату перевірки сировини, вона подається зі складу на виробничу ділянку у кількості, достатній для виготовлення однієї серії продукту.

Операція ДР 2.2. Приготування виробничого середовища.

Перед початком приготування *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum* треба щоб технолог цеху розрахував кількість компонентів які входять для отримання необхідного о'єму живильного середовища.

Таблиця 3.4 – Склад виробничого живильного середовища

Компонент	Кількість	
	На 1 л, г/мл	На 1200 л, кг
Молочна сироватка рідка	900 мг	1090 л
Бакто-пептон	10 г	12,0 кг
Екстракт дріжджовий	5 г	6,0 кг
Лактоза(або молочний цукор)	10 г	12,0 кг
Цистеїн гірохлорид	0,5 г	0,6 кг
Натрій ацетат	5 г	6,0 кг
Сульфат магнію ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)	0,2 г	0,24 кг
Сульфат марганцю ($MnSO_4$)	0,01 г	0,012 кг
Вода очищена	до 90 мл	до 120 л

Далі кожен компонент зважують та меркерують у контейнерах З 1 – З 6 та на вагах КП 7 та КП 8 та роблять наважки: 12,0 кг бакто-пептону, 6,0 кг дріжджового екстракту, 12,00 кг лактози, 0,6 г цистеїн гірохлорид, 6,0 кг натрію ацетат, 0,24 г сульфат магнія, 0,012 г сульфат марганцю 1200 л води очищеної.

Для приготування живильного середовища використовується реактор Р11 об'ємом 1200 л. Спочатку треба приготувати живильний концентрат для цього завантажують у допоміжний бак очищену або дистильовану воду в об'ємі

близько 120 л, далі нагрівають до 40–50 °С, при постійному перемішуванні, потім починають додавати сухі компоненти в певній послідовності для повного розчинення компонентів: пептон і глюкозу, та сульфат магнію (MgSO_4) і $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – мінеральні солі, необхідні для буферизації рН та ферментативної активності клітин. Після розчинення концентрат стерилізують окремо в автоклаві (у цьому ж баку) при 121 °С, 20 хв, потім охолоджують до температури 35–40 °С.

У реактор Р11 заливають молочну сироватку рідку (джерело лактози) – 1080 л. Після чього до цього реактору із допоміжного баку доливають концентрат.

Доводят вагу розчину до 1200 л доливаючи воду очищену та перемішують 15-20 хвилин.

Після чого контролюють повне розчинення і гомогенність, перевіряють та коригують рН, який має бути в межах 6,5-7,0. При необхідності треба коригувати рН додаванням 1 М НСІ або NaOH.

Далі стерелізують середовище в реакторі подаючи у сорочку пару та нагрівають середовище до 120 °С при тиску 0,1 МПа.

Необхідно закрити подачу пари після того як закінчиться процес стерилізації, потім відкрити вентиль конденсату та дочекатися поки тиск дорівнюватиме 0 Мпа і подати воду для охолодження середовища до 30 °С у сорочку.

Далі потрібно відбирати пробу для контролю стерильності.

Простерилізоване виробниче середовище передають на стадію ТП 4. Ферментація.

Стадія ТП 3. Отримання посівної культури.

У лабораторії з класом чистоти В отримують посівну кильтуру.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Для приготування посівної культури використовують рідке живильне середовище, що сприяє активному росту біфідобактерій та збереженню їх біологічної активності.

Отримання культури I генерації.

Ліофілізований штам *Bifidobacterium bifidum* регідрують стерильним розчином натрію хлориду 0,9 % та переносять по 1 мл у 10 стерильних пробірок по 9 мл посівного середовища. Пробірки інкубують 12 - 16 год у термостаті Т 13 при температурі 37 °С.

Культуру контролюють на чистоту мікроскопіюванням за показниками: зовнішній вигляд (каламутна густа рідина), морфологія культури (ланцюжки коків з капсулами), кількість живих м/о (не менше 108 КУО/см³) сторонні мікроорганізми (відсутність).

Отримання культури II генерації.

Для субкультивування необхідно збільшити об'єм середовища в 10 разів. Потрібно перенести вміст пробірок в колби - збірники З 14 з 90 мл середовища. Інкують збірники З 14 в термостаті Т 13 при 37 °С 24 год. Потім необхідно перевірити культуру на відповідність наступним критеріям: зовнішній вигляд (каламутна, однорідна), кількість життєздатних клітин не менше 10⁸ КУО/см³ (методом серійного розведення та висівання), стороння мікрофлора (відсутня).

Наступним кроком буде перенесення культури II генерації зі збірників З 15 у інокулятор Р 16 зі збільшенням об'єму середовища в 10 разів. Необхідно інкубувати і контролювати при тих же умовах і за тими ж показниками.

Стадія ТП 4. Ферментація.

Для отримання *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum* застосовують біореактор Р 17 ємністю 2000 л. Спочатку його стерилізують гострою парою при температурі 121 °С протягом 45 хвилин.

Необхідно насосом Н 18 додати підготовлене на операції ДР 2.2 виробниче живильне середовище з температурою 28-32 °С.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Додають інокулят – посівну культуру *Bifidobacterium bifidum*. Процес відбувається в стерильних умовах.

Протягом всього часу ферментації температуру потрібно підтримувати близько 25–30 °С, при тривалості процесу 24–48 годин. Необхідно контролювати рН середовища на рівні 6,5–7,0 за допомогою додавання лужного розчину натрію гідроксиду.

Використовують аератор та мішалку, щоб рівномірно розподілити поживні речовини та кисень. Але, для *Bifidobacterium bifidum* аерація проводиться з мінімальною витратою повітря, тому що ці бактерії є факультативно анаеробними.

На стадію ТП 5 Отримання *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum* передають насосом Н18 отриману культуральну рідину з біореактору Р 17 в стерильний збірник пересувний З 19, який повинен бути герметизований.

Стадія ТП 5. Отримання сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum*.

Операція ТП 5.1. Відділення біомаси.

Після завершення процесу ферментації культуральну рідину, яка містить клітини *Bifidobacterium bifidum*, транспортують з біореактора Р-17 в герметичний пересувний збірник З-19, а звідти подають на етап механічного відділення біомаси.

Відбувається процес відділення біомаси *Bifidobacterium bifidum* від культуральної рідини в промислових умовах із застосуванням центрифуги Ц 20. Метод забезпечує ефективно відокремити клітини біфідобактерій від середовища після завершення ферментації, та концентрацію клітин у вигляді пастоподібної маси.

Подача культуральної рідини з біореактора або збірника здійснюється насосом в центрифугу Ц-20. У швидко обертовому барабані під дією відцентрової сили відбувається розділення фази: клітини бактерій осідають на внутрішній поверхні барабана.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Шнек всередині барабана обертається з невеликою різницею швидкості, переміщуючи осаджену біомасу до зони вивантаження. Отриману вологу біомасу з вмістом води 75–80% збирають у спеціальний контейнер для подальшої обробки (сушіння або стабілізації) при температурі не вище 10 °С, щоб зберегти життєздатність пробіотичних культур.

На операції контролюють: швидкість обертання ротора (автоматично та налаштовується залежно від щільності біомаси і в'язкості культуральної рідини. Оптимальна швидкість – близько 6000–7000 об/хв.), температура рідини має бути 4-10 °С (за допомогою охолоджувальної системи буферної ємності), продуктивність потоку (налаштована в межах 1000–3000 л/год.), тиск на вході (в межах 1–3 бар), відокремлення осаду (інтервали автоматичного очищення сепаратора).

Операція ТП 5.1. Промивання біомаси буферним розчином

Промивання біомаси буферним розчином — важливий етап після центрифугування, який забезпечує очищення клітин від залишкових речовин середовища, токсичних метаболітів та стабілізацію клітинного матеріалу перед подальшим використанням (наприклад, сушінням або включенням у лікарську форму).

Після центрифугування культуральної рідини необхідно відокремити біомасу, яка транспортується у резервуар для промивання через стерильний трубопровід. Це можна зробити за допомогою фосфатно-буферного розчину (ФБР), який необхідно перемішувати за допомогою мішалки або рециркуляційного насоса протягом 10–15 хв. Далі очищена рідина (фільтрат, що містить біомасу) за допомогою іншого трубопроводу подається у збірник 3 21 і проходить наступні етапи очищення та промивання.

Операція ТП 5.2. Сушка сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum*

Після промивання клітинної біомаси *Bifidobacterium bifidum* у центрифугі Ц-20 на попередньому етапі (ТП 5.1), наступний етап це видалення

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

вологи з концентрованої біомаси *Bifidobacterium bifidum* методом сублімації (випаровування льоду в вакуумі) з метою тривалого зберігання, збереження активності та стабільності клітин.

Перед заморожуванням до біомаси додають кріопротектори – речовини, які захищають клітини від ушкодження льодовими кристалами та втрати активності при сублімації (такі як мальтоза 5-10%, сахароза 5-10%).

Після додавання кріопротектора біомасу ретельно перемішують до однорідної консистенції. Підготовлену біомасу фасують у флакони, лотки або інші ємності, придатні для розміщення в ліофільному сушильному апараті. Товщина шару біомаси: не більше 10 мм, оптимально 5–7 мм — це забезпечує рівномірне заморожування та ефективну сублімацію. Ємності не закриваються герметично, а накриваються стерильними кришками чи фольгою, що пропускає пар у процесі сушіння. Розливу біомасу охолоджують до –35...–45 °С у морозильних камерах або безпосередньо в ліофілізаторі. Тривалість заморожування – не менше 4 годин, поки біомаса не промерзне повністю (визначається температурними датчиками в середині шару).

Після завершення підготовки біомаса передається безпосередньо в ліофільний сушильний апарат, де відбувається основне і вторинне сушіння. Сублімація відбувається при дотриманні наступних вимог: Температура: –30...–10 °С, тиск: 0,05–0,5 мбар, та тривалість 24–48 годин. В результаті отримуємо пористу структуру біомаси з великою площею випару.

Після завершення стадії сушки виймають суху біомасу *Bifidobacterium bifidum* у збірник 3 24.

Стадія ПМВ 6. Пакування, маркування та відвантаження готового продукту

Стадія ПМВ 6.1 Упаковка та маркування

Після завершення процесу ліофілізації готову суху біомасу фасують у відповідну з дотриманням умов стерильності, захисту від вологи, світла та кисню.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

На стадії *сухої біомаси Bifidobacterium bifidum* фасують у контейнери по 0,2 кг для подальшого використання або продажу на автоматі наповнення контейнерів ГФ 26.

Автомат налаштовують на необхідну вагу – 204 г. Зважують наповнений контейнер під час роботи, для контролю ваги. Вона має бути не менше 200 г. Контролюють також якість закупорювання контейнера. Не повинно бути браку кришок.

На кожен контейнер наклеюють етикетку встановленого зразку за допомогою автомату ГФ 27. ГФ 27 наносить дату, номер серії та термін придатності на етикетці. Оператор відповідає за достовірність інформації та якість наклеювання етикетки.

Готові контейнери збираються на пакувальному столі і для подальшого пакування контейнери вкладають в картонні ящики, які разом з груповою етикеткою відвантажуються на карантинний склад. Пакувальник контролює відповідність тексту та правильність маркування (номер серії та термін придатності), якість пакування.

Від серії готової продукції відбирають пробу для контролю готової продукції за всіма показниками НТД.

Продукція зберігається на карантинному складі до отримання результатів контролю та дозволу на реалізацію.

3.4 Концентрування біомаси та Обліпихової олії

У межах даного дослідження було розроблено технологічний процес одержання обліпихової олії методом надкритичної CO₂-екстракції, біотехнологічне культивування *Bifidobacterium bifidum* з подальшим отриманням біфідумбактерину, а також етап комбінування отриманих компонентів у вигляді однорідної масляної композиції. Вказані продукти використовуються як активні речовини для виготовлення супозиторіїв лікувально-профілактичного призначення (рис.3.2).

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

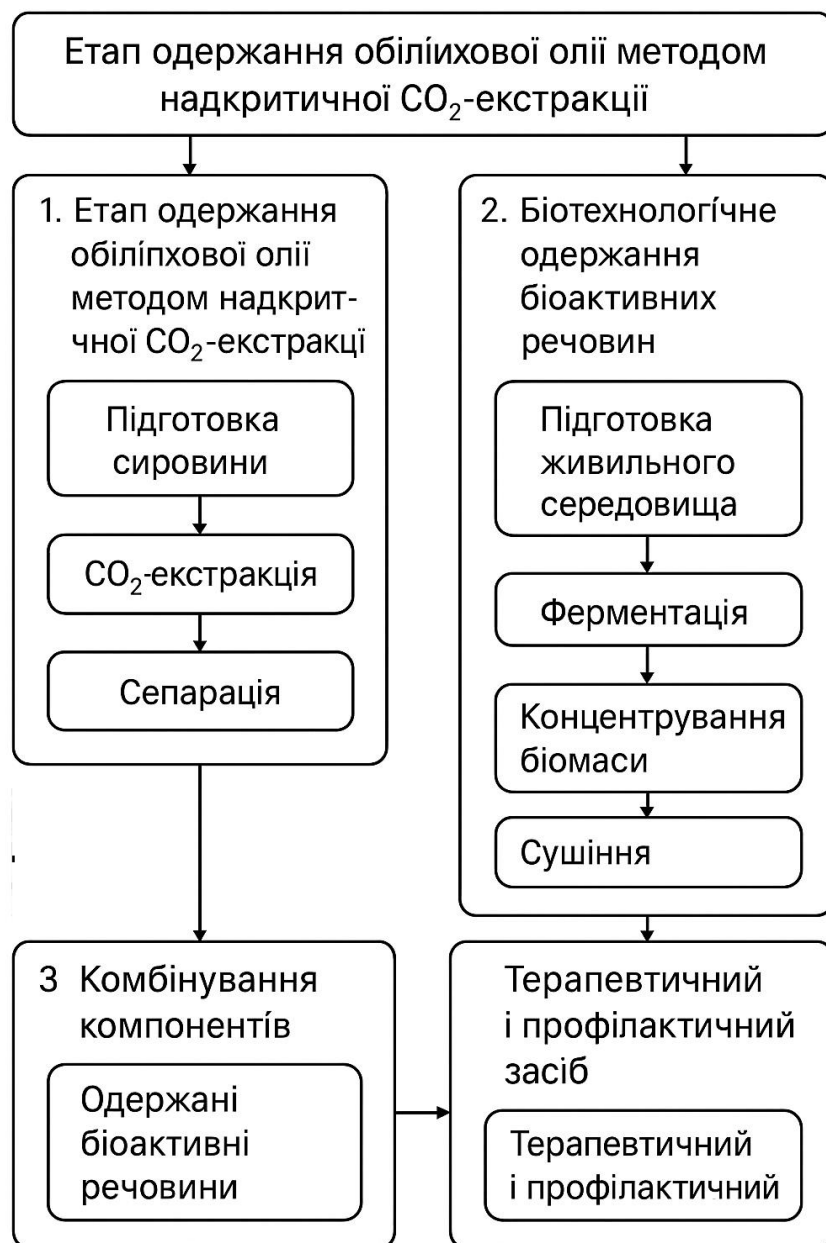


Рис. 3.2 – Схема біотехнологічного процесу виробництва обліпихової олії

1. Етап одержання обліпихової олії методом надкритичної CO₂-екстракції

Метод надкритичної екстракції із застосуванням вуглекислого газу як розчинника було обрано через його здатність зберігати біологічно активні речовини у незміненому вигляді. Процес складається з наступних технологічних етапів:

- *Підготовка сировини.* Ягоди обліпихи миють, сушать до вологості 8–10%, подрібнюють і завантажують у екстракційний апарат.

- *CO₂-екстракція.* Встановлюються параметри: тиск 300–350 бар, температура 45–50 °С. Тривалість процесу складає 1,5–2 години. У цих умовах вуглекислий газ переходить у надкритичний стан і ефективно екстрагує ліпофільні компоненти.

- *Сепарація.* Після екстракції вуглекислий газ дегазується, а очищена олія відбирається у приймальні ємності. Олія зберігається в умовах, що захищають її від окислення (вакуумна тара або інертне середовище).

Отриманий продукт - обліпихова олія з високим вмістом вітамінів А, Е, каротиноїдів, фітостеролів, поліфенолів та жирних кислот (омега-3, -6, -9).

2. Біотехнологічне одержання біфідумбактерину

Біфідумбактерин є концентрованою біомасою живих клітин пробіотичної культури *Bifidobacterium bifidum*. Його одержання реалізується у таких стадіях:

- *Підготовка живильного середовища.* Використовується напівсинтетичне середовище на основі молочної сироватки, збагачене глюкозою та пептоном. Середовище стерилізується автоклавуванням.

- *Ферментація.* У стерильних анаеробних умовах здійснюється культивування штаму *B. bifidum* при температурі 37 ± 1 °С протягом 18–24 год.

- *Концентрування біомаси.* Після досягнення потрібної концентрації ($\geq 10^9$ КУО/мл) біомасу центрифугують та промивають.

- *Сушіння.* З використанням сублімаційної сушки або сушіння розпиленням біомасу переводять у суху форму з додаванням стабілізаторів (желатин, лактоза).

Кінцевий продукт - біфідумбактерин у вигляді сухого порошку з вмістом $\geq 10^9$ КУО/г.

3. Комбінування компонентів

Одержані біоактивні речовини - обліпихова олія та сухий біфідумбактерин - комбінуються для створення лікувально-профілактичного засобу. Основна мета поєднання - реалізація синергетичного ефекту між антисептичними, репаративними властивостями олії та пробіотичною

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

активністю біфідумбактерину.

- Комбінування відбувається при температурі не вище 35 °С, з метою збереження життєздатності бактерій.
- Біфідумбактерин рівномірно диспергується в обліпиховій олії до утворення однорідної композиції з вмістом бактерій не менше 10⁷ КУО/дозу.
- Отримана композиція слугує основою для виготовлення супозиторіїв, що не розглядаються у межах цього розділу, але є предметом подальших досліджень.

3.4.1 Організація виробництва біомаси біфідобактерій

Організація виробництва біомаси *Bifidobacterium bifidum* передбачає суворе дотримання санітарно-гігієнічних умов, вимог до стерильності, контролю технологічних параметрів та наявності відповідного обладнання для здійснення анаеробного культивування. Виробничий процес включає такі ключові етапи:

1. Підготовка поживного середовища. Виробництво здійснюється із використанням напівсинтетичного поживного середовища на основі молочної сироватки, яке збагачується глюкозою (2–4%), пептоном, дріжджовим екстрактом і мінеральними солями. Середовище готується централізовано у спеціалізованих ємностях із автоматичним перемішуванням, після чого підлягає стерилізації в автоклаві при температурі 121 °С протягом 15–30 хвилин.

2. Інокуляція та ферментація. До охолодженого середовища (до 35–37 °С) в асептичних умовах додається інокулят активної культури *Bifidobacterium bifidum*. Об'єм інокуляту складає 1–5% загального об'єму ферментера. Процес культивування здійснюється в анаеростатах або біореакторах з контролем температури (37 ± 1 °С), рН (підтримується в межах 6,8–7,2), відсутністю кисню та перемішуванням при низькій швидкості. Тривалість ферментації – 18–24 години.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

3. Концентрування біомаси. Після завершення ферментації культуральну рідину переносять у центрифугу або фільтраційну установку для механічного відділення біомаси. Центрифугування проводиться при 4000–6000 об/хв. Отриману біомасу промивають фізіологічним розчином або буфером для видалення залишків поживного середовища.

4. Стабілізація та сушіння. До концентрованої біомаси додають стабілізатори (желатин, лактоза, мальтодекстрин) для збереження життєздатності клітин. Сушіння здійснюється шляхом сублімації (ліофілізації) або розпилювального сушіння. Готовий продукт – біфідумбактерин у вигляді порошку з концентрацією $\geq 10^9$ КУО/г.

5. Контроль якості. Кожна партія біомаси підлягає мікробіологічному контролю: визначення життєздатності (КУО/г), відсутність патогенних мікроорганізмів, визначення вологості, стабільності та чистоти. Всі дослідження проводяться у сертифікованій лабораторії згідно з фармакопейними вимогами.

6. Упаковка і маркування. Порошок фасується у герметичні стерильні контейнери, бажано у вакуумі або під інертним газом. Зберігання здійснюється при температурі не вище +4 °С.

Отже, отримана суха біомаса біфідобактерій (біфідумбактерин) надалі передається у відділ комбінування компонентів, де з нею працюють у режимі мінімальної температури (≤ 35 °С) для збереження пробіотичної активності. У виробництві супозиторіїв ця біомаса використовується разом з обліпиховою олією як діюча речовина для формування лікувально-профілактичного засобу.

3.5 Схеми виробництва

Біологічна схема виробництва сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum* показана на рис. 3.3.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.3 – Біологічна схема виробництва сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum*

Для наочного відображення послідовності технологічних етапів у процесі отримання біологічно активної композиції на основі обліпихової олії та біфідумбактерину було розроблено відповідну блок-схему. Вона дозволяє візуалізувати основні стадії виробництва, їх логічну послідовність, взаємозв'язки між окремими операціями та точки контролю якості (рис. 3.4, 3.5, 3.6).

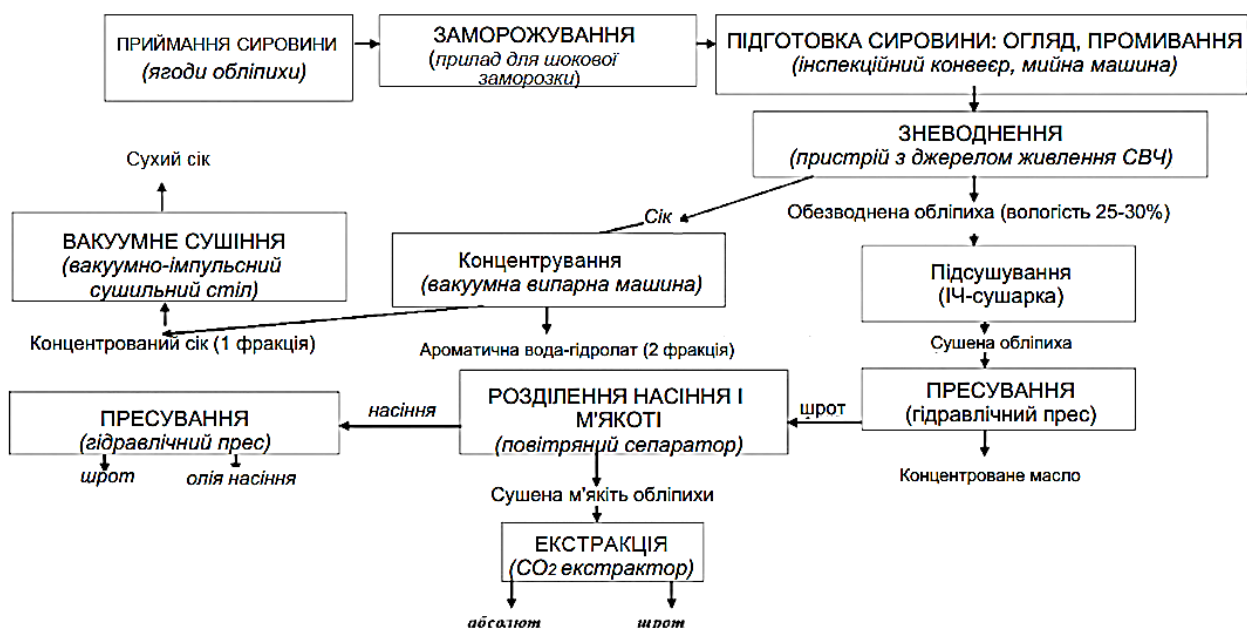


Рис. 3.4 – Блок-схема технологічного процесу виробництва олії обліпихи

Стадія 1. Приймання сировини

На цьому етапі здійснюється вхідний контроль якості ягід обліпихи. Важливо забезпечити відбір сировини зі зрілими плодами без ознак псування, оскільки це прямо впливає на якість готової продукції. Сировина піддається сортуванню та зважуванню.

Стадія 2. Шокове заморожування

Для збереження органолептичних властивостей, ферментативної активності та біологічно активних речовин (антиоксидантів, вітамінів, флавоноїдів) використовується метод шокового заморожування, що дозволяє уникнути утворення великих кристалів льоду, що можуть пошкодити клітини.

Стадія 3. Підготовка сировини (мийка та інспекція)

Оброблену заморожену сировину направляють на миття у мийній машині. Інспекційний конвеєр дозволяє виявити сторонні домішки,

забезпечуючи санітарно-гігієнічні вимоги до подальших етапів.

Стадія 4. Зневоднення за допомогою СВЧ-енергії

Сушка ягід здійснюється з використанням мікрохвильової енергії, що дозволяє досягти вологості 25–30%. Зневоднення в СВЧ-пристроях зменшує втрати термолабільних компонентів та скорочує час обробки.

Стадія 5. Підсушування (ІЧ-сушарка)

Додаткове зниження вологості відбувається в інфрачервоній сушарці, що дозволяє довести стан обліпихи до оптимального для механічної переробки. Зберігаються смакові якості та кольоровість.

Стадія 6. Пресування сушеної обліпихи

Застосування гідравлічного преса забезпечує відокремлення олійної фракції - концентрованого масла обліпихи, яке має високу біологічну активність і застосовується в фармацевтичній та косметичній промисловості.

Стадія 7. Отримання соку та його обробка

Сік, отриманий після СВЧ-зневоднення, направляється на вакуумне імпульсне сушіння. Такий метод дозволяє зберегти природні аромати та біоактивні речовини. Отримується концентрований сік (перша фракція).

Стадія 8. Концентрування (вакуумна випарна машина)

Залишкова рідка фракція (гідролат) після соку концентрується, зберігаючи ароматичні сполуки (друга фракція). Її можна використовувати в ароматерапії або косметичці.

Стадія 9. Розділення насіння і м'якоті

Повітряний сепаратор розділяє м'якоть і насіння. Це дозволяє окремо використовувати кожну фракцію: насіння - для отримання масла, м'якоть - для екстракції абсолюта.

Стадія 10. Пресування насіння

Насіння піддається повторному гідравлічному пресуванню, де отримується олія з насіння та шрот. Олія має інший хімічний склад, ніж олія з м'якоті, тому має інші сфери застосування.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

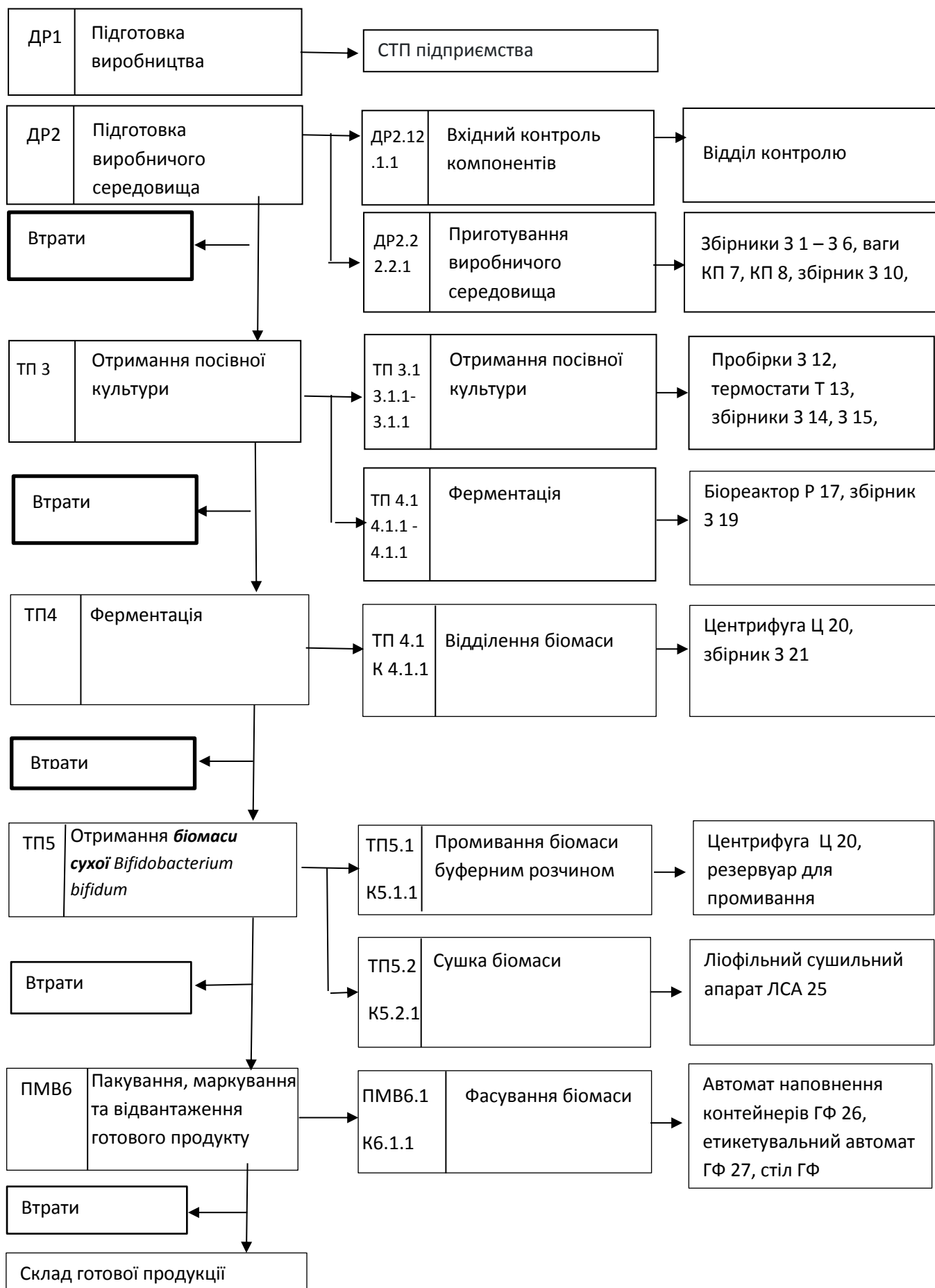


Рис. 3.5 – Технологічна схема виробництва біомаси сухої *Bifidobacterium bifidum*

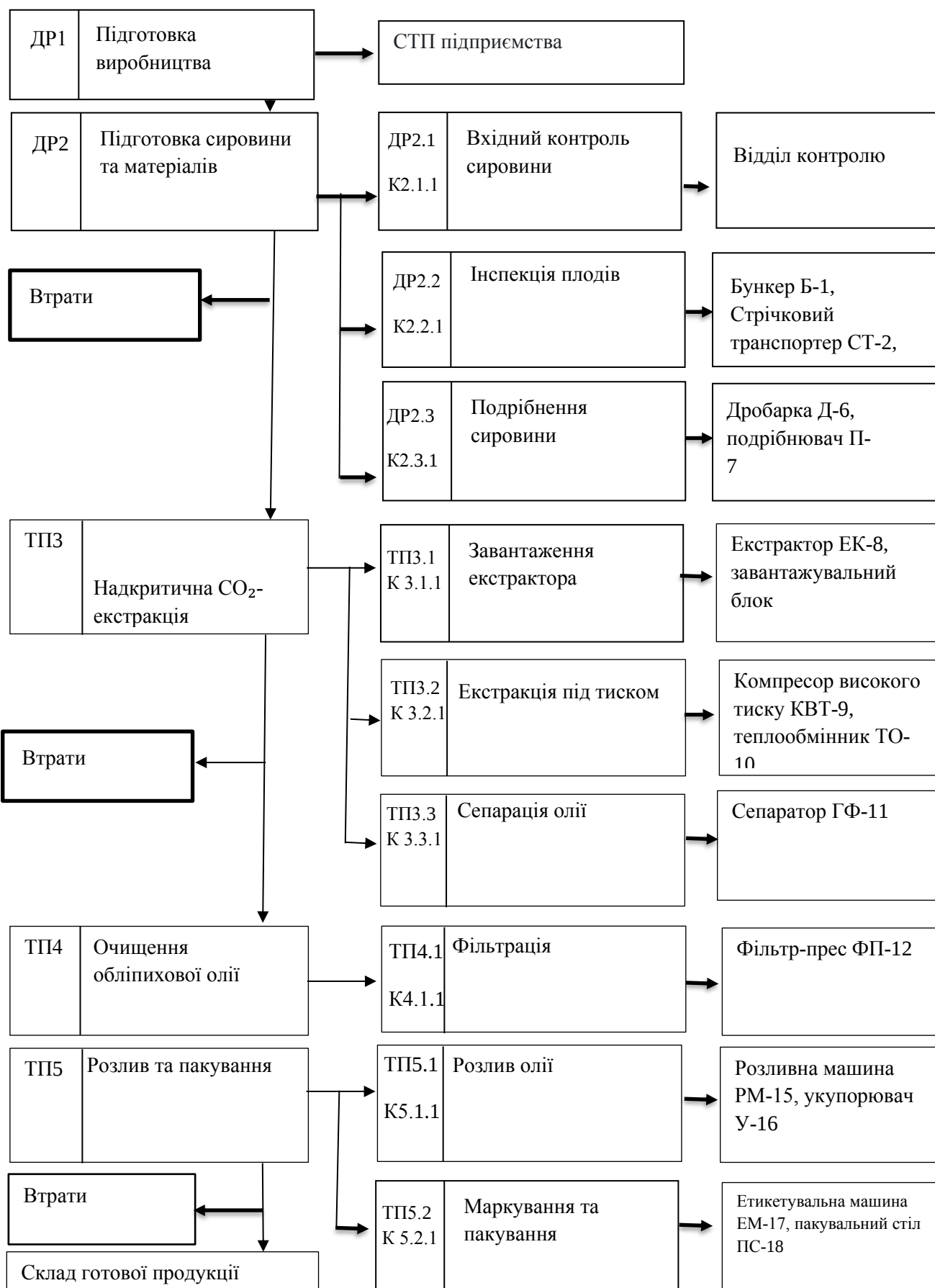


Рис. 3.6 – Технологічна схема виробництва Обліпихової олії

Стадія 11. Екстракція м'якоті CO₂-методом

З використанням суперкритичного CO₂-екстрактора з м'якоті отримують абсолют обліпіхи - висококонцентрований ароматичний екстракт, цінний для парфумерії та фармацевтики.

Запропонована технологія забезпечує максимальне використання всіх компонентів сировини. Кожна стадія обґрунтована з точки зору хімічної стабільності речовин, енергетичної ефективності та збереження біоактивних компонентів.

Апаратурна схема виробництва сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum* представлена на рис. 3.7. Апаратурна схема виробництва Обліпихової олії показана на рис. 3.8.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

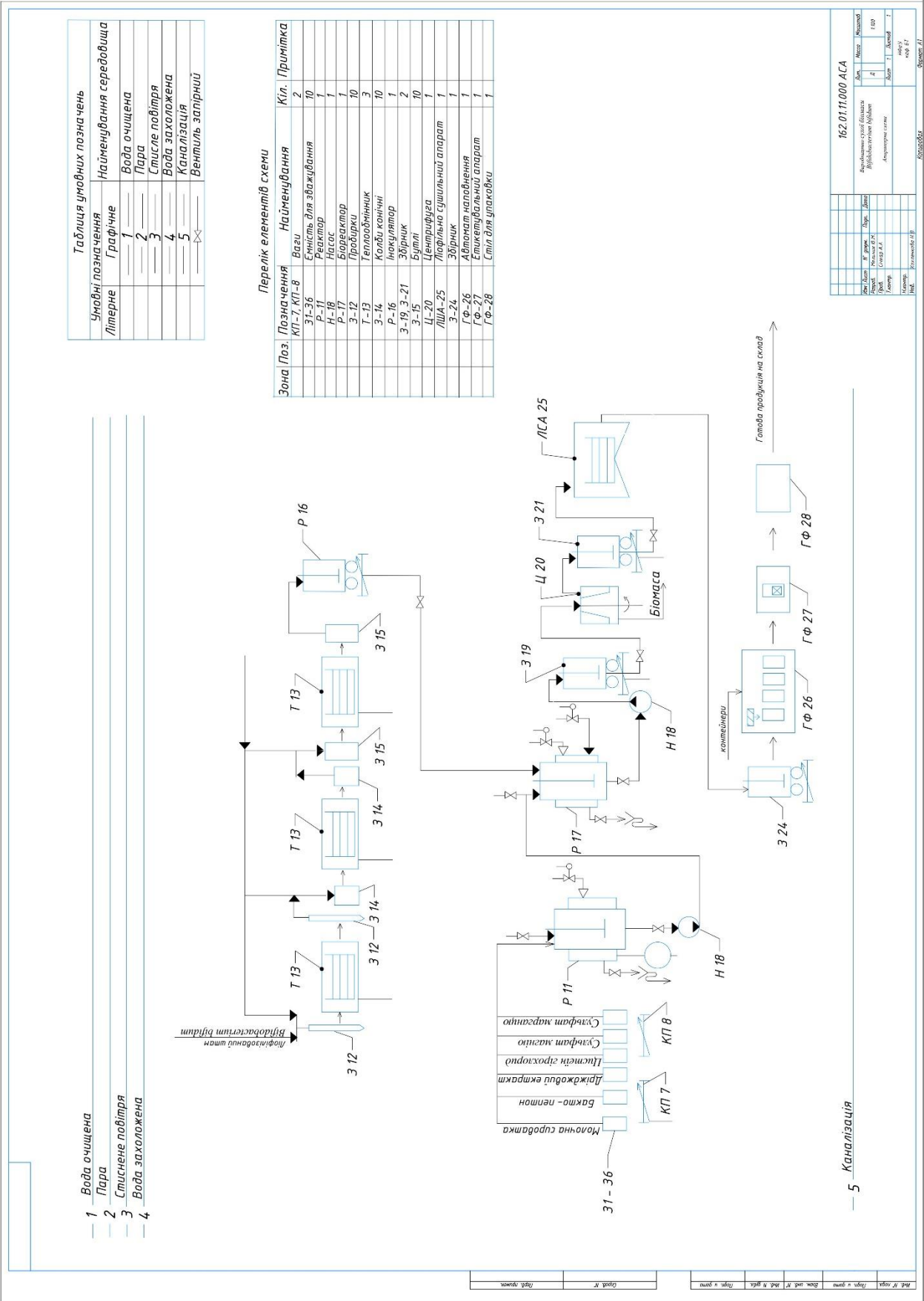


Рис. 3.7 – Апаратурна схема виробництва сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum*

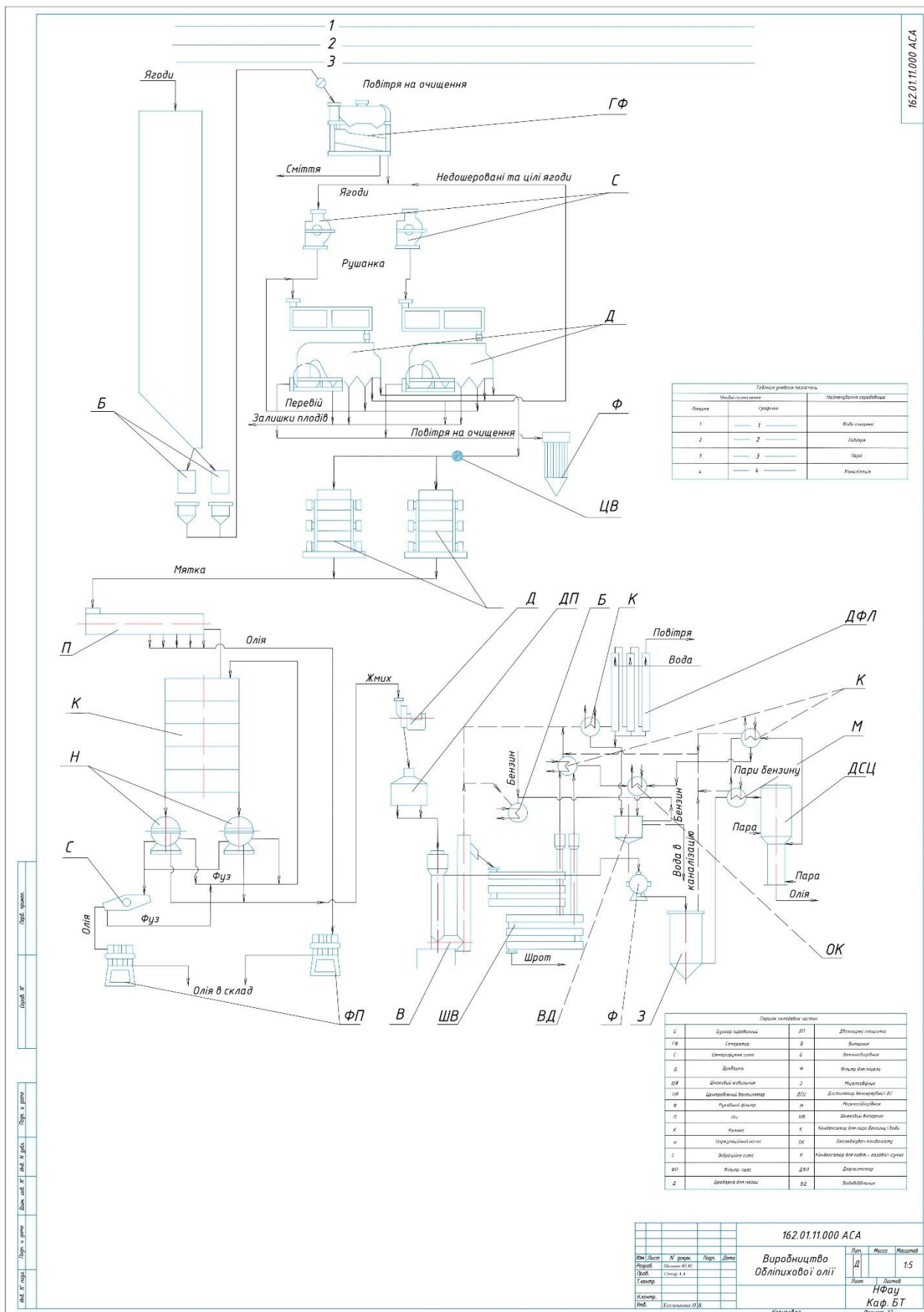


Рис. 3.8 – Апаратурна схема виробництва Облікувальної олії

3.5 Критичні параметри виробництва

Виробництво обліпихової олії потребує суворого контролю кількох критичних параметрів, які впливають на якість кінцевого продукту.

Критичні стадії (операції), їх критичні параметри і критерії прийнятності представлені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Критичні стадії (операції), їх критичні параметри і критерії прийнятності

Но- мер	Критичні точки (критичні стадії, операції)	Критичні параметри і критичні характеристики якості	Одиниця виміру	Критерій прийнятності
1	Підготовка сировини	Свіжість ягід, відсутність механічних пошкоджень, ступінь стиглості	-	Відбір стиглих, неушкоджених ягід
2	Миття та очищення ягід	Якість миття, видалення домішок та залишків бруду	-	Повне видалення забруднень
3	Подрібнення ягід	Однорідність подрібненої маси	-	Однорідна маса без великих фрагментів
4	Екстракція олії	Температура процесу, час екстракції	°С, хв.	Температура не вище 50 °С, час - до 3 годин
5	Відділення олії	Чистота відділеної олії, відсутність домішок	-	Відсутність залишків макухи
6	Фільтрація олії	Розмір пор фільтра, прозорість	мкм	0,2–0,45 мкм, прозора олія
7	Контроль якості олії	Кислотне число, перекисне число, вологість	мг КОН/г, ммоль О ₂ /кг, %	Відповідність нормативним документам (НД)
8	Пастеризація (за потреби)	Температура, час пастеризації	°С, хв.	85–90 °С, до 10 хвилин
9	Розлив та пакування	Стерильність тари, герметичність упаковки	-	Стерильна тара, герметичність
10	Маркування	Відповідність інформації на етикетці	-	Повна інформація про продукт
11	Зберігання	Температура, освітлення	°С	Від 2 до 8 °С, захист від світла

Критичні стадії виробництва обліпихової олії визначають основні етапи, що впливають на якість кінцевого продукту. Зокрема, до ключових параметрів належать свіжість і якість сировини, дотримання температурних режимів під час екстракції та пастеризації, ефективність процесів фільтрації й відділення олії, а також контроль фізико-хімічних показників на кожному етапі.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Важливими критеріями прийнятності є дотримання гігієнічних норм на етапах підготовки сировини, розливу та пакування, забезпечення герметичності тари, а також правильне маркування й дотримання умов зберігання. Особлива увага приділяється контролю якості олії за показниками кислотного числа, перекисного числа та вмісту вологи, що гарантує стабільність і безпечність продукту.

Дотримання визначених критичних параметрів на всіх стадіях процесу забезпечує отримання високоякісної обліпихової олії з оптимальними органолептичними й хімічними показниками, що відповідають нормативним вимогам.

Методики визначення основних параметрів процесу виробництва обліпихової олії

1. Визначення свіжості та якості сировини:

- *Візуальний контроль*: оцінка кольору, відсутності пошкоджень і сторонніх домішок.
- *Органолептична оцінка*: визначення запаху та смаку для виявлення ознак псування.
- *Вологість ягід*: висушування зразка при 105 °С до постійної маси, зважування перед та після сушіння.

2. Контроль якості миття:

- *Метод мікробіологічного аналізу*: відбір проб з поверхні ягід після миття, інкубація на поживних середовищах для виявлення мікрофлори.
- *Контроль прозорості змивів*: візуальне визначення прозорості води після миття.

3. Оцінка ступеня подрібнення:

- *Метод ситового аналізу*: пропускання подрібненої маси через сита різного діаметра для визначення однорідності.
- *Візуальний контроль*: оцінка розмірів фрагментів маси.

4. Контроль температури та часу екстракції:

- *Вимірювання температури*: використання електронних

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

термометрів або термопар у процесі екстракції.

- *Хронометраж*: контроль часу за допомогою таймера або секундоміра.

5. Визначення чистоти відділеної олії:

- *Метод центрифугування*: для відокремлення залишків макухи.
- *Оптичний контроль*: оцінка прозорості олії за допомогою спектрофотометра або візуально.

6. Фільтрація:

- *Контроль цілісності фільтрів*: тест утримання тиску.
- *Визначення розміру пор фільтра*: порівняння з еталонними значеннями виробника.

7. Фізико-хімічні показники:

- *Кислотне число*: титрування розчину олії в спиртовому середовищі 0,1 н розчином КОН до нейтралізації.
- *Перекисне число*: титрування йодидом калію з подальшим титруванням вивільненого йоду тіосульфатом натрію.
- *Вологість*: сушіння зразка при 105 °С до постійної маси.

8. Контроль стерильності тари:

- *Метод мікробіологічного контролю*: інкубація змивів із внутрішніх поверхонь тари на поживних середовищах.

9. Контроль маркування:

- *Візуальна перевірка*: звіряння тексту й інформації на етикетці з технічною документацією.

10. Контроль умов зберігання:

- *Вимірювання температури*: регулярний моніторинг за допомогою термометрів.
- *Оцінка освітленості*: використання люксометрів для контролю рівня освітленості в приміщенні.

Дані методики дозволяють контролювати основні параметри на всіх стадіях виробництва, забезпечуючи високу якість обліпихової олії.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

4 ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА

4.1 Вплив на довкілля

Виробництво обліпихової олії має як позитивний, так і негативний вплив на навколишнє середовище. Обліпиха є цінною рослиною з високою екологічною стійкістю, проте її промислове вирощування та переробка можуть спричиняти певні екологічні ризики.

Пиловиділення на підприємствах з виробництва обліпихової олії виникає переважно під час обробки сировини, сушіння ягід, подрібнення насіння та технологічних процесів екстракції. Основними джерелами пилу є механічне очищення плодів, їхнє висушування, подрібнення для віджимання олії, а також транспортування сировини та побічних продуктів.

Вплив пиловиділення на виробничий процес та довкілля

1. Виробничий ризик – накопичення пилу в повітрі може спричиняти засмічення обладнання, що призводить до його передчасного зношування та підвищених експлуатаційних витрат.

2. Загроза для здоров'я працівників – дрібні частинки можуть потрапляти в дихальні шляхи, викликаючи алергічні реакції або хронічні захворювання легень.

3. Екологічний аспект – пил може осідати у навколишньому середовищі, забруднюючи ґрунт та воду, а також впливати на якість повітря.

Також у виробничих приміщеннях олійного підприємства часто спостерігається вторинне пилоутворення – внаслідок переміщення вгору пилових часточок із підлоги чи обладнання через порушення правил прибирання в цехах, під впливом потоків приточного повітря, швидкому русі працівників у цехах тощо. Крім пилу в атмосферу потрапляють інші забруднювальні речовини, які утворюються в процесі виробництва обліпихової олії. Серед них:

1. Аерозолі рослинних олій – під час віджиму та екстракції

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

утворюються дрібні краплі олії, які можуть зависати у повітрі та осідати на поверхнях, створюючи додатковий виробничий ризик.

2. Леткі органічні сполуки (ЛОС) – при термічній обробці насіння та екстракції олії можуть виділятися леткі речовини, які впливають на якість повітря та можуть мати подразнюючу дію на органи дихання.

3. Запахи – характерні для олійного виробництва випари, що містять ароматичні сполуки, можуть поширюватися в атмосферу та спричиняти дискомфорт для працівників і жителів прилеглих територій.

4. Вуглекислий газ (CO_2) та водяна пара – утворюються під час нагрівання та сушіння сировини, особливо якщо використовуються традиційні джерела енергії, такі як газові чи твердопаливні котли.

5. Тверді залишки органічного походження – дрібні часточки макухи та залишки рослинного матеріалу можуть підніматися в повітря внаслідок механічної обробки та транспортування.

Також на підприємстві в атмосферу потрапляють продукти згоряння палива у котельні, які утворюються при спалюванні газу, твердого чи рідкого палива для забезпечення технологічних процесів, зокрема сушіння сировини та нагрівання обладнання.

Основні забруднювачі, що виділяються при спалюванні палива:

1. Вуглекислий газ (CO_2) – основний парниковий газ, що сприяє глобальному потеплінню.

2. Оксиди азоту (NO_x) – викликають кислотні дощі та сприяють утворенню фотохімічного смогу.

3. Оксиди сірки (SO_x) – утворюються при спалюванні палива з високим вмістом сірки, можуть спричиняти корозію обладнання та негативно впливати на здоров'я людей.

4. Чадний газ (CO) – токсичний газ, що утворюється при неповному згорянні палива.

5. Сажа та тверді частинки (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) – дрібнодисперсний пил, що негативно впливає на органи дихання та сприяє забрудненню

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

навколишнього середовища.

Характеристика пилу, утворюваного при переробці ягід обліпихи представлена у табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Характеристики пилу при переробці ягід обліпихи

Параметр	Характеристика
Джерела утворення	Сушіння ягід, подрібнення насіння, транспортування сировини, очищення та сортування плодів, дроблення макухи
Склад пилу	Подрібнені частинки шкірки, насіння, макухи, клітковини, ефірних олій, мінеральних домішок
Розмір частинок	Від 1 до 100 мкм (дрібнодисперсний та середньодисперсний пил)
Щільність	0,5–1,2 г/см ³ (залежно від вмісту олії та вологості)
Летючість	Висока – дрібні частки можуть тривалий час залишатися у повітрі
Гігроскопічність	Висока – здатний поглинати вологу, утворюючи липку масу
Вплив на здоров'я	Подразнює дихальні шляхи, може викликати алергічні реакції, підвищений ризик легневих захворювань
Вплив на обладнання	Осідає на робочих поверхнях, забруднює фільтри та вентиляційні системи, знижує ефективність роботи механізмів
Методи боротьби	Системи аспірації та фільтрації, зволоження, механічне та вологе прибирання, герметизація обладнання, автоматизація процесів

Пил, що утворюється при переробці ягід обліпихи, має дрібнодисперсний склад, високу летючість і гігроскопічність, що ускладнює його контроль та видалення. Він може негативно впливати на здоров'я працівників, забруднювати виробничі приміщення та спричиняти зношення обладнання.

Для зменшення рівня пиловиділення необхідно впроваджувати ефективні заходи боротьби, зокрема використання систем аспірації, зволоження сировини, автоматизацію технологічних процесів та регулярне вологе прибирання. Комплексний підхід до контролю пилу дозволить не лише покращити умови праці, а й підвищити ефективність виробництва та відповідати екологічним стандартам.

Виробництво обліпихової олії передбачає значне використання води для миття ягід, очищення обладнання, охолодження технологічних процесів та можливого екстракційного виробництва. Основні джерела водного забруднення (рис.4.1):

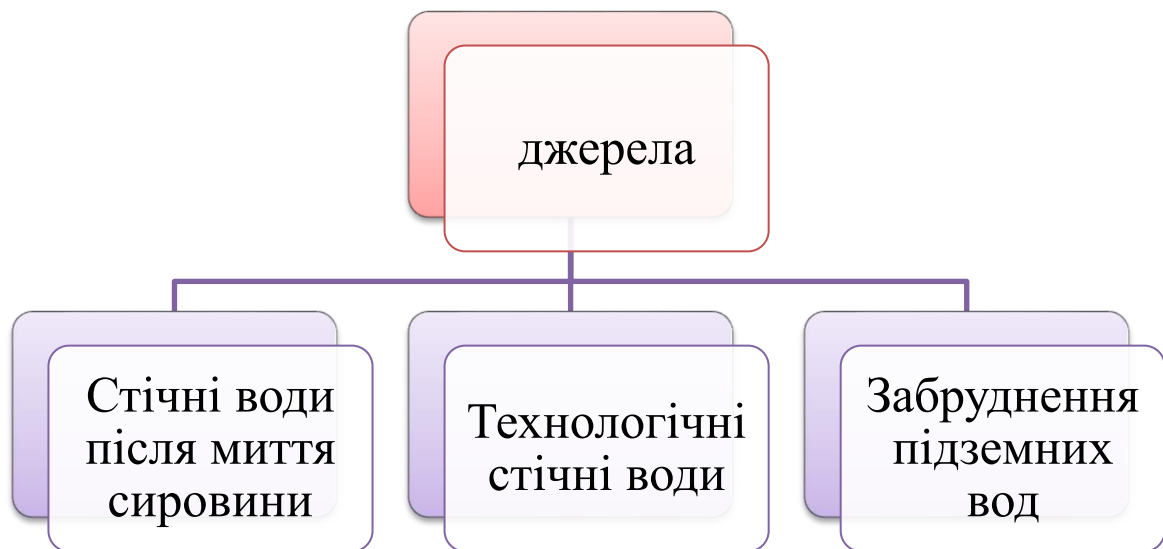


Рис. 4.1 – Основні джерела забруднення водних об'єктів

Джерела забруднення водних об'єктів:

✓ **Стічні води після миття сировини**

✓ Містять залишки ґрунту, органічні домішки, пестициди та мікроорганізми.

✓ Вимагають фільтрації або відстоювання перед скиданням у природні водойми.

✓ **Технологічні стічні води**

✓ Включають залишки олії, білкові сполуки та можливі сліди розчинників (у разі екстракції).

✓ Підвищена органічна забрудненість може спричиняти евтрофікацію водойм (розмноження водоростей, зниження рівня кисню).

✓ **Забруднення підземних вод**

✓ Неправильне зберігання сировини або відходів може призводити до потрапляння органічних сполук у підземні горизонти.

✓ Використання хімічних мийних засобів для обладнання може збільшувати хімічне навантаження на систему очищення стоків.

Обліпихове виробництво також, може впливати, ще впливати на ґрунти як на етапі вирощування сировини, так і під час переробки ягід та утилізації

відходів (рис.4.2).

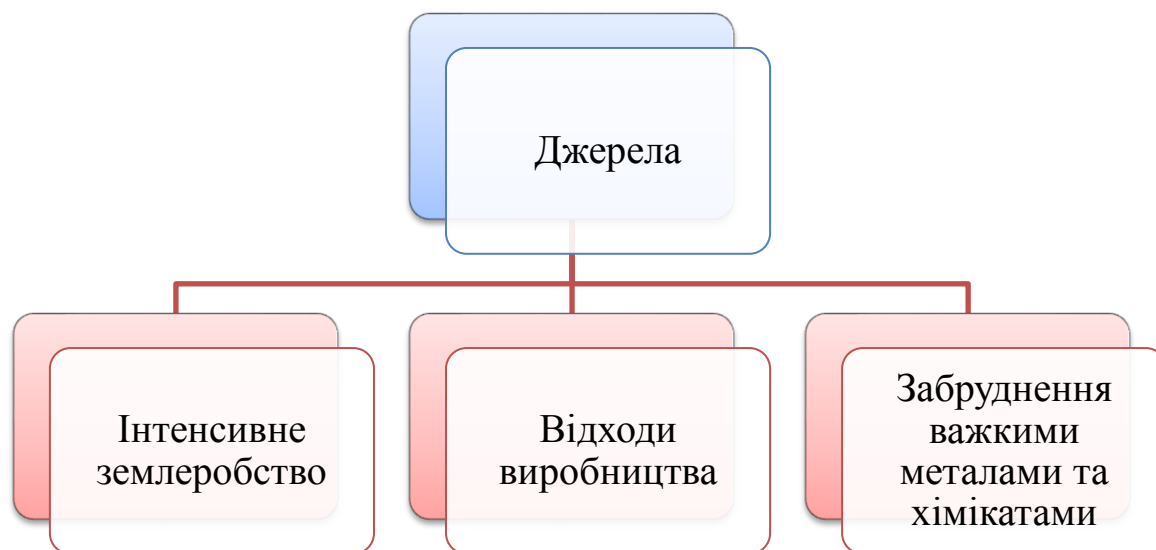


Рис. 4.2 – Джерела забруднення ґрунту під час виробництва обліпихової олії

Джерело забруднення ґрунту:

✓ **Інтенсивне землеробство:**

○ Виснаження родючих ґрунтів через монокультуру обліпихи без належного чергування посівів.

○ Використання мінеральних добрив та пестицидів може спричиняти деградацію ґрунту та забруднення водоносних горизонтів.

✓ **Відходи виробництва:**

○ **Макуха та органічні залишки** можуть стати джерелом забруднення, якщо не утилізуються правильно. Водночас, при грамотному використанні вони можуть застосовуватися як органічне добриво.

○ **Накопичення неутилізованих решток** може викликати мікробіологічне забруднення та процеси гниття, що змінюють кислотно-лужний баланс ґрунту.

✓ **Забруднення важкими металами та хімікатами.** Якщо у виробництві використовуються хімічні реагенти, їх неправильна утилізація може спричинити довготривале забруднення ґрунту.

4.2 Утилізація відходів виробництва

Плід обліпихи складається з м'якоті, шкірки та насіння, яке містить цінну олію. Неїстівна частина плоду становить близько 40% від загальної маси продукту, зокрема до 16% припадає на насіння, багате на олію.

Олія в обліпихових плодах знаходиться як у м'якоті, так і в насінні, проте ці два види олії відрізняються за фізико-хімічними властивостями та вітамінною активністю. Олія, отримана з м'якоті, має нижчі кислотне й йодне числа, проте характеризується вищою вітамінною активністю. Водночас олія з насіння також є дуже цінною.

Під час переробки обліпихи накопичується значна кількість насіння. На консервних підприємствах у процесі переробки плодів утворюється від 25 до 35% відходів, залежно від виду кінцевого продукту. Основну частину цих відходів становлять жмих, шкірка плодів і насіння. Обліпиховий жмих має високу цінність, оскільки містить такі ж корисні хімічні сполуки, що й плоди, але концентрація олії в ньому значно вища. Жмих широко використовується для виробництва харчових барвників, напоїв, настоянок та обліпихової олії.

Побічними продуктами виробництва обліпихової олії є макуха, шкірка ягід, насіння, фільтраційні осади, стічні води та газові викиди. Дані відходи можуть мати значний вплив на довкілля, якщо не будуть належним чином утилізовані.

Відпрацьована олія підлягає спеціальній переробці в установках, де відбувається її хімічна трансформація. Основний метод – переестерифікація, що передбачає додавання води та спиртів (ізопропілового або етанолу) для зміни хімічної структури олії.

Процес переробки ягід для отримання олії включає екстракцію та фільтрацію, що може супроводжуватися утворенням відходів, зокрема макухи. Хоча ці залишки можуть бути використані у тваринництві або косметичній промисловості, їхнє неправильне поводження може спричинити забруднення

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

довкілля.

В даний час основний метод оброблення (очищення) обліпихової олії полягає у видаленні домішок та покращенні її якісних характеристик. На першому етапі олію піддають механічному очищенню, під час якого відстоюють або пропускають через центрифугу для видалення великих частинок рослинної сировини. Далі проводять тонку фільтрацію, що дозволяє усунути найдрібніші залишки осаду та інших забруднень.

Після очищення обліпихову олію можуть додатково рафінувати або залишати у натуральному вигляді, залежно від сфери її подальшого використання. Олія, отримана без додаткової термічної обробки, зберігає максимум корисних біологічно активних речовин і застосовується в медицині, косметології та харчовій промисловості.

Оброблена обліпихова олія знаходить широке застосування у фармацевтиці для виготовлення лікарських препаратів, у виробництві косметичних засобів (кремів, бальзамів, масок для волосся) та у харчовій промисловості як цінна добавка до продуктів здорового харчування. Також вона використовується в парфумерії та деяких галузях хімічної промисловості.

Для оброблення (утилізації) обліпихової олії можна застосовувати різні методи, зокрема хімічний та біологічний. У хімічному методі часто використовують спеціальні луги або кислотні розчини для нейтралізації зайвих кислот або домішок, що містяться в олії. Проте, більш екологічним є біологічний метод, за якого мікроорганізми, зокрема бактерії та гриби, можуть розкласти ліпіди на простіші компоненти, знижуючи вміст шкідливих домішок та покращуючи якість олії.

Крім того, обліпихову олію можна відновлювати у суміші з іншими відпрацьованими рослинними оліями для виготовлення саломасу, який проходить гідрогенізацію для отримання твердої консистенції. Цей процес дає можливість створювати безпечний і без запаху продукт, який використовується в харчовій, косметичній та фармацевтичній промисловості.

Оброблену обліпихову олію також можна застосовувати для

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

виробництва мила. Процес лужної обробки олії дозволяє отримати високоякісне туалетне мило, яке володіє цілющими властивостями, завдяки наявності в олії біологічно активних компонентів, таких як вітаміни та антиоксиданти.

Також з обліпихової олії можна отримувати різні технічні мастила та рідкі компоненти для змащування, які можуть використовуватися в промислових процесах, де потрібні натуральні, екологічно чисті речовини.

Вирощування обліпихи сприяє покращенню ґрунту, оскільки її коренева система зміцнює його структуру та запобігає ерозії. Крім того, ця рослина має здатність фіксувати азот, що зменшує потребу у використанні хімічних добрив. Однак для підвищення врожайності можуть застосовуватися агрохімікати, які, при надмірному використанні, забруднюють ґрунти й водні ресурси.

Проте, з огляду на зростаючий попит на натуральні продукти, виробництво обліпихової олії стимулює впровадження інноваційних методів агротехніки та переробки, що сприяють збереженню природних ресурсів. Наприклад, застосування органічних добрив та інтегрованого захисту рослин дозволяє мінімізувати вплив хімічних речовин на ґрунтову екосистему і водні ресурси. Водночас, оптимізація процесів переробки і утилізації відходів сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин та збереженню біорізноманіття регіону.

4.3 Заходи з екологічної безпеки

Згідно зі статтею 16 Конституції України [17], забезпечення екологічної безпеки, підтримання екологічної рівноваги на території країни, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи - катастрофи планетарного масштабу, а також збереження генофонду українського народу є обов'язком держави.

Розділ XI Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» [2] визначає, що екологічна безпека - це стан навколишнього

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

природного середовища, при якому забезпечується попередження погіршення екологічної ситуації та виникнення загрози здоров'ю людей. Вона гарантується громадянам України через комплекс взаємопов'язаних політичних, економічних, технічних, організаційних, правових та інших заходів.

Екологічна безпека означає такий стан навколишнього природного середовища, який забезпечує збалансований вплив різних факторів, не порушуючи функціонування екосистем і здатності біосфери до саморегулювання, і не створює загрози для здоров'я людей.

Наразі екологічна безпека є складовою частиною загальної національної безпеки держави. Вона передбачає [2]:

- екологічно безпечне середовище для життя та здоров'я людини;
- екологічну безпеку технологічних процесів у різних галузях економіки, зокрема через застосування сучасних технологій і обладнання для зменшення техногенного впливу на довкілля;
- екологічну безпеку продукції, яку використовує населення для задоволення повсякденних потреб.

Критерії безпечного стану навколишнього середовища визначаються системою екологічних нормативів, технічних, санітарно-гігієнічних, будівельних та інших стандартів, що регулюють охорону довкілля. Це охоплює розміщення, проектування, будівництво, реконструкцію, введення в експлуатацію підприємств та інших об'єктів, а також застосування засобів захисту рослин, мінеральних добрив, токсичних хімічних речовин, вирішення проблем охорони довкілля від акустичного, іонізуючого та інших фізичних впливів, від забруднення радіоактивними та виробничими відходами [2].

Дотримання цих нормативів і правил забезпечується державою через:

- створення системи екологічного законодавства, яке спрямоване на охорону природних ресурсів та екосистем, а також на управління сферами, де виникають екологічні проблеми, такими як промисловість, енергетика, сільське господарство, транспорт;

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

- формування системи управління охороною навколишнього середовища, яка включає органи загальної компетенції та спеціально уповноважені органи, що здійснюють екологічний контроль і інші функції;
- впровадження економічного механізму природокористування, зокрема плати за забруднення довкілля, спеціального природокористування та фінансування природоохоронних заходів;
- сприяння участі громадськості у вирішенні екологічних проблем через забезпечення доступу до екологічної інформації, проведення громадської екологічної експертизи, формування екологічних об'єднань та надання права на подання позовів про відшкодування шкоди за негативний вплив на довкілля.

Екологічна безпека є ключовою умовою для забезпечення сталого розвитку України. В умовах загострення екологічних проблем і необхідності збереження ресурсів, особливого значення набуває комплексна переробка та раціональне використання сировини. Олійно-жирова промисловість являє собою складний сектор харчової індустрії, що охоплює взаємопов'язані процеси виробництва олії, жирів, харчового масла, маргарину та подальшої реалізації продукції.

У олійно-жировій промисловості найбільш перспективними заходами в області екологічної безпеки є:

- Безвідходна технологія виробництва висококонцентрованих рослинних білків на основі сої для використання в продуктах масового, дитячого, дієтичного та лікувально-профілактичного харчування.
- Впровадження комплексу заходів для скорочення водоспоживання та очищення бензожирових стоків із застосуванням мембранних технологій, ультрафільтрації, нанофільтрації та зворотного осмосу.
- Технологія рафінації олій за схемою: парова гідратація – нейтралізація в мильно-лужному середовищі – фільтрація, з метою більш повного вилучення та раціонального використання фосфатидів і отримання з

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

них товарної продукції.

- Розробка та впровадження нових процесів і устаткування для виробництва технологічної пари шляхом спалювання лушпиння.
- Зменшення окиснення олій і жирів та збільшення терміну їх зберігання, а також збереження екологічної чистоти продукту за допомогою магнітної обробки на стадіях дозування та фасування.
- Виведення токсичних каталізаторних металів з модифікованих харчових жирів шляхом фізичної рафінації на процесі деметалізації модифікованих жирів.
- Створення спеціальних жирів для дієтичного та лікувального харчування, що містять середньоланцюгові тригліцериди.
- Біотехнологічна переробка вторинних сировинних ресурсів олійно-жирової галузі в корисні продукти.

Процес гідратації рослинних олій у олійно-жировому виробництві супроводжується утворенням значних відходів, основними з яких є відпрацьований сорбент зі стадії деметалізації саломасу та відпрацьований каталізатор, що містять до 50% жиру. Зазвичай на кожну тону товарного продукту (саломасу) утворюється 1,4-2,0 кг відпрацьованого сорбенту та 0,4-0,5 кг відпрацьованого каталізатора. Ці відходи належать до IV класу небезпеки (малонебезпечні) для навколишнього природного середовища. Вони містять нікель, метал, що може порушувати обмінні процеси в екосистемах і викликати розвиток онкологічних захворювань при потраплянні в організм людини, тому їх розміщення в навколишньому середовищі є недоцільним з екологічної точки зору [2].

Головним завданням на найближчу перспективу для виробництва обліпихової олії є мінімізація підвищення рівня антропогенного впливу на довкілля. Це можна досягти за допомогою впровадження низки екологічно безпечних технологій, що дозволяють зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Серед таких заходів:

1. Застосування енергоефективних технологій – для зниження витрат

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

енергії на кожному етапі виробництва, зокрема в процесах віджиму та рафінації обліпихової олії.

2. Використання безвідходних технологій – це включає повне використання побічних продуктів виробництва обліпихової олії, таких як макуха, для виробництва біоенергії або кормів для тварин, що дозволяє зменшити кількість відходів і знизити їх негативний вплив на навколишнє середовище.

3. Зниження водоспоживання – впровадження технологій, що дозволяють значно скоротити споживання води у процесі виробництва, а також ефективні методи очищення стоків за допомогою сучасних мембранних технологій.

4. Використання біорозкладних матеріалів для упаковки – заміна традиційних пластмасових упаковок на біорозкладні, що допоможе зменшити проблему пластикових відходів та забруднення навколишнього середовища.

5. Застосування екологічно чистих технологій для зберігання та транспортування продукції – використання сучасних умов для зберігання обліпихової олії, що мінімізує втрати якості та вплив на довкілля, а також знижує рівень забруднення під час транспортування.

6. Переробка відходів виробництва – створення системи для ефективного збору та переробки відходів, таких як залишки ягід, жирові відходи та інші побічні продукти, що дозволить максимально скоротити негативний екологічний слід підприємства.

7. Застосування відновлювальних джерел енергії – інвестиції у сонячні та вітрові установки для забезпечення виробничих процесів чистою енергією, що знижує викиди парникових газів та допомагає зберегти екологічну стабільність.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

На основі проведеного дослідження були зроблені відповідні висновки:

1. Встановлено, що виробництво обліпихової олії є важливою складовою частиною харчової та фармацевтичної промисловості, але водночас воно має певний негативний вплив на навколишнє середовище, зокрема через високий рівень енергоспоживання та водоспоживання.

2. Проведений огляд технологій виробництва обліпихової олії дозволив виявити основні тенденції, зокрема впровадження енергоефективних та безвідходних виробничих процесів, які можуть значно зменшити екологічний слід галузі.

3. Проаналізовано сучасні проблеми, з якими стикаються підприємства галузі, серед яких виділяються проблеми управління відходами, забруднення водних ресурсів та високий рівень споживання енергоресурсів.

4. Розглянуто альтернативні підходи до модернізації виробництва обліпихової олії, зокрема використання відновлювальних джерел енергії, покращення процесів очистки стоків і впровадження безвідходних технологій.

5. Для виробництва біомаси *Bifidobacterium bifidum* показано промислову технологію одержання, проведено технологічні розрахунки.

6. Складено технологічні та апаратурні схеми виробництва, які дозволяють оптимізувати використання ресурсів, знизити енергоспоживання та зменшити відходи, що утворюються під час виробництва.

7. Визначено основний апарат для технологічного процесу – прес для віджиму обліпихи, який є ефективним з точки зору виходу олії та енергоефективності.

8. Обґрунтовано та розроблено технологічний процес виробництва обліпихової олії з урахуванням сучасних екологічних вимог, що включає впровадження енергоефективних та екологічно чистих технологій, що дозволить значно знизити негативний вплив на навколишнє середовище і підвищити конкурентоспроможність продукції.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

9. Запропоновано стратегії екологізації виробництва, зокрема, інтеграцію заходів по зменшенню викидів парникових газів, застосування переробки побічних продуктів у біоенергетику, а також реалізацію програм для збереження біорізноманіття в районах розташування підприємств. Це дозволить знизити негативний екологічний вплив і сприятиме сталому розвитку виробництва обліпихової олії.

Організація виробництва обліпихової олії передбачає впровадження високотехнологічного процесу, що включає підготовку сировини, надкритичну CO₂-екстракцію, сепарацію та зберігання продукту в умовах, що забезпечують збереження біоактивних речовин. Основна мета отримання натуральної обліпихової олії з високою біологічною цінністю, з використанням сучасних технологій, що гарантують якість, безпечність і стабільність готового продукту, була досягнута.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аналітичний огляд основних тенденцій вирощування обліпихи в Україні та країнах світу. URL: <http://www.jagodnik.info/analitichnyj-oglyad-osnovnyh-tendentsij-vyroshhuvannya-oblipyhy-v-ukrayini-ta-krayinah-svitu/> (дата звернення: 20.01.2025).
2. Про охорону навколишнього природного середовища : Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. URL: https://kodeksy.com.ua/pro_ohoronu_navkolishn_ogo_prirodnogo_seredoviwa.htm (дата звернення: 20.01.2025).
3. Інноваційні методи обробки продовольчої сировини : монографія / С. Ю. Миколенко та ін. Дніпро : Журфонд, 2017. 224 с.
4. Кернасюк Ю. Глобальний ринок рослинних олій. *Агробізнес*. 2021. № 12. С. 3.
5. Кобець О. С., Верещак І. О., Доценко В. Ф. Олії рослинні з нетрадиційної сировини, як перспективне джерело функціональних інгредієнтів. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді* : зб. матеріалів Х Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнар. участю, м. Одеса, 29 верес.–1 жовт. 2017 р. Одеса, 2017. С. 108–109.
6. Левчук І. Визначення імідаклоприду в оліях та олієжировмісних продуктах та сировинні. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*. 2012. № 2. С. 52–54.
7. Матвєєва Т. В., Белінська А. П., Федякина З. П. Олія нового покоління. Київ : Аграрна наука, 2018. 55 с.
8. Миколайко В. П., Миколайко І. І. Вимоги до ґрунтових умов обліпихи крушиновидної. *Перспективи розвитку лісового та садово-паркового господарства* : тези наук. конф. Умань, 2012. С. 126–127.
9. Обліпиха (лат. Hippophae) - як збирати, заготовляти і використовувати в лікувальних цілях. URL: <https://makemone.ru/plitka/oblepiha-lathippophae-kak-sobirat-zagotavlivat-i-ispolzovat-v.html> (дата звернення: 20.01.2025).

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

- 10.Обліпіха: опис 20 кращих сортів. Крупноягідні, без шипів і морозостійкі (фото & відео) + відгуки. Цікаві ідеї та поради : інформаційний портал Tdazovcable. URL: <https://tdazovcable.kiev.ua/oblipixa-opis-20-krashhix-sortiv-krupnoplodovie-bezshipiv-i-morozostijki-foto-video-vidguki/> (дата звернення: 20.01.2025).
- 11.Обліпихова олія, інструкція, застосування препарату по 50 мл у флаконах. *Нормативно-директивні документи МОЗ України.* URL: <https://mozdocs.kiev.ua/likiview.php?id=267> (дата звернення: 20.01.2025).
- 12.Обліпихова олія. *Вікіпедія.* URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BB%D1%96%D0%BF%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%8F (дата звернення: 20.01.2025).
- 13.Осейко М. Н. Інноваційні технології та безпечність олійножирової продукції. *Харчова промисловість*. 2012. № 3. С. 22–25.
- 14.Пешук Л. В., Косенко Т. Т. Біохімія та технологія олієжирової сировини : навч. посіб. Київ : Центр учбової літ., 2011. 296 с.
- 15.Радзієвська І. Г. Сумішеві олії для здорового харчування. *Харчова промисловість*. 2013. № 14. С. 30–33.
- 16.Світове виробництво обліпіхи та які перспективи промислового вирощування даної ягоди в Україні? URL: <https://klioma-servise.in.ua/ua/a360685-svitove-virobnitstvo-oblipihi.html> (дата звернення: 20.01.2025).
- 17.Конституція України. Стаття 16. URL: https://kodeksy.com.ua/konstitutsiya_ukraini/statja-16.htm (дата звернення: 20.01.2025).
- 18.Сумська О. П., Новікова Н. В., Ковпанець Є. М. Визначення вмісту органічних кислот у хімічному складі обліпихової олії, отриманої з регіональної сировини. *Таврійський науковий вісник. Серія : Технічні науки*. 2022. № 4. С. 102–109. DOI: 10.32851/tnv-tech.2022.4.13.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

19. Технології зберігання, консервування та переробки плодів і овочів : підручник / К. В. Калайда та ін. Мелітополь : Люкс, 2017. 291 с.
20. Технологія виробництва олії. URL: <http://buklib.net/books/24975/> (дата звернення: 20.01.2025).
21. Фіалковська Л. В., Дейдей М. М. Удосконалення апаратурно-технічної схеми виробництва олії. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Технічні науки*. 2011. № 9. С. 187–189.
22. Шпильовий В. А. Деякі аспекти екологічної безпеки виробництва продуктів харчування. *Екологія і ресурси* : зб. наук. пр. 2003. Вип. 8. С. 91–94.
23. Як зберігати і переробляти обліпіху в домашніх умовах. URL: <http://profermu.com/sad/kustarniki/oblepiha/kak-hranit-oblepihu.html> (дата звернення: 20.01.2025).
24. Gâtlan A.-M., Gutt G. Sea Buckthorn in Plant Based Diets. An Analytical Approach of Sea Buckthorn Fruits Composition: Nutritional Value, Applications, and Health Benefits. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. Vol. 18(17). P. 78–86.
25. Handbook of Vegetables and Vegetable Processing / ed. M. Siddiq, M. A. Uebersax. 2nd ed. Wiley-Blackwell, 2018. 1104 p.
26. Marsiñach M. S., Cuenca A. P. The impact of sea buckthorn oil fatty acids on human health. *Lipids Health Dis*. 2019. Vol. 18. P. 19–27.
27. Breeding study of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in the Institute of Horticulture, NAAS of Ukraine / V. V. Moskalets et al. *Horticulture: Interdepartment Subject Scientific Collection*. 2020. P. 37–49. DOI: 10.35205/0558-1125-2020-75-37-49.
28. Influence of adding wild berry powders on the quality of pasta products / M. Samilyk et al. *EU- REKA: Life Sciences*. 2022. № 2. P. 28–35. DOI: 10.21303/2504-5695.2022.002410.

					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

- 29.Самілик М. М. Вплив осмотичної дегідратації на амінокислотний склад sorbus aucuparia. *Таврійський науковий вісник*. 2022. № 3. С. 168–174. DOI: 10.32851/tnv-tech.2022.3.19.
- 30.The Complete Technology Book on Processing, Dehydration, Canning, Preservation of Fruits Vegetables (Processed Food Industries) / Board of Consultants Engineers. 4th Revised Edition. Niir project consultancy services, 2019. 608 p.

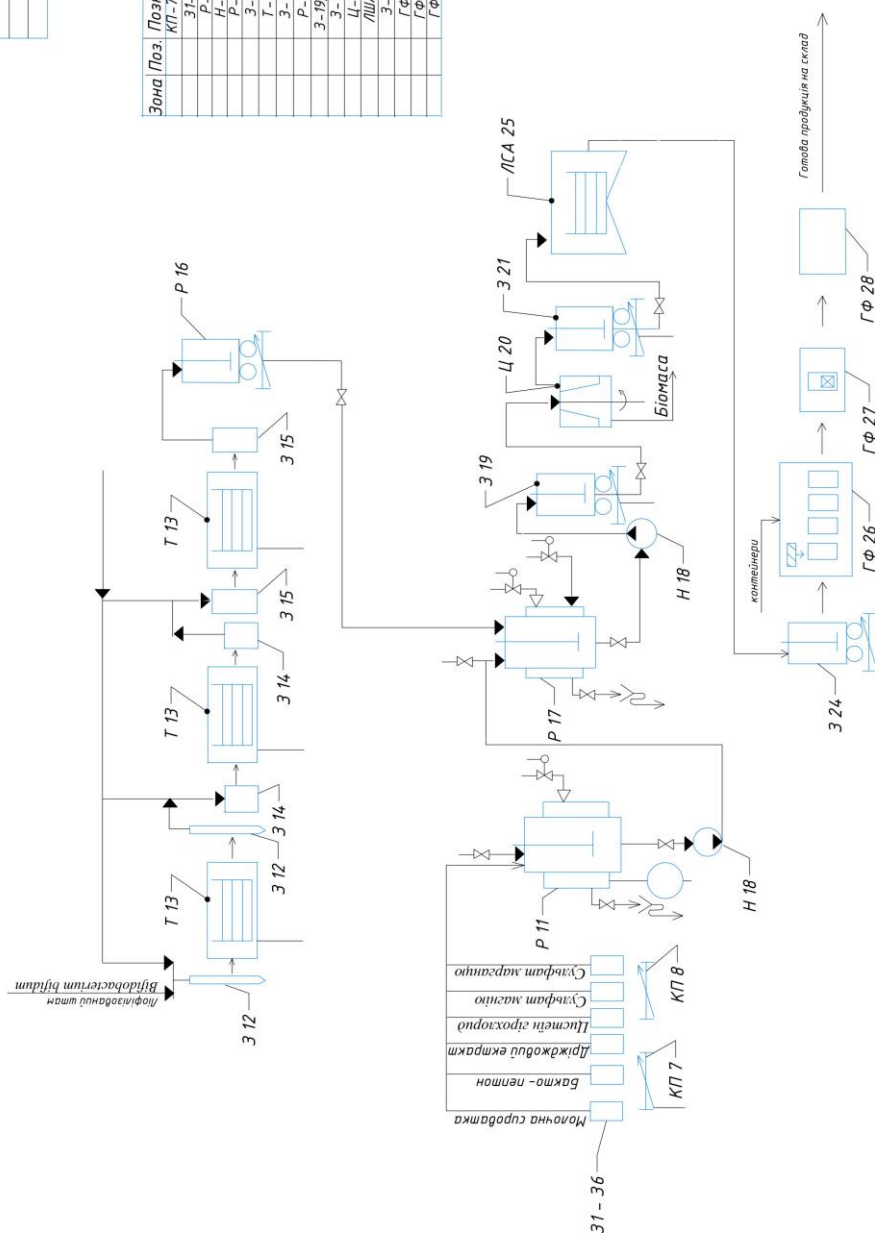
					162.02.07.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

ДОДАТКИ

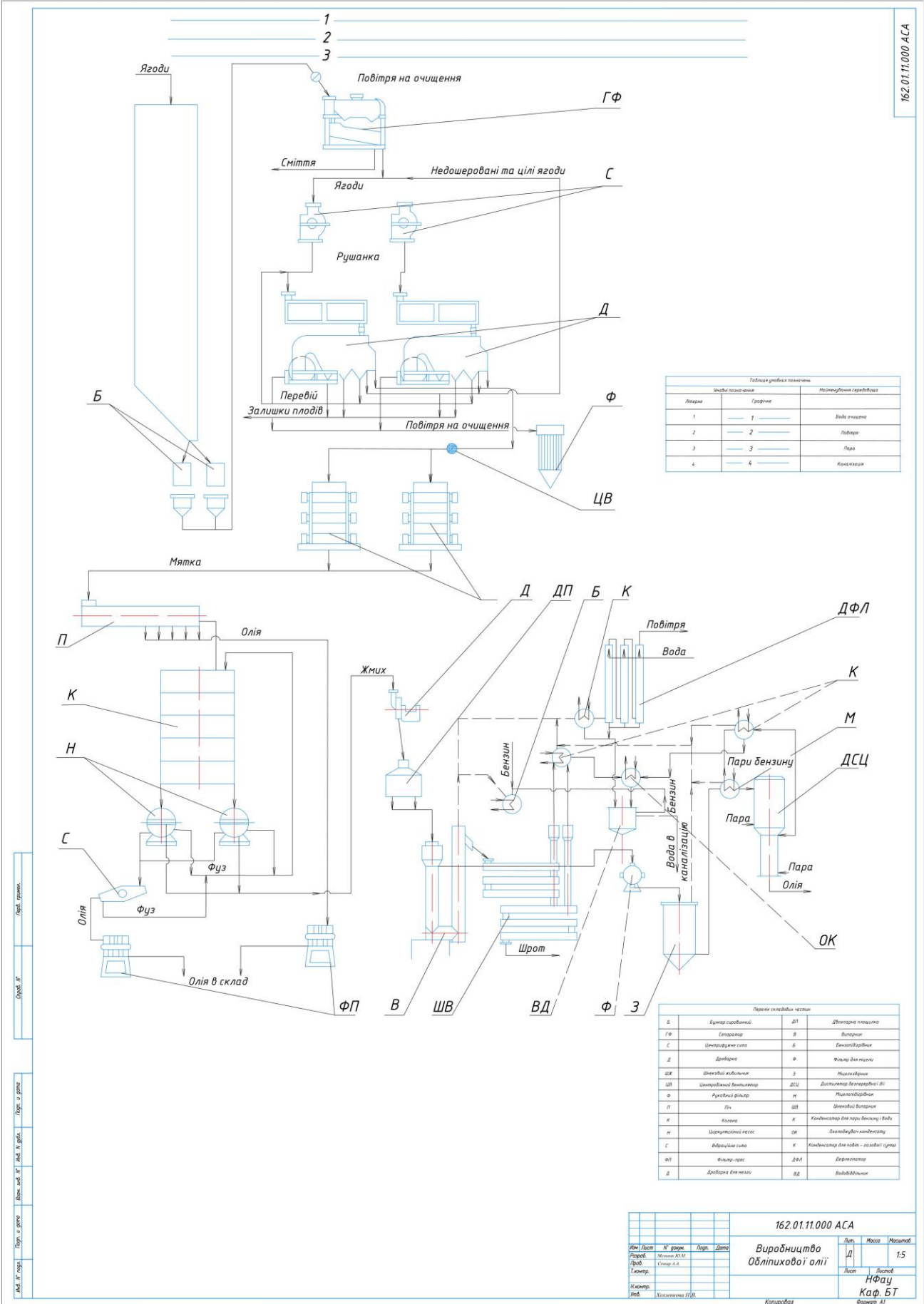
Апаратурна схема виробництва сухої біомаси *Bifidobacterium bifidum*

Таблиця умовних позначень		Найменування середовища
Літерне	Графічне	
1	—	Вода очищена
2	—	Пара
3	—	Стиглі повітря
4	—	Вода заохоложена
5	—	Каналізація
×	×	Вентиль затірний

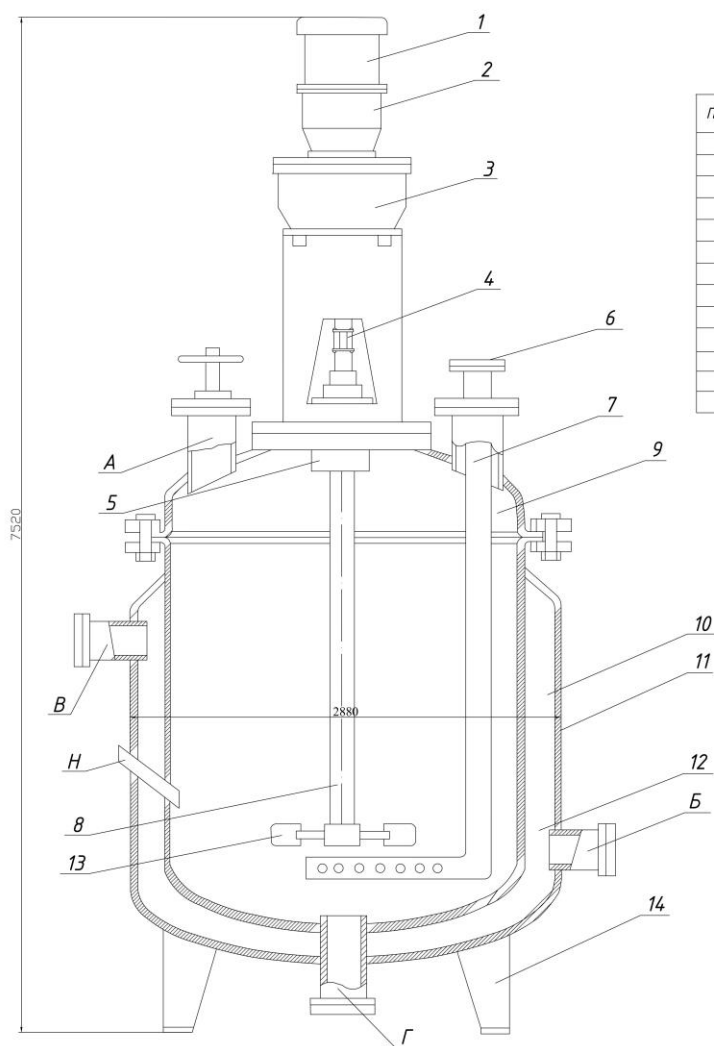
Дона	Поз.	Позначення КП-7, КП-8	Найменування	Кіл.	Примітка
		Ваги	Емність для збирання	2	
		ЗП-36	Реактор	10	
		Р-11	Насос	1	
		Н-18	Біореактор	1	
		Р-17	Пробірки	10	
		З-12	Теплообмінник	3	
		Т-13	Колби конічні	10	
		З-14	Інкубатор	1	
		Р-16	Збірник	2	
		З-19, З-21	Бутлі	10	
		З-15	Центрифуга	1	
		ЦП-20	Лоп'яно сушильний апарат	1	
		ЛША-25	Збірник	3-24	
		З-24	Автомат наповнення	1	
		ГФ-26	Електричний апарат	1	
		ГФ-27	Смис для шпательки	1	
		ГФ-28		1	

[illegible]

Апаратурна схема виробництва Обліпихової олії

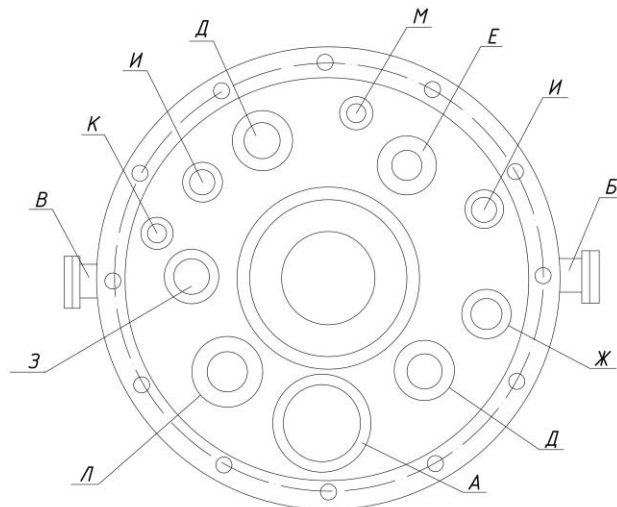


Креслення головного апарату Ферментеру



Таблиця штуцерів

Позначення	Найменування	Кількість
А	Лук для подачі живильного середовища	
Б	Для відводу теплоносія	1
В	Для відводу теплоносія	1
Г	Лекс для вибавання продукту	1
Д	Для труби дартотера	2
Е	Для завантаження жив. серед.	1
Ж	Для посіву	1
З	Для відбору проб	1
И	Для входу пари	2
К	Для манометру	1
Л	Для завантаження піногасника	1
М	Для гільзи термометру	1
Н	Для рН метри	1



Специфікація

Позначення	Найменування	Кількість
1	Двигун	1
2	Редуктор	1
3	Опора редуктору	1
4	Муфта	1
5	Манжета	1
6	Флянець	5
7	Барботер	1
8	Вал	1
9	Кришка	1
10	Сорочка	1
11	Корпус	1
12	Обідчайка	1
13	Мішалка	1
14	Опора апарату	4

[illegible]

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

**ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ
СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ**

**Матеріали
V міжнародної науково-практичної
конференції**

**28 березня 2025 року
Харків**

серцево-судинної системи та зміцненню імунітету; він регулює ліпідний обмін, що робить його перспективним у профілактиці ожиріння.

Ефективність ферментативної екстракції *Nigella damascena* L. не викликає жодних сумнівів. Концентрований екстракт з високим вмістом біологічно активних сполук має широкий спектр фармакологічної дії. Використання сучасних методів екстракції в поєднанні з іншими технологіями, зокрема мікрокапсулюванням, сприяє підвищенню стабільності та біодоступності активних компонентів, що, у свою чергу, розширює можливості застосування у фармацевтичній та біотехнологічній галузях для розробки нових профілактичних і терапевтичних засобів.

Особливості організації виробництва обліпихової олії

Мельник Ю. М., Січкарь А. А.

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

uramelnik270@gmail.com

Обліпихова олія є високоякісним продуктом, що широко застосовується у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості. Завдяки своєму унікальному складу, що включає каротиноїди, вітаміни А, Е, К, С, жирні кислоти та антиоксиданти, вона має значні корисні властивості. Обліпихову олію можна включати до складу комбінованих дієтичних добавок у формі м'яких желатинових капсул або медичних виробів у формі супозиторіїв з живими культурами мікроорганізмів *Bifidobacterium bifidum*, *Lactobacillus plantarum*, що виявляють взаємодоповнювальну дію в профілактиці і лікуванні захворювань, які супроводжуються порушеннями складу мікрофлори. Попит на натуральні та органічні продукти постійно зростає, що робить виробництво обліпихової олії перспективним напрямком. Україна має сприятливі кліматичні умови для вирощування обліпихи, що дозволяє розвивати власне виробництво олії без значної залежності від імпорту. Водночас для ефективної організації

такого виробництва необхідно враховувати сучасні технологічні підходи, екологічні аспекти та економічну доцільність.

Метою роботи є розробка ефективної організації виробництва обліпихової олії, яка базується на сучасних технологічних рішеннях, забезпечує високу якість кінцевого продукту та мінімізує негативний вплив на довкілля. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналітичний огляд сучасних методів виробництва обліпихової олії;
- дослідити сировинну базу, визначити придатні кліматичні умови для вирощування обліпихи;
- розрахувати матеріальний баланс виробництва та вибрати оптимальне технологічне обладнання;
- описати технологічний процес виробництва, розробити схеми виробництва та визначити критичні параметри;
- оцінити вплив виробництва на довкілля та розробити заходи з утилізації відходів і забезпечення екологічної безпеки.

Обліпиха є цінною сировиною для виробництва різних продуктів, включаючи харчові, косметичні та лікарські засоби. Вона містить унікальний комплекс біологічно активних речовин, що обумовлює її високу цінність. Сировина для виробництва обліпихової олії повинна відповідати певним вимогам щодо вологості, вмісту каротиноїдів та жирних кислот. Важливими факторами є правильний збір, зберігання та обробка плодів обліпихи, що впливає на якість кінцевого продукту.

Виробництво обліпихової олії включає такі основні етапи:

- **Підготовка сировини** — миття, сортування, подрібнення.
- **Виділення олії** — механічне пресування або екстракція.
- **Фільтрація та очищення** — усунення домішок і залишкових частинок.
- **Фасування та пакування** — розлив у відповідну тару, що забезпечує довготривале збереження якості продукту.

Застосування сучасних технологій дозволяє мінімізувати втрати сировини та підвищити якість олії. Вибір технологічного обладнання відіграє ключову роль у виробничому процесі, адже ефективність пресування або екстракції та фільтрації впливає на кінцевий вихід і чистоту продукту. Раціональне використання ресурсів сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля. Використання сучасних методів очищення стічних вод і повторне використання відходів сприяють підвищенню екологічної безпеки підприємств.

Розроблені рекомендації спрямовані на оптимізацію виробництва обліпихової олії, підвищення її конкурентоспроможності та екологічної безпеки. Впровадження сучасних технологій сприятиме покращенню ефективності процесу та розширенню ринку збуту продукту. Раціональне використання ресурсів та впровадження екологічно безпечних технологій дозволить зменшити втрати сировини та підвищити економічну рентабельність виробництва.

Первинне токсикологічне оцінювання гелю на основі карбополу, що містить наночастинки ортованадат лантану та срібла

¹Мельниківська Н. В., ¹Устенко Н. В., ¹Кудря М. Я., ²Карпенко Н. О.

¹ДУ «Інститут проблем ендокринної патології ім. В.Я. Данилевського НАМН України»,

м. Харків, Україна

lab-tox@ukr.net

²Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України, м. Харків, Україна

nina.a.karpenko@gmail.com

Останніми десятиліттями широко розглядають питання, що пов'язані з дослідженнями фізико-хімічних, біологічних, біохімічних, фармакологічних властивостей наночастинок різних матеріалів, серед яких особливе місце займають похідні металів, що мають широкий потенціал біологічної дії. Одним з таких металів є ванадій - представник так званих есенціальних або незамінних елементів для життєдіяльності людини, особливо після 40 років. Даний нутрієнт має багато різноманітних біологічних ефектів, а саме противірусний, анти