

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інститут харчових технологій

Кафедра технології жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Хімічні технології харчових добавок та косметичних засобів
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТЖХТ

Тамара НОСЕНКО

“ 06 ” листопада 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Зомчак Таїсії Вадимівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технології одержання інкапсульованого екстракту часнику

керівник роботи Подобій Олена Валеріївна, к.т.н., доц.,

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 06.11. 2023 року № № 907-кв

2. Строк подання здобувачем роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: літературні джерела за темою роботи _____

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ, аналітичний огляд науково-технічної літератури, об'єкти та методи досліджень, експериментальна частина, технологічна частина, розрахунок економічної ефективності, охорона навколишнього середовища, охорона праці, висновки, список використаної літератури _____

5. Перелік графічного матеріалу

Лист 1. Принципова-технологічна схема, формат аркушу А1

Лист 2. Апаратурно-технологічна схема, формат аркушу А1

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 06.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	ВСТУП	06.11.2023	
2	РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	06.11.2023-09.11.2023	
3	РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10.11.2023-17.11.2023	
4	РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	18.11.2023-29.11.2023	
5	РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	30.11.2023-07.12.2023	
6	РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	08.12.2023-15.12.2023	
7	РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	16.12.2023-21.12.2023	
8	РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ	22.12.2023-29.12.2023	
9	ВИСНОВКИ	30.12.2023-05.01.2024	
10	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	06.11.2023-07.01.2024	
11	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ПРИНЦИПОВА-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-18.11.2023	
12	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА	10.11.2023-09.01.2024	
13	ГРАФІЧНИЙ МАТЕРІАЛ. ТЕХНІЧНИЙ ПРЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДДІЛЕНЬ З КОМПАНОВКОЮ ОБЛАДНАННЯ	10.11.2023-10.01.2024	
14	ПЕРЕДЗАХИСТ, ПЕРЕВІРКА НА АКАДЕМПЛАГІАТ, РЕЦЕНЗУВАННЯ КР	21.01.2024-31.01.2024	

Здобувач _____
(підпис)

Таїсія ЗОМЧАК _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи _____
(підпис)

Олена ПОДОБІЙ _____
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Зомчак Т.В. Розроблення технології одержання інкапсульованого екстракту часнику

Пояснювальна записка: 102 с., 9 рис., 14 табл., 39 літературних джерел.
Графічний матеріал: 2 креслення формату А-1.

У першому розділі наведена загальна інформація про світове виробництво часнику озимого та стан галузі вирощування часнику Україні, його ботанічну характеристику, методи одержання рослинних екстрактів та органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-гігієнічні показники екстрактів.

Другий розділ включає в себе опис об'єкту дослідження та методики аналізу рослинних екстрактів.

У третьому розділі наведено результати експериментальних досліджень, та їх обговорення.

Четвертий розділ включає в себе опис технології олійної екстракції часнику з наступним капсулюванням екстракту.

В п'ятому розділі визначено собівартість однієї упаковки капсульованої часникової олії масою 100 г, що становить 484,35 грн. Запропоновано розповсюдження розробленого продукту через мережу аптек та заклади «органічної продукції».

В шостому розділі запропоновано заходи захисту навколишнього середовища від наслідків роботи хімічного виробництва.

В сьомому розділі наведено вимоги охорони праці при виробництві лікарських засобів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ЕКСТРАКТ ЧАСНИКУ ЛИСТЯ ТА ЦИБУЛИН, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ, КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ, ТЕХОЛОГІЯ КАПСУЛЮВАННЯ

ABSTRACT

T.V. Zomchak Development of technology for obtaining encapsulated garlic extract

Explanatory note: 102 pages, 9 figures, 14 tables, 40 literary sources.

Graphic material: 2 drawings of A-1 format.

The first chapter provides general information about the global production of winter garlic and the state of the garlic growing industry in Ukraine, its botanical characteristics, methods of obtaining plant extracts and organoleptic, physicochemical, sanitary and hygienic indicators of extracts.

The second section includes a description of the research object and methods of analysis of plant extracts.

The third section presents the results of experimental studies and their discussion.

The fourth chapter includes a description of the technology of oil extraction of garlic followed by encapsulation of the extract.

In the fifth part, the cost of one package of encapsulated garlic oil weighing 100 g is determined, which is UAH 484.35. It is proposed to distribute the developed product through a network of pharmacies and "organic products" establishments.

The sixth chapter proposes measures to protect the environment from the consequences of chemical production.

In the seventh chapter, the requirements of labor protection in the production of medicinal products are given.

KEY WORDS: EXTRACT OF GARLIC LEAVES AND BULBS, RESEARCH METHODS, QUANTITATIVE DETERMINATION, ENCAPSULATION TECHNOLOGY

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ I АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Виробництво часнику озимого та стан галузі в Україні.....	12
1.2 Морфо-біологічні особливості озимого часнику.....	15
1.3 Органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-гігієнічні показники.....	20
1.4 Методи одержання рослинних екстрактів.....	22
1.5 Різновиди капсульованих препаратів.....	25
1.6 Технологічні способи створення капсул.....	27
1.7 Переваги інкапсульованих форм.....	30
1.8 Використання харчової добавки.....	33
1.9 Рекомендації щодо капсулювання екстракту часнику.....	38

РОЗДІЛ II ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкти та предмети дослідження.....	40
2.2 Методи дослідження.....	41

РОЗДІЛ III ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Дослідження ефективності екстрагування цибулин часнику.....	51
3.2 Математичне моделювання екстрагування часнику.....	57
3.3 Дослідження олійних екстрактів часнику при зберіганні.....	58

РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис інноваційної апаратурно-технологічної схеми.....	61
4.2 Розрахунок матеріального балансу.....	67
4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання.....	71
4.4 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва.....	76
4.5 Контроль якості готової продукції.....	79

РОЗДІЛ V РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....

РОЗДІЛ VI ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....

РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ.....

ВИСНОВКИ.....	97
---------------	----

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	98
-------------------------------------	----

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧНЬ

ЛФ – лікарська форма

ЛЗ – лікарський засіб

БАР – біологічно активні речовини

ПЧ – пероксидне число

КЧ – кислотне число

ВСТУП

Харчові рослини широко використовуються людством завдяки високому вмісту в них вуглеводів, жирів, білків, вітамінів, макро- та мікроелементів. Вони є також і джерелами отримання великої кількості біологічно активних субстанцій. Часник городній – є класичним представником таких рослин.

Відомий у всьому світі часник городній (*Allium sativum* L.) родини Цибулеві (Alliaceae) походить із Центральної та Середньої Азії, де зростає у дикому стані. За морфологічними ознаками – це дво- або багаторічна рослина із складною кулястою цибулиною, що містить у своєму складі 5-30 цибулинок-«зубків», з'єднаних спільними шарами лусок. Коренева система мичкувата. Листки піхвові, лінійні, жолобчасті, зеленого кольору. Квітконіс до половини вкритий піхвами листків. Суцвіття – парасолька, обгорнутий суцільною плівкою. Квітки білі, майже завжди стерильні, саме тому рослина практично не дає насіння. Проте в суцвітті, окрім квіток, розвиваються маленькі цибулинки, завдяки їм і відбувається поновлення виду [1].

Протягом тисячоліть рослина розповсюдилась на інші континенти, введена в культуру і використовується багатьма народами як смакова приправа. В наш час створена велика кількість регіональних сортів часнику, які дають найвищий врожай за певних умов, наприклад, клімат, склад ґрунту, частота поливу, тривалість світлового дня та ін.

В різних країнах споживання населенням часнику суттєво відрізняється, що пов'язано зі смаковими вподобаннями, традиціями кухні тощо. За даними Food & Agricultural Organisation (США) щорічне світове виробництво часнику сягає сотень тисяч тон. Промислові виробники харчових концентратів виготовляють з часнику різноманітну продукцію – слайси, гранули, порошок, часникову олію, спиртові екстракти, водні витяжки та ін.

В усіх регіонах України успішно культивують районовані сорти часнику городнього для харчової промисловості, для виробництва лікарських препаратів та функціональних харчових продуктів – дієтичних добавок. Традиційно у їжу

вживають свіжі цибулини часнику, або додають до різноманітних страв, листя використовується у свіжому вигляді як компонент салатів.

Всі частини рослини мають характерний запах, але найароматнішими є цибулини. За запахом часник легко відрізнити від інших представників родини Цибулеві. Специфічні речовини (сульфурвмісні сполуки), що містяться в рослині, мають пекучий смак та подразнюють слизові оболонки очей і носа, спричиняючи сльозотечу [2, 3].

Вживання часнику в їжу в помірних кількостях позитивним чином впливає на здоров'я людини – покращує стан і роботу серцево-судинної та травної систем, знижує рівень цукру в крові, підвищує стійкість та опір організму до інфекцій та ін. [4].

Досвід багатьох поколінь містить відомості про використання часнику в народній медицині як засобу для лікування кишкових захворювань (пов'язаних із процесами бродіння, метеоризму), респіраторних інфекцій, захворювань шкіри, гнійних ран тощо. Незважаючи на те, що часник городній досить відома рослина, її фармакологічні властивості й досі вивчені недостатньо. Науковці різних країн досліджують нові факти про невивчені види біологічної активності цієї рослини [2, 4].

Незважаючи на вищевказані позитивні властивості часнику, слід відзначити, що надмірне споживання цієї культури має свої негативні наслідки. Іноді можливі прояви алергії (при внутрішньому прийомі або місцевому контакті), печія та неприємний запах з рота. З обережністю необхідно вживати часник та препарати з нього при гастритах, виразковій хворобі шлунку та інших захворюваннях шлунково-кишкового тракту [2].

На українському фармацевтичному ринку представлені монокомпонентні та комплексні вітчизняні та імпортовані препарати часнику різного хімічного складу та фармакологічної активності.

Часник городній входить до складу лікарських засобів «Аллохол», «Олія часнику», «Ревайтл часникові перлини», «Голд Рей», «Екстракт часнику»,

«Capsicum & Garlic with Parsley» у виглядіолії, екстракту часникової олії, порошку та екстракту часнику [3].

Хімічний склад часнику надзвичайно багатий. До складу цибулинвходить вода (~ 65%), білки (~ 6,2 %), вуглеводи (~ 0,3–0,7 %), інουλін (~ 12– 22 %), клітковина (~ 0,7 %), ефірна олія (диаллілсульфід, диаллілдисульфід, полісульфіди), аліїн, макроелементи (фосфор, магній, кальцій, калій) ~ 1,3 %, мікроелементи (селен, сульфур, купрум, ферум, германій), вітаміни (С, В₁, В₂, РР, Е та ін.), жирна олія, фітостерини, фітонциди, пентозани, сапоніни, глікозиди, тіоглікозиди, простагландини, пектинові речовини, органічні кислоти, нітрогенвмісні сполуки, ферменти [2, 4].

Мета роботи – вивчення методів фізико-хімічного аналізу у дослідженні екстрактів часнику та способів одержання екстракту з цибулин та листя часнику. Для досягнення визначеної мети необхідно було розв’язати такі **завдання**:

- вивчення складу екстракту з часнику (цибулин та листя) і прогнозування його біологічної ефективності на основі одержаних результатів.
- вивчення властивостей і способів одержання екстрактів з часнику городнього *Allii sativi bulbis* при застосуванні різних методів екстрагування;
- розробка технології екстрагування біологічно цінних компонентів часнику, яка дозволяє підвищити їх біодоступність;
- розрахунок матеріального балансу, підбір обладнання лінії та прогнозування собівартості виробництва готової продукції за розробленою технологією

Об’єкт дослідження – технологія одержання біологічно активних речовин часнику та їх капсулювання.

Предмет дослідження: повітряно висушені цибулини часнику городнього, біологічно активний екстракт часнику, призначений для спортсменів з будь-яким рівнем підготовки та програмою тренувань.

Новизна роботи. Перевірено стабільність екстрактів, одержаних за гідромодулів 1:5, 1:10, 1:15 протягом 7 діб зберігання і встановлено помірне зростання величини кислотного (КЧ) і пероксидного (ПЧ) чисел. Одержані дані

вказують на високий антиоксидантний потенціал екстрактів, причому перевагу мають екстракти, одержані за температури 60°C.

Практична цінність роботи полягає в удосконаленні технології екстрагування лікарської рослинної сировини. Так, встановлено оптимальні режими екстрагування цибулин часнику: тривалість процесу 60 хв, температура 60 °С, співвідношення рідкої і твердої фаз 1:5 при використанні рослинної олії в якості екстрагента.

Актуальність роботи. Різноманітність хімічного складу часнику вимагає ретельного вибору екстрагентів для виділення певної групи біологічно активних речовин з метою подальшої розробки, створення, вивчення фармакологічної активності та стандартизації отриманої нової субстанції.

Тому вдосконалення технології одержання екстракту часнику з наступним його інкапсулюванням є важливою задачею, що вирішується в магістерській роботі.

Апробація:

Таїсія Зомчак, Олена Подобій. Протипухлинна дія екстракту часнику. Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті», 3-7 квітня 2023 р. К.: НУХТ, 2023 р. Ч.2. С. 259-261.

Таїсія Зомчак, Олена Подобій. Наноемульсія з екстрактом часнику. Її фізико-хімічні і антимікробні властивості і застосування в майонезі. Друга міжнародна науково-практична конференція «Проблеми і практичні підходи виробництва та регулювання використання харчових добавок в країнах ЄС та в Україні», 24-25 жовтня 2023 р. К.: НУХТ, 2023 р..

РОЗДІЛ І

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Харчові добавки (адитиви) – це речовини натурального або синтетичного походження, які використовуються у виробництві продуктів і напоїв. Такі добавки поліпшують зовнішній вигляд, смак і консистенцію продуктів, а також підвищують тривалість їхнього зберігання. Застосування харчових добавок і барвників регулюється законодавством кожної країни світу. Зазвичай добавки в продуктах містяться в дуже малих кількостях і не повинні завдавати шкоди здоров'ю. Однак сьогодні алергічні реакції на харчові добавки та барвники зустрічаються все частіше.

Харчові добавки додають у їжу як інгредієнт з технологічних міркувань: продовження термін зберігання (консерванти), зміни кольору і смаку (або зберегти і покращити їх), текстури, консистенції, зовнішнього вигляду.

В окремих випадках з цим завданням здатні впоратись і приправи. Так, часникова приправа має антисептичні, антибактеріальними і протигельмінтними властивостями. Часник є одним з універсальних продуктів, який ефективно застосовується в різних галузях діяльності людини. Все це завдяки унікальному складу даної рослини.

1.1 Виробництво часнику озимого та стан галузі в Україні

Аналіз світової ситуації з виробництва часнику озимого вказує, що найбільшими експортерами часнику у світі є: Китай – 81,16% (китайський часник також являється і найдешевшим імпортом часником у світі), Аргентина – 5,31%, Іспанія – 3,91%, Нідерланди – 1,60%, Індія – 1,47%, Мексика – 0,74%, Франція – 0,63%, Італія – 0,62%, ОАЕ – 0,62%, США – 0,56%, інші – 3,37%. Експорт часнику з Китаю становить 80 % від загальносвітового. Згідно зі статистичними даними, у 2014 році експорт часнику країною був здійснений у 140 країн по всьому світу загальним обсягом 829 000 тон, на суму 633 млн доларів США (0,79 \$ за кг), експорт склав 48% від загальнонаціонального експорту часнику [5].

Структура виробництва часнику в Європі така: Іспанія – 49,43%, Румунія – 24,43%, Італія – 10,78%, Франція – 6,78%, Греція – 3,45%, Угорщина – 1,52%, Болгарія – 0,82%, Словаччина – 0,78%, Португалія – 0,73%, Литва – 0,65%, інші – 0,64% [6].

У 70–80-і роки минулого сторіччя під часником в Україні було зайнято близько 3,0–3,2 тис. га. Середня врожайність становила від 2,5 до 3,0 т/га, а валові збори, хоча й не повністю, але в значній мірі задовольняли внутрішні потреби. У 90-і роки спостерігається різкий спад виробництва часнику, більш ніж втричі зменшуються посівні площі, істотно знижується врожайність, що, в основному, пов'язано з переходом до ринкових відносин та, як наслідок, імпорту часникової продукції з-за кордону. Проте, в теперішній час попит на цю цінну овочеву культуру знову зріс. В Україні зайнято під часником близько 20,0 тис. га при середній урожайності 8,1 т/га, але задовольнити потреби ринку не вдається і тому в нашу країну імпортується більше 10 тис. т. часнику на рік [7].

Багато фермерів, керівників сільгоспідприємств і просто городники-аматори бажають займатися вирощуванням часнику, але стримує їх майже повна відсутність якісного посадкового матеріалу, недостатня кількість вітчизняних сортів, що відповідають сучасним вимогам ринку і, що дуже важливо, сортів, добре пристосованих до ґрунтово-кліматичних умов [8, 9].

Організація ООН з питань продовольства та сільського господарства (ФАО – *Food and Agriculture Organization*, FAO) стверджує, що наразі часник один з п'яти продуктів, попит на які стабільно зростає майже на вісім відсотків щороку. Водночас ціни у світі на нього теж зростають.

ФАО представлено статистику цін українських виробників часнику за період з 2000 до 2018 року (ціна за тонну виражена в доларах США). Так, ціна часнику впала у 1995 році більше, ніж у 5 разів, порівняно з ціною 1994 року; у 1997 році часник коштував приблизно USD 250/т, в 1999 році – USD 160/т, і у 2000 р. – менше 62. У 2004 році ціна перевищила 900 USD, і відтоді вона зростала, доки не впала у 2008 р. до 410 USD. У 2011 р. ціна виросла майже до 3200 USD, в 2014 році була приблизно 1200 USD/т, якою є і сьогодні.

Площі під часником в Україні упродовж 19 років коливалися у межах 14,3–26,1 тис. га, але відносно максимального показника, нині вона скоротилася на 3,5 тис. га, при цьому експорт у останні роки зріс з 195,5 т до 1300,0 т. Імпорт за останні роки скоротився з 3200 до 2000 т.

Походження і поширення виду. Культурний часник – рослина гірського походження. Первинним центром формоутворення часнику слід вважати Північно–Західну Індію, Афганістан, Таджикистан, Узбекистан, Західний Тянь-Шань та Кавказ, де зустрічається велика кількість різноманітних його диких видів. Крім Середньоазіатського, є ще два вторинних центри формоутворення часнику – Середземноморський, де ростуть культурні рослини з великими цибулинами, та Кавказько-Карпатський (гірські й передгірні райони Кавказу, Карпат та Молдова), де зустрічається часник у культурі і в дикому стані. Населення цих місцевостей до сих пір широко використовує в їжу дикорослі види, які мало чим відрізняються від культурного. Звідти ще тисячі років тому він поширився в інші райони землеробської культури: Китай, Єгипет та інші країни. Людей зацікавило в часнику його запах, цінні лікувальні та харчові властивості, через які цю рослину вже за п'ять – шість тисяч років до нашої ери стали вирощувати в Азії, Африці та Європі.

Найперші достовірні відомості про часник відносять до часів Стародавнього Єгипту. Серед написів на пірамідах царя Хеопса IV згадується про часник. Під час будівництва пірамід, усипальниць фараонів та інших монументальних споруд у Давньому Єгипті часник вживали в їжу для підвищення працездатності рабів, а також як профілактичний засіб від малярії та інших хвороб.

За чотириста років до нашої ери у Греції часник використовували як збуджуючий засіб і у якості протиотрути під час укусів змії. У Стародавньому Римі часник входив у обов'язковий раціон легіонерів, так як, на думку римлян, крім цілющих властивостей, він володів здатністю надавати воїнам силу і мужність. З тих часів часник цінували перш за все, як лікарську рослину від багатьох хвороб, а вже потім, як овочеву, для повсякденного харчування. У

Стародавньому Єгипті та Римі його споживали як приправу до різних страв, переважно з дичини і риби, робили з нього соуси і салати, додавали до гарнірів. Піфагор називав часник царем серед приправ. З давніх-давен часник вирощували в Китаї. У китайській азбуці знак, що означає часник, одним з найдавніших. У тибетських монастирях застосовували давньокитайський засіб очищення організму від жирових, вапняних відкладень, отриманий з часнику [6].

На територію Стародавньої Русі часник міг потрапити двома шляхами: зі сходу – через Шовковий шлях з Китаю в Європу або з півдня через Візантію, з якою ще в IX-X століттях підтримувалася жвава торгівля. Відомо, що в Давній Скіфії на межі I–II століть до нашої ери вирощування часнику вже набуло широкого розповсюдження. З виникненням і розвитком Київської Русі починає розвиток городництва. В писемних джерелах Давньої Русі XII-XIV століть згадуються такі старовинні райони вирощування часнику: Ярославль, Муром, Суздаль, Київ. На Русі відомості про лікувальні властивості часнику та способи його застосування передавали з покоління в покоління в усній, а пізніше і в письмовій формі. На початку XX століття у виданнях повідомлялося, що на території України в Київській губернії, Черкаському і Чигиринському повітах налічувалося 195 десятин ярого та 90 десятин озимого часнику, що займав низинні місця у садибах і на полях [10–12].

Відомо, що часник вбиває мікроби. Під час Другої світової війни його називали російським антибіотиком [13].

1.2 Морфо-біологічні особливості озимого часнику

ЧАСНИКУ ЦИБУЛИНИ СВІЖІ –*lilii sativi bulbi recentes*

Зібрані восени цибулини культивованої багаторічної трав'янистої рослини часнику – *Allium sativum* L., род. цибулевих – *Alliaceae*

Лат. Allium sativum

Укр. Часник посівний

Англ. Garlic

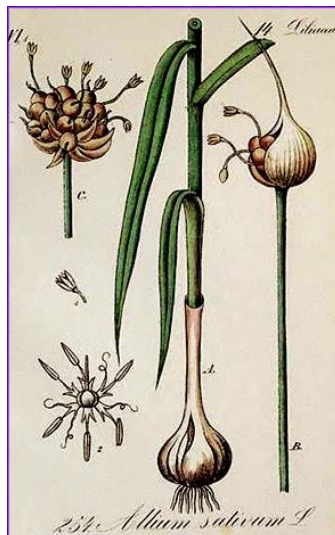


Рисунок 1.1 – Часник, зовнішній вигляд

Зовнішні ознаки. Цибулина часнику складна, вона складається з більш-менш великих «зубків», вкритих шкірястими оболонками і оточених загальною білуватою або світло-фіолетовою оболонкою.

ЄФ містить статтю на Garlic powder (*Allii sativi bulbis pulvis*). Різані, висушені на повітрі або при температурі не вище 65 °С та мелені до порошку цибулини часнику. Світло-жовтий порошок. В порошок має бути відсутній крохмаль (до порошку під мікроскопом додають розчин йоду).

Показники якості:

вміст аліцину в перерахунку на суху сировину – не нижче 0,45 %;

втрата в масі при висушуванні – на більше 7 %, золи загальної – не більше 5 %.

Термін придатності. Використовують свіжу сировину.

Фармакологічна дія. Жовчогінна, антисклеротична, антисептична.

Коренева система озимого часнику є слаборозвиненою, мичкуватою, формується із групи придаточних корінців. Перед початком вкорінення часнику на денці формуються кореневі горбики, із яких пізніше виростають корінчики які пізніше через покривні луски зубків виходять назовні. У процесі проростання корінчики утворюють щільний пучок та розташовуються на зовнішніх випуклих сторонах зубків у вигляді півкола, а у однозубок – утворюють повне коло. Однозубки, у зв'язку з наявністю щільного денця, що призводить до уповільнення надходження кисню та вологи у меристемі стебла. Однак ріст і

розвиток рослин із однозубок відбувається більш інтенсивно, що викликано із існуванням більш розвиненої кореневої системи, яка в свою чергу, забезпечує кращий розвиток вегетативної маси.

В процесі укорінення й на початку росту (2 – 3 листочки) коренева система озимого часнику є слаборозгалуженою, струновидною, однак вже на 10 - 12 добу відбувається її масове розгалужування. Далі по мірі зростання відбувається формування корінців першого та другого порядків, вкритих низкою корневих волосків. Колір корінців міняється протягом життєвого циклу – із білого на початку зростання до коричнево-жовтого у момент досягання часнику.

Коренева система озимого часнику досягає глибини до 70 см та ширини до 50 см. Більшість коренів розміщується в поверхневих шарах ґрунту. Якщо рослина є добре вкоріненою то її коренева система є потужною, у зв'язку з чим вирвати такий часник із ґрунту є надзвичайно важко [10].

Осінь відбувається відростання лише частини коренів, тих що розташовані на периферійній поверхні зубка. Їх величина та кількість залежать від погодних і ґрунтово-кліматичних умов. Якщо осінь видається холодною та сухою чи строки садіння були запізненими часник може лише почати вкорінення, відростивши тільки маленькі корінчики до 5 см, що призводить до вимерзання рослин у морозні та малосніжні зими. Разом з тим, весною такий часник слабо продукує ріст вегетативної маси й здатний до швидкого припинення росту, а отже, формування дрібних цибулин [11].

В процесі підсихання листків озимого часнику відбувається відмирання кореневої системи. Однак у зв'язку із недовготривалим періодом спокою, протягом короткого часу після досягання, передусім за наявності випадання опадів, відбувається їх відростання. Протягом періоду досягання часнику та у випадку запізнення із процесом його збору відбувається формування нових зимуючих, так званих «затягуючих» коренів, що, стискаючись, проводять затягування цибулини часнику у ґрунт.

Стеблова частина у часнику є слабовираженою. Її вигляд має вкорочене, достатньо широке денце. Відростання коріння відбувається у нижній її частині, листки – у верхній, а також у верхній – стрілка (у стрілкуючого часнику).

З початком формування зубків відбувається розростання денця яке може набувати злегка випуклої, плескатої чи округлої форм діаметром від 1 до 3 см та товщини від 0,3 до 1 см, в залежності який сорт. В процесі досягання часнику стебло робиться пористим і сухим із щільно закріпленими на ньому зубками. Коли провести відділення стиглого зубка від денця то на стеблі буде помітний плоский слід чи виріст. Необхідно відмітити, що часник який має вирости на стеблі володіє кращою лежкістю, однак проводити поділ його на зубки є важче.

Часникові цибулини є складними і складаються із зубків, що розташовуються на денці. Протягом свого розвитку та росту цибулини збільшуються за рахунок розвитку зубків.

Цибулини можуть мати різну кількість зубків що залежить від умов вирощування і сорту. Їх кількість може становити від 2 аж до 80. Відповідно до даної ознаки розрізняють цибулини із малою (2 – 4), середньою (5 – 20) і великою (більше 20) кількістю зубків. Середня кількість зубків, що мають цибулини стрілкуючих сортів часнику перебуває у межах 4 – 10 штук. Чим більша кількість зубків у цибуліні, тим є вищим, так званий, коефіцієнт розмноження.

Відповідно до розміру цибулини часнику поділяють на дрібні (менші 20 г), середнього розміру (від 20 до 30 г) і великі (більше 30 г). Нестрілкуючі сорти часнику мають сортів значно більші у діаметрі цибулини (3 – 8 см), маса яких може досягати 140 г.

Зовнішнє покриття цибулини складається із сухих покривних лусок. Залежно який це сорт, їх кількість може змінюватися від однієї до дев'яти штук. Сорти часнику, які мають ніжні та тонкі листки, мають також і тонкі луски, що піддаються швидкому і легкому руйнуванню. Сорти часнику, які мають товсті листки, володіють – грубими лусками, як правило, пергаментоподібними, що добре зберігаються у землі.

В залежності від термінів посадки, умов вирощування, сорту, величини посадкового матеріалу та способу зберігання перші бруньки формуються у пазухах листків до 35 днів після того як появилися сходи. Час їх закладання становить від 15 до 25 днів. Бруньки утворюються у зв'язку із галуженням стебла. Може відбуватися просте та складне галуження стебла. Підвищений коефіцієнт розмноження спостерігається у часнику, сорти якого мають складне галуження. Дане явище володіє значним практичним значенням у насінництві та клоновій селекції. Часник стрілкуючих сортів має простий вид галуження та формує лише один, першого порядку, пагін – центральний, де проходить утворення стрілки та розміщення зубків із покривними лусками. Зубки у таких сортів формуються у пазухах останнього та передостаннього листків двома групами, які розміщуються одна проти другої, створюючи одне загальне коло із 4 – 18 шт. [12].

Листки часнику є гладенькими, плоскими, лінійними та складаються поздовж центральної жили. Разом з тим, верхня частина листка є трішки розвернутою, а нижня має вид жолобка. Часник має, так зване, несправжнє стебло, яке формується за рахунок повздовжніх піхов листків які щільно згортаються у трубку [13].

У рослин часнику виділяють листки, що асимілюють та не асимілюють. Серед листків, які асимілюють виділяють основу трубчастої форми, яка формує несправжнє стебло, та плоский листок, що відсторонюється від несправжнього стебла. Далі кожен наступний листок росте із відповідної ділянки стебла та формується із основи трубчастої форми попереднього листка.

У зубків, що проростають, першим листком є короткий листок довжиною до 1,5 см. Лише третій і наступні листки набувають нормальної ширини та довжини, що є характерними для відповідного сорту. Несправжнє стебло та листки знаходяться по відношенню один до одного під кутом до 45° (розміщуються дугоподібно) чи 65 – 70° (розташовуються майже паралельно ґрунту), у зв'язку з цим, довжина самого листка це не характерний показник висоти самої рослини часнику. Листкові пластинки стрілкуючих сортів часнику

відносно несправжнього стебла розташовуються у одній площині та відходять паралельно до сторони зубка, яка прилягає до центральної частини цибулини. Знання цього дозволяє забезпечити можливість регулювання розташування листків уздовж посадочних рядків чи у сторону міжрядь, у випадку ручного садіння, з метою підвищення врожайності, за рахунок кращого вловлювання листками сонячної енергії.

Кольорова гамма листків часнику може змінюватися від світло-зеленого до темно-зеленого та навіть сизого відтінку. Деколи на листках можна спостерігати сліди антоціанів, які появляється після весняних заморозків, при надлишковій волозі чи підвищеній кислотності [14].

1.3 Органолептичні, фізико-хімічні, санітарно-гігієнічні показники

Нижче наведено вміст харчових речовин на 100 г їстівної частини.

Калорійність часнику – 149 кКал.

Білки – 6,5 гр

Жири – 0,5 гр

Вуглеводи – 29,9 гр

Харчові волокна – 1,5 гр

Органічні кислоти – 0,1 гр

Вода – 60 гр

Ненасичені жирні кислоти – 0,1 гр

Моно- і дисахариди – 3,9 гр

Крохмаль – 26 гр

Зола – 1,5 гр

Насичені жирні кислоти -0,1 гр

Вітаміни

Вітамін РР – 1,2 мг

Вітамін В1 (тіамін) – 0,08 мг

Вітамін В2 (рибофлавін) – 0,08 мг

Вітамін В5 (пантотенова) – 0,596 мг

Вітамін В6 (піридоксин) – 0,6 мг

Вітамін В9 (фолієва) – 3 мкг

Вітамін С – 10 мг

Вітамін Е (ТЕ) – 0,3 мг

Вітамін К (филлохинон) – 1,7 мкг

Вітамін РР – 2,8 мг

Холін – 23,2 мг

Макроелементи

Кальцій – 180 мг

Магній – 30 мг

Натрій – 17 мг

Калій – 260 мг

Фосфор – 100 мг

Хлор – 30 мг

Мікроелементи

Залізо – 1,5 мг

Цинк – 1,025 мг

Йод – 9 мкг

Мідь – 130 мкг

Марганець – 0,81 мг

Селен – 14,2 мкг

Кобальт – 9 мкг

Рослини часнику містять найбільше азоту, калію і найменше фосфору. Азоту та фосфору найбільше в листках і стеблах. Калію, навпаки, найбільше в листках і стеблах, а найменше – в зубках та повітряних цибулинах. Внесення добрив збільшує вміст елементів живлення в органах рослини часнику. Співвідношення N:P:K у рослинах залежно від дози добрив може становити 1:0,5–0,7:0,6–0,7.

Зелена маса часнику містить більше аскорбінової кислоти, ніж цибулина. Так, у гірських районах Алтаю на висоті 800 м над рівнем моря в 100 г зеленої

маси часнику міститься 127 мг % вітаміну С, на висоті 2400 м – 221 мг % і на висоті 3100 м – 284 мг %. Але листя часнику грубе і в їжу його не використовують. У зв'язку з цим і вигонку часнику в закритому ґрунті не проводять .

У цибулинах часнику міститься 35 – 42 % сухої речовини, зокрема 6,0 – 7,9 білків, 7,0 – 28 вітамінів, 0,5 – 0,8 цукрів, 20 – 27 полісахаридів, клітковини 1,3. Смак і запах часнику обумовлені наявністю ефірної олії (0,23 – 0,74%), в якій міститься алліцин й інші органічні сполуки сульфідної групи (фітонциди).

У 100 г часнику міститься: вітамін А – 0,44 мкг, бета каротин – 4,95 мкг, В₁ – 0,22, В₂ – 0,11, В₃ – 1,76, В₆ – 1,21, холін – 23 мг, фолат – 2,97 мкг, фолієва кислота – 2,97 мкг, пантотенова кислота – 0,60 мг, С – 10 – 30, Е – 0,22 мг, К – 1,71 мкг, лютеїн і зеаксантин – 15,84 мкг, кальцій – 19,7 мг, мідь – 0,27, залізо – 1,70, магній – 24,7, манган – 1,65, фосфор – 151,5, калій – 397 мг, селен – 14,1 мкг, натрій – 16,83 мг, цинк – 1,15, омега-6 жирні кислоти – 0,22 г, лінолева кислота – 0,22, пальмітинова кислота – 0,11, аланін – 0,11, аргінін – 0,60 г, аспарагінова кислота – 0,49, цистеїн – 0,55, глутамінова кислота – 0,77, гліцин – 0,22, гистидин – 0,11, ізолейцин – 0,22, лейцин – 0,33, лізин – 0,27, метіонін – 0,055, фенілаланін – 0,165, пролін – 0,11, серин – 0,16, треонін – 0,16, триптофан – 0,055, тирозин – 0,055, валін – 0,27 г [15].

1.4 Методи одержання рослинних екстрактів

В процесі одержання екстракційних препаратів найбільш важливою стадією є стадія екстрагування, на якій формується якісний та кількісний склад біологічно активних речовин (БАР).

На теперішній час у фармацевтичній промисловості застосовуються методи перколяції, реперколяції, циркуляційного екстрагування, мацерації, ремацерації, протитечійного екстрагування з перемішуванням. Значної популярності зараз набувають технічно складні методи ультразвукової, мікрохвильової, над- та докритичної СО₂-екстракції. Кожен з названих методів мають суттєві недоліки: тривалість процесу, енергоємність, не повне виснаження

сировини, висока вартість обладнання, що у сукупності впливають на собівартість продукту.

Так, класична перколяція, що полягає у проціджуванні екстрагенту скрізь рослинний матеріал, включає три послідовних стадії: намочування сировини (4-5 год.) , настоювання (24-48 год.) та безпосередньо перколяцію. Більш статична модифікація екстракційних методів – мацерація та її різновиди, до сьогодні є основними застосовуваними методами у процесі виготовлення рослинних препаратів (екстрактів, настоек) та лікарських засобів на їх основі.

Таблиця 1.2 – Методи екстракції лікарської рослинної сировини

Назва методу екстракції	Найменування екстракту	Вихідна сировина, екстрагент
Перколяція	Екстракт жостеру сухий Екстракт жостеру рідкий	кора; 70 % спирт етиловий
	Екстракт безсмертника сухий	квітки, 30 % спирт етиловий
	Екстракт бобівника трилистого густий	листя, гаряча вода очищена
	Екстракт валеріани густий	корені і кореневища; спирт етиловий 40 %
	Екстракт елеутерококу рідкий	кореневища, 40 % етиловий спирт
	Екстракт чебрецю рідкий	кореневища, 30 % етиловий спирт
	Екстракт родіоли рідкий	корені, 40 % спирт етиловий
	Екстракт собачої кропиви рідкий	трава, 70 % спирт етиловий
	Екстракт грициків рідкий	трава, 70 % спирт етиловий
Екстракт валеріани рідкий	корені і кореневища, 70 % спирт етиловий	
Реперколяція	Екстракт глоду рідкий	плоди, 70 % спирт етиловий
	Екстракт водяного перцю рідкий	трава, 70 % спирт етиловий
	Екстракт елеутерококу рідкий	кореневища, 40 % етиловий спирт
	Екстракт красавки густий	листя, 20 % спирт етиловий
	Екстракт горицвіту сухий	трава, 25 % спирт етиловий
	Екстракт жостеру сухий	кора, 70 % спирт етиловий
	Екстракт термопсису сухий	трава, 25 % етиловий спирт
Екстракт горицвіту сухий	трава, 20 % спирт етиловий	
Циркуляційна екстракція	Екстракт папороті чоловічої густий	кореневища, ефір, дихлоретан або тетрафлорометан
Противоточної періодичної екстракції	Екстракт полину густий	трава;хлороформна вода
Методом бісмацерації	Екстракт солодкового кореня густий	корені і кореневища; 1 % -вий водний розчин амоніаку
Мацерація	Екстракт кореня алтеї сухий	корінь, 25 % спирт етиловий

Але зазначені методи екстрагування (таблиця 1.2) є недостатньо ефективними при їх застосуванні спостерігається неповнота переносу активних компонентів з сировини та тривалість стадії одержання витягу.

Основним важливим фактором ефективності екстрагування та рушійної сили процесу є різниця концентрацій БАР у рослинній сировині та у екстрагенті: чим вона більша, тим інтенсивніше речовини дифундують з сировини в розчинник. З цим фактором пов'язана довга тривалість як мацераційних, так і класичних перколяційних процесів, для інтенсифікації яких застосовують перекачування витягів з одного перколятора у іншій та/або заливання свіжих порцій екстрагенту.

Як альтернативний метод екстрагування може бути застосування фільтраційної екстракції. Принцип цього методу виділення БАР з рослинної сировини базується на підтримці постійної різниці концентрацій БАР у екстрагенті та екстрагованій сировині, що забезпечується безперервною подачею свіжих порцій екстрагенту у екстракційне середовище та рівномірним його проходженням скрізь шар екстрагованої сировини. Таким чином, метод фільтраційної екстракції здатен забезпечувати максимальне і направлене вилучення БАР з сировини у поєднанні з високою швидкістю процесу. Крім того, умовою ефективного використання даного методу екстрагування є належна підготовка вихідної сировини, яка передбачає руйнування клітинних структур для додаткової інтенсифікації процесу.

Процес екстрагування за цим методом включає такі послідовні етапи: завантаження ЛРС; подачу екстрагента з верхньої частини екстрактора в шар сировини; видалення повітря з екстракційного середовища під тиском екстрагенту та утворення «дзеркала»; власне екстракцію з поступовим проходженням екстрагенту крізь шар сировини та фільтрувального матеріалу, вихід рідкого екстракту через нижню частину екстрактора та його збір у приймальній ємності. Використання методу фільтраційної екстракції дозволяє здійснювати упарювання рідкого витягу паралельно екстрагуванню, так як безперервність подачі екстрагенту забезпечує постійну наявність рідкого витягу.

Цей фактор дозволяє суттєво скоротити загальний час виробничого процесу та зменшити кількість вихідного екстрагенту.

Отже, порівнюючи літературні відомості щодо ефективності технологічного процесу із застосуванням вищенаведених методів виділення БАР з рослинної сировини, очевидним є перевага у застосуванні методу фільтраційної екстракції [16].

1.5 Різновиди капсульованих препаратів

Капсули (лат. *capsula* – букв. футляр, ящик). У фармації капсула – це тверда лікарська форма з м'якою чи твердою оболонкою, що містить одну дозу однієї або більше діючих речовин. Перші повідомлення про капсули як лікарську форму виявлені в Папірусі Еберса, датованому приблизно 1500 р. до н.е.

Наступне згадування – у 1730 р., коли венеціанський фармацевт де Паулі виготовив облатовану капсулу з метою «сховати» поганий смак чистого терпентину. Через 100 років (1833) у Парижі був виданий патент фармацевтам Моте і Дюблан, які застосували оригінальний спосіб одержання желатинових капсул – занурення шкіряних мішечків із ртуттю в розплав желатину. У 1874 р. Х'юбел із Детройта сконструював промисловий апарат для одержання капсул методом занурення і вперше були отримані капсули у великій кількості. Він також запропонував систему нумерації розмірів капсул.

Оболонку капсул виготовляють з желатину чи інших речовин, які можуть утворювати плівку з певними властивостями. До складу капсул також додають допоміжні речовини, що виконують різні функції: пластифікатори, антимікробні консерванти, стабілізатори, барвники, ароматизатори та ін. Капсули призначені для перорального, рідше для ректального, вагінального та інших шляхів уведення. Залежно від місця дії капсули поділяються на сублінгвальні, шлунково-розчинні, кишково-розчинні, ректальні, вагінальні. Окрему групу становлять капсули з регульованою швидкістю і повнотою вивільнення активної субстанції. Капсули з модифікованим вивільненням мають у складі вмісту чи оболонки (або в обох одночасно) спеціальні допоміжні речовини, призначені для

зміни швидкості або місця вивільнення діючих речовин. Вони можуть бути виготовлені покриттям твердих або м'яких капсул кислотостійкою оболонкою або наповнені гранулами чи частками, покритими оболонками.

Капсули бувають тверді (лат. *capsulae durae operculatae*) або м'які (лат. *capsulae molles*).



Рисунок 1.2 – Тверді і м'які капсули

Оболонка твердих капсул складається з двох попередньо виготовлених частин, в яку інкапсулюють діючу речовину (речовини) зазвичай у твердому стані. Тверді капсули заповнюють після того, як цілком пройде весь технологічний процес формування, вони набудуть відповідної пружності й стануть твердими. М'які капсули одержали свою назву тому, що наповнювач вміщується у м'яку, ще еластичну оболонку в процесі їх виготовлення. Потім капсули піддаються подальшим технологічним процесам, у результаті яких початкова еластичність оболонки може втрачатися частково або повністю. Такі капсули мають цілісну (суцільну) оболонку, що буває еластичною або жорсткою. Іноді до складу оболонки м'яких капсул входить діюча речовина.

У м'які та тверді капсули можна вміщувати субстанції в незміненому вигляді, не піддаючи їх вологій грануляції, тепловому впливу, тиску, як у разі виробництва таблеток. Крім того, чинників, що впливають на процеси вивільнення й усмоктування лікарських речовин із капсули, значно менше, ніж в інших лікарських формах.

У порівнянні з твердими капсулами, м'яким можна надати багато зручних форм: овальну, сферичну, циліндричну, довгасту, зі швом або без шва, з напівсферичними кінцями і т.д. Форма завжди важлива для кінцевого споживача і дає можливість безперешкодно приймати препарати для підтримки свого здоров'я.

Широкі можливості призначення у формі капсули зумовили збільшення їх виробництва і споживання. Так, за кордоном серед дозованих ліків промислового виробництва препарати в капсулах займають 3-тє місце після таблеток і ампулованих розчинів.

Різноманітний асортимент капсульованих препаратів виготовляють за кордоном. Капсулюють лікарські речовини різної хімічної природи і спрямованості дії, включаючи препарати рослинного походження, вітаміни, антибіотики та їх суміші в різноманітних комбінаціях з іншими речовинами, снодійні, протисудомні, транквілізатори, антигельмінтні, проносні, діуретики, анальгетики, складні комбінації вітамінів з мікроелементами. Особливо багато комбінацій ацетилсаліцилової кислоти з різними речовинами (аскорбіновою кислотою, атропіном, барбітуратами, камфорою, фенацетином, ефедрином та ін.). Крім лікарських препаратів, у капсули інкапсулюють різні харчові добавки, препарати для ветеринарії, косметичні засоби (ароматизатори для ванн, олії тощо) [24].

1.6 Технологічні способи створення капсул

Капсулювання – це окремий виробничий етап, в процесі якого активні речовини містяться в спеціальну оболонку, тобто капсулу. Вона приготовлена зі спеціальної желатинової маси, отриманої шляхом розчинення желатину і інших допоміжних компонентів в очищеній воді під впливом високої

Отримати такі капсули можна за допомогою деяких виробничих методів:

- **Крапельного.** Повністю автоматизований процес, що дозволяє капсульованих найчастіше жиророзчинні вітаміни, олії без утворення на капсулі шва.
- **Пресованого.** Шов на капсулі виходить горизонтальний з точним дозованим наповненням.

Крапельний метод виготовлення капсул. Цим методом виробляє капсули голландська фірма “Intcrfarm Bussum”, МГП “Гранула” та ін. Автомати, що виробляють капсули цим методом, високопродуктивні – до 100 тис. капсул за

годину з високою точністю дозування (відхилення в дозуванні наповнювача не перевищує $\pm 3\%$). За цією технологією можна капсулювати тільки легкотекучі рідкі лікарські речовини невеликою верхньою межею дозування 0,3 мл. На рисунку 1.3 представлена принципова схема отримання капсул крапельним методом на автоматі типу “Mark”.

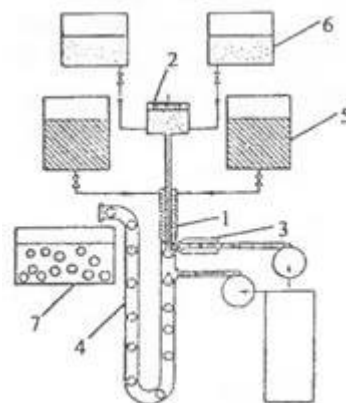


Рисунок 1.3 – Отримання капсул крапельним методом

Розплавлена желатинова маса з термостатованої ємності (5) по трубопроводу, що обігрівається, надходить у концентричну трубчасту форсунку (1). Через центральний отвір цієї форсунки

(2) виходить рідкий лікарський засіб (6), а через концентричний отвір форсунки одночасно з лікарським засобом під тиском видавлюється розплавлена желатинова маса. Рідкий наповнювач заповнює капсулу, що утворюється з концентричного потоку желатинової маси, а запечатування капсули відбувається за рахунок природного поверхневого натягу желатину. Під впливом пульсатора (3) утворені краплі відриваються і надходять у циркуляційну систему (4), заповнену охолодженим маслом вазеліновим. Тут відбувається формування, охолодження і переміщення капсул. Далі капсули відокремлюють від масла, промивають спиртом ізопропіловим і сушать у спеціальних сушильних камерах, у які подається повітряний потік із швидкістю 3 м/с, що дозволяє видалити промивну рідину і вологу з оболонки капсули.

Ротаційно-матричний метод виготовлення капсул. Автомати для виготовлення капсул цим методом виконують операції первинного закріплення форми, сушки і видалення слідів забруднень (від мастила, наповнювача, механічних забруднень) з високою точністю (і 1 %) і великою продуктивністю (від 18 до

92 тис. капсул за годину). Це устаткування дозволяє отримувати капсули різної форми, широкого діапазону місткості з наповнювачами різної консистенції (рідкими, пастоподібними). Устаткування для виготовлення капсул цим методом випускають багато зарубіжних фірм: “Scherer” – США, “Leiner” – Англія; “Pharmeger” – Італія; “Capsule Technology International” – Канада та ін.

На рисунку 1.4 наведена принципова схема роботи автоматичної лінії “Leiner”.

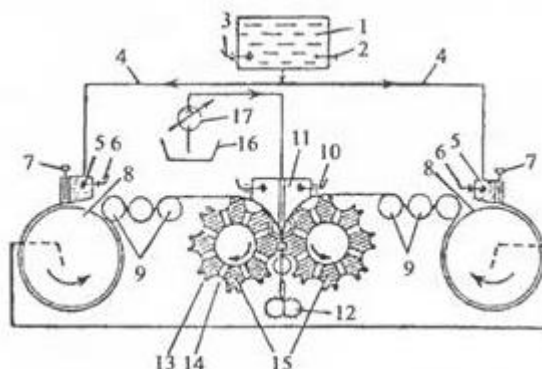


Рисунок 1.4 – Виготовлення капсул ротаційно-матричним методом

Підготовлена желатинова маса з реактора-термостата (1) подається по двох трубопроводах, що обігріваються, (4), у праву і ліву розподільні ємності-термостати (5). Желатинова маса, проходячи через систему охолоджуваних валів (9), застигає з утворенням желатинової стрічки. Товщина желатинової стрічки регулюється за допомогою заслінки-затвора (7), яка регулює висоту зазору, через який маса подається на барабани. Для кращого ковзання на обидві сторони желатинової стрічки наноситься шар масла вазелінового. З валів стрічка поступає на штампувальні барабани (15) з матрицями (14). У момент зіткнення прес-форм і суміщення протилежних матриць через канал у клиновидному пристрої (11) відбувається дозування лікарської речовини, що призводить до втискування желатинової стрічки в матриці, утворення половинок капсули, які тут же склеюються між собою. Отримані капсули подаються на промивку спиртом ізопропіловим, після чого висушуються спочатку в сушарці барабанного типу при температурі 24 °С, а потім у тунельній сушарці протягом 12-18 годин до вмісту вологи в капсулах не більше 10 % [25].

Звичайно дана інкапсуляція має і недоліки. Так, наприклад, деякі розчини можуть псувати саму желатинову капсулу або бути уразливі перед вологим середовищем. Але і це розв'язувана проблема з допомогою спеціальних блістерів, які захищають від перепаду температур [26].

1.7 Переваги інкапсульованих форм

Інкапсуляція – це іммобілізація активних інгредієнтів в полімерній оболонці.

Інкапсуляція може бути одним з інструментів для вирішення проблем зберігання та контрольованого вивільнення ароматичних сполук. Особливістю всіх частин рослини часнику є характерний запах, а найароматнішими є цибулини. За запахом часник легко відрізнити від інших представників родини Цибулеві. Специфічні речовини (сульфурвмісні сполуки), що містяться в рослині, мають пекучий смак та подразнюють слизові оболонки очей і носа, спричиняючи сльозотечу. Тому сучасним способом вирішення проблеми стійкого специфічного запаху при вживанні препаратів часнику є інкапсулювання їх в оболонці з полімерних або інших органічних матеріалів.

Технологічні переваги інкапсулювання ароматичних речовин [17]:

- простота оброблення;
- підвищена стабільність кінцевого продукту і під час оброблення;
- покращена безпека у разі зберігання та використання;
- регульовані властивості продукту (розмір частинок, структура, здатність до диспергування в олії або у воді);
- контрольоване вивільнення ароматичної речовини.

На сьогодні приблизно 80 - 90 % інкапсулювання ароматичних речовин здійснено за допомогою розпилення-сушіння [18], 5 - 10 % отримують розпиленням-охолодженням, 2 - 3 % отримують за допомогою екструзії розплаву і 2 % отримують інжекцією розплаву. Інші типи інкапсулювання становлять менше 1 %.

Можливі сфери застосування інкапсуляторів:

Фармацевтика. Інкапсуляція активних фармацевтичних інгредієнтів, доставка лікарських засобів, вакцини, маскування смаку.

Харчова промисловість. Інкапсуляція добавок, контроль вивільнення, нутрицевтики, функціональні харчові продукти, ароматизатори, вітаміни, білки, пробіотики

Виробництво кормів. Інкапсуляція добавок, ароматизаторів, вітамінів, білків, пробіотиків, засобів з контрольованим вивільненням.

Хімічна промисловість / матеріалознавство. Нанотехнології, каталізатори, паливні елементи, батареї, акумулятори, кераміка, УФ-поглиначі, пігменти і покриття.

Одними з перспективних методів інкапсулювання гідрофобних ароматичних речовин нині є метод видалення розчинника під час емульгування розчину і метод розділення органічної фази (коацервація у дисперсійній фазі).

В першому випадку швидкість видалення розчинника впливає на основні характеристики мікросфер – швидке видалення призводить до формування пористих структур на поверхні мікросфер і до затверднення полімерів у безформному стані. Видалення розчинника екстракційним методом є швидшим (зазвичай триває менше 30 хвилин), ніж процес випаровування і, отже, сформовані мікросфери вищезгаданим методом є пористішими й безформними [19]. Розчинники, що використовуються у мікрокапсулюванні методом емульсійного видалення розчинника, особливо такі, що містять хлор (дихлорметан, хлороформ) можуть залишатись у мікросферах у вигляді домішок. Заміна токсичних розчинників, що містять хлор, на менш токсичні, такі як етилацетат (ЕАЦ), суміш ЕАЦ/ацетон, або етилформиат є перспективним напрямом [20].

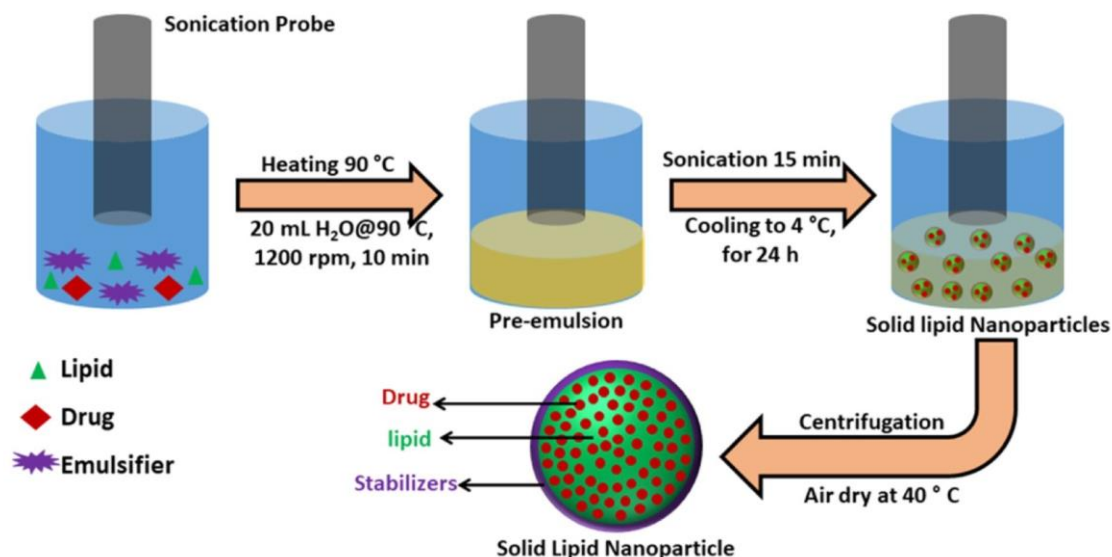


Рисунок 1.5 – Спосіб інкапсулювання емульсій ультразвуком

Коацервація відбувається завдяки зменшенню розчинності полімерів, розчинених в органічному розчиннику, в результаті зміни температури або додавання третього компонента – коацерваційної речовини, яка взаємодіє з органічним розчинником, але не з полімером [21]. У процесі коацервації фазова рівновага не досягається. Тому склад і параметри процесу мають значний вплив на кінетику всього процесу і, врешті, на характеристики мікросфер. Крім того, крапельки коацервату є зазвичай липкими і злипаються перед завершенням процесу розділу фаз або перед отвердженням. Тобто ця система має тенденцію до формування агломератів [22].

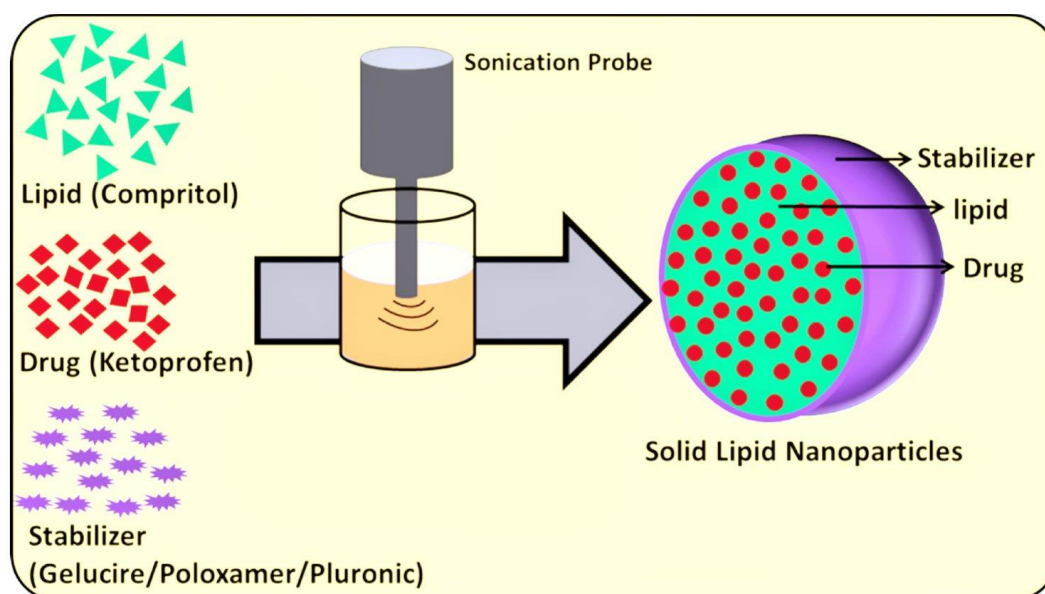


Рисунок 1.6 – Ультразвукова підготовка твердих ліпідних нанокapsул

Споживчі переваги інкапсульованих засобів:

- Чудова форма доставки: ліпосомальна система доставки допомагає цілеспрямовано доставляти нутрієнти певні ділянки тіла. Ліпосоми доставляють активні інгредієнти в ті місця організму, де вони можуть ефективно засвоюватися.
- Захист нутрієнтів: ліпосоми захищають вітаміни та мікроелементи від розкладання у шлунково-кишковому тракті. Це допоможе їм зберегтися у шлунку до тих пір, поки вони не досягнуть тонкої кишки або ділянок, розташованих за її межами.
- Зниження побічних ефектів: ліпосомальна доставка знижує ризик подразнення кишківника. Якщо у вас проблеми зі шлунком або підвищена чутливість травлення, це може бути для вас найкращим варіантом.
- Поліпшене всмоктування: ліпосомальний метод збільшує біодоступність. Це покращує швидкість поглинання.
- Легко приймати: якщо у вас проблеми з ковтанням таблеток або ви і без того приймаєте багато капсул, ліпосомальна доставка – найпростіший і найлегший варіант у вашому випадку [23].

1.8 Використання харчової добавки

Часник продають як у свіжому так і переробленому видах із одержанням сухого порошку чи олії. Цибулина є найбільш використовуваною частиною, однак теж використовують і листя. Часник використовують не лише як спецію для додання смаку, а також у пікантних десертах і напоях. Його вживають у свіжому і переробленому вигляді як приправу до різних страв, у ковбасному та м'ясному виробництві, а також при солінні й консервуванні овочів. Часникова олія використовується в якості ароматизатора.

Часник володіє властивою вищим рослинам унікальною особливістю синтезувати велику кількість різноманітних вторинних метаболітів, що мають високу біологічну активність. Речовини, що входять до його складу, інгібують ріст пухлин і мікробних клітин, знижують ризик захворювання на рак,

вловлюють вільні радикали і захищають людину від серцево-судинних захворювань, що пов'язують з наявністю сірковмісних сполук і флавоноїдів. Часник за значенням в нашій країні займає друге місце після цибулі ріпчастої. І хоча споживання його невелике, часник – одна з найдавніших овочевих культур, і незамінний в споживанні у населення всієї земної кулі [1, 2, 3].

Фармакологічні властивості Для медичних потреб застосовують цибулину рослини у свіжому, висушеному вигляді або як екстракт часникової олії.

У часнику у високих концентраціях наявні сірковмісні речовини. Активними діючими речовинами, очевидно, є тіосульфінати, включаючи аліцин. Аліцин утворюється тоді, коли аліїн, сірковмісна амінокислота, контактує з ферментом аліїназою під час розрізання, подрібнення або жування сирого часнику. Сухі препарати часнику, які містять аліїн та аліїназу, для збереження їх ефективності повинні бути покритими спеціальною ентеророзчинною оболонкою, оскільки шлунковий сік інгібує аліїназу. Аліїназа також інактивується під дією підвищеної температури, тому варений часник фармакологічно менш активний. Антимікробна, гіполіпідемічна, антиоксидантна та антитромботична дія часнику, як гадають, пов'язана з аліцином та іншими похідними речовинами. Протипухлинна дія може бути зумовлена сірковмісними та іншими невідомими сполуками.

Показання для застосування та ефективність Численні лікувальні властивості часнику широко досліджували *in vitro*, під час епідеміологічних та клінічних досліджень на тваринах та людях. Якість досліджень на людях була різною, тому їх важко порівнювати між собою. Окрім того, застосовували багато різних препаратів часнику, ступінь вивільнення активних компонентів з яких важко передбачити.

Гіполіпідемічна дія Вплив часнику на рівень ліпідів у крові досліджували під час багатьох рандомізованих досліджень. Результати двох мета-аналізів (Warshafsky S. et al., 1993; Silagy C. et al., 1994) вказують на суттєве (9–12%) зниження рівня загального холестерину порівняно з плацебо. З тих пір

опубліковано дані додаткових, краще організованих досліджень, результати яких неоднозначні. Згідно з мета-аналізом Stevinson C. et al. (2000), який включав дані цих досліджень, часник більше, ніж плацебо, знижує рівень загального холестерину, проте його ефективність помірною (4–6%). Нещодавній мета-аналіз плацебо-контрольованих досліджень стандартизованого сухого порошку часнику (Askermann R.T. et al., 2001) виявив достовірне зниження рівня загального холестерину (0,50 ммоль/л), ліпопротеїдів низької щільності (0,20 ммоль/л) та тригліцеридів (0,24 ммоль/л) через 8–12 тижнів, проте ці показники не утримувалися через 6 місяців лікування. Різниця в рівні зниження показників може бути зумовленою відмінностями в дизайні досліджень.

Європейським дослідженням (Holzgartner H. et al., 1992) для порівняння часнику з комерційним ліпідознижуючим препаратом безафібратом статистично достовірно доведено, що ці препарати однаково ефективні для зниження рівня ліпідів. Під час дослідження McCrindle B.W. et al. (1998) екстракту часнику в дітей з гіперхолестеринемією виявлено, що часник не зумовлює побічних ефектів, але й значно не впливає на рівень ліпідів.

Антигіпертензивна дія Антигіпертензивна дія часнику досліджувалася, проте залишається контроверсійною. У мета-аналізі (Silagy C.A., Neil H.A., 1994) впливу часнику на артеріальну гіпертензію порівняно з плацебо встановлено, що трьома дослідженнями доведено достовірне зниження рівня систолічного артеріального тиску (найбільше зниження – на 7,7 мм рт. ст.), а іншими чотирма – зниження діастолічного тиску (найбільше зниження – на 5 мм рт. ст.). Під час нещодавнього мета-аналізу Askermann R.T. et al. (2001) 23 плацебо-контрольованих досліджень ефективності часнику встановлено, що тільки 3 дослідження довели наявність статистично достовірного зниження діастолічного артеріального тиску (на 2–7%) і тільки одне – систолічного тиску (приблизно на 3%).

Інша дія на серцево-судинну систему Під час нещодавнього огляду Askermann R.T. (2001) 10 досліджень впливу часнику на ризик тромбозу порівняно з плацебо виявлено помірне, але достовірне зниження агрегації

тромбоцитів, проте дія на фібрилітичну активність та в'язкість плазми неоднозначна. У цьому ж мета-аналізі проаналізовано 12 досліджень призначення часнику хворим з наявністю або відсутністю діабету; тільки одним дослідженням встановлено достовірне зниження рівня цукру під дією часнику в пацієнтів без діабету порівняно з плацебо. Двома дослідженнями на людях (Koscielny J. et al., 1999; Siegel G. et al., 2002) лікування часником порівняно з плацебо доведено зменшення об'єму атеросклеротичних бляшок. Дослідженням Breithaupt-Grogler K. et al. (1997) виявлено, що регулярний прийом порошку часнику послаблював підвищення ригідності аорти, зумовлене віком та артеріальним тиском.

Протипухлинна дія Епідеміологічні дані (Mulrow C. et al., 2000; Wargovich M.J. et al., 1996; Fleischauer A.T. et al., 2001) вказують на зниження ризику розвитку раку шлунка та товстого кишківника при значному споживанні часнику та інших овочів з високим вмістом аліуму (наприклад, цибулі, цибулі-порею, цибулі-шалоту, шніт-цибулі), проте багато з цих досліджень були недостатньо контрольовані. Під час групового дослідження Mulrow C. et al. (2000) часникові добавки не давали таких же захисних переваг, проте спеціальні дослідження впливу окремих часникових добавок на захворюваність на рак не проводилися.

Протимікробна дія Невеликі дослідження встановили, що часник має протимікробну дію на грампозитивні та грамнегативні бактерії, віруси, грибки та паразити (Murray M. T., 1995). Часник традиційно застосовують місцево та як дієтичну добавку для лікування інфекцій, особливо дерматологічних, травного та дихального тракту – від діареї та вагініту до застуди та бородавок, проте мало правильно проведених клінічних досліджень підтверджують його застосування при таких показаннях.

Протипоказання, побічна дія, взаємодія з іншими ліками Споживання 1–2 зубчиків сирого часнику безпечно для дорослих. Найчастіші побічні прояви – специфічний запах тіла та подиху. Споживання надмірної кількості сирого часнику, особливо на порожній шлунок, може спричинювати шлунково-кишкові

розлади, метеоризм, дисбактеріоз. Описано випадки алергічного дерматиту, утворення опіків та пухирів від місцевого застосування сирого часнику.

Часник не впливає на метаболізм ліків, хоча результати останніх досліджень (Piscitelli S.C. et al., 2002; Gallicano K. et al., 2003) на здорових добровольцях неоднозначні щодо його впливу на фармакокінетику інгібіторів протеази. Вважають, що пацієнти, які отримують антикоагулянти, повинні споживати часник обережно через його антитромботичні властивості. Варто припинити вживати часник у високих дозах за 7–10 днів до операції, оскільки він може подовжити час кровотечі та був пов'язаним із утворенням спонтанної спінальної епідуральної гематоми (описано один випадок).

Дозування Ефективне дозування часнику не встановлено. У літературі звичайно рекомендують вживання 4 г (1–2 зубчики) сирого часнику на день, 1 таблетку 300 мг сухого часникового порошку (стандартизованого до 1,3% алііну або 0,6% вмісту аліцину) 2–3 рази на день чи 7,2 г екстракту несирого часнику на день.

Таблиця 1.1 – Лікувальні властивості часнику [27]

Ефективність	Антигіпертензивна дія: неоднозначна Протимікробна дія: недостатньо даних Протипухлинна дія: епідеміологічні вказівки на позитивну дію Протитромботична дія: помірна протитромбоцитарна дія Гіпоглікемічна дія: відсутня Гіполіпідемічна дія: помірна, позитивна короткотривала
Побічна дія	Часто: специфічний запах тіла та подиху Рідше: розлади ШКК, метеоризм Дуже рідко: дерматит, опіки, утворення пухирів від місцевого застосування
Взаємодія з іншими ліками	Вплив на фармакокінетику інгібіторів протеази неясний; застосовувати обережно разом з антикоагулянтами; бажано відмінити високі дози часнику за 7–10 днів перед операцією
Дозування для дорослих	Сирий часник: 4 г на день (1–2 зубчики) Сухий порошок (1,3% алііну): 300 мг 2–3 рази на день Екстракт несирого часнику: 7,2 г на день
Світова ціна	\$1–15 на місяць залежно від фармакологічної форми та виробника
Висновок	Безпечний; має протипухлинну та гіполіпідемічну дію

1.9 Рекомендації щодо капсулювання екстракту часнику

Інкапсуляція екстракту часнику може бути одним з інструментів для вирішення проблем зберігання його властивостей впродовж тривалого часу та контрольованого вивільнення ароматичних сполук. Можливі переваги від інкапсулювання полягають в наступному:

- простота вживання препарату;
- підвищена стабільність кінцевого продукту;
- покращена безпека при зберіганні та використанні;
- регульовані властивості продукту (розмір частинок, структура, здатність до диспергування в олії або у воді);
- маскування специфічного запаху екстракту;
- контрольоване вивільнення БАР часнику в шлунку.

Інкапсуляцію екстракту часнику [28] пропонуємо проводити методом коацервації, як показано на рисунку 1.7.

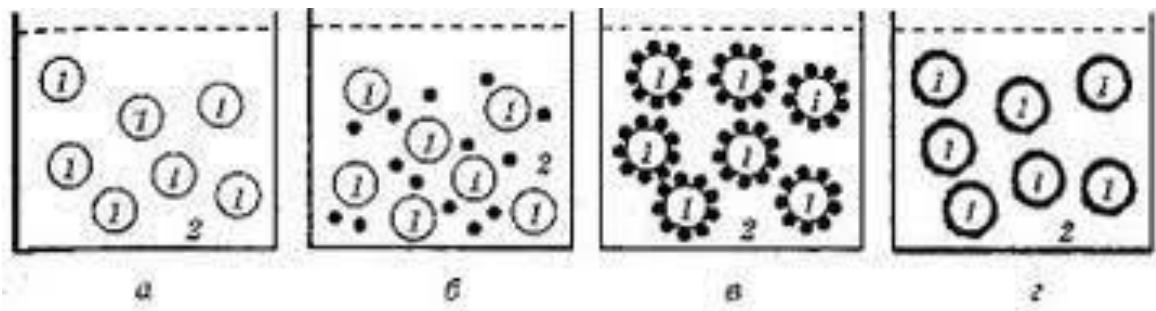


Рисунок 1.7 – Схема мікрокапсулювання методом простої коацервації:

а – дисперсія лікарської речовини (1) у розчині полімеру (2); б – коацервація – утворення в розчині фаз з низьким і високим змістом полімеру; в – «намисто» з мікрокрапельок коацервата на поверхні краплі олії; г – злиття мікрокрапельок коацервата й утворення мікрокапсули

Для цього пересичений розчин лікарської речовини і розчин для оболонки (водний, водно-спиртовий чи отриманий з використанням іншого органічного розчинника) у виді крапель чи тонкого струменя подається в посудину з охолодженою рідиною, що не змішується, (найчастіше олією), з мішалкою. При її обертанні відбувається диспергування розчину, що попадає в олію, на дрібні крапельки, величина яких залежить від ряду факторів, але головним чином – від температури олії і швидкості обертання мішалки. Крапельки, що утворяться,

швидко затвердівають унаслідок кристалізації лікарської речовини з нагрітого пересиченого розчину при різкому охолодженні в олії, причому форма мікрокапсул, що утворюються, як правило, наближається до кулястого. Після затвердіння мікрокапсули відокремлюють від олії, промивають і висушують.

Послідовність виконання етапів:

1. Капсулюємому речовину (олія олійні розчини вітамінів гормонів і інших лікарських засобів) емульгують у розчині желатину при 50 °С. Утвориться емульсія о/в.

2. У розчин плівкоутворювача при постійному помішуванні додають 20% водний розчин натрію сульфату. Дегідратуючі властивості натрію сульфату викликають коацервацію желатину.

3. Мікрокапсули коацервата зі зниженням температури починають концентруватися навколо крапель олії суцільною тонкою плівкою желатину утворюючи мікрокапсули.

4. Для застигання оболонок мікрокапсул суміш швидко виливають у ємність з холодним розчином натрію сульфату (18– 20 °С).

5. Видаляють желатин що не піддався коацервації і розчин натрію сульфату шляхом промивання мікрокапсул на віброситі очищеною водою.

6. Сушіння мікрокапсул проводять за допомогою адсорбенту (сілікагельні сушарки) полочних конвективних сушарок в апараті псевдокиплячого шару обробкою водовіднімаючими рідинами (96% етанол).

Приклад очікуваного результату капсулювання, виконаного за описаною методикою, наведено на рисунку 1.8.

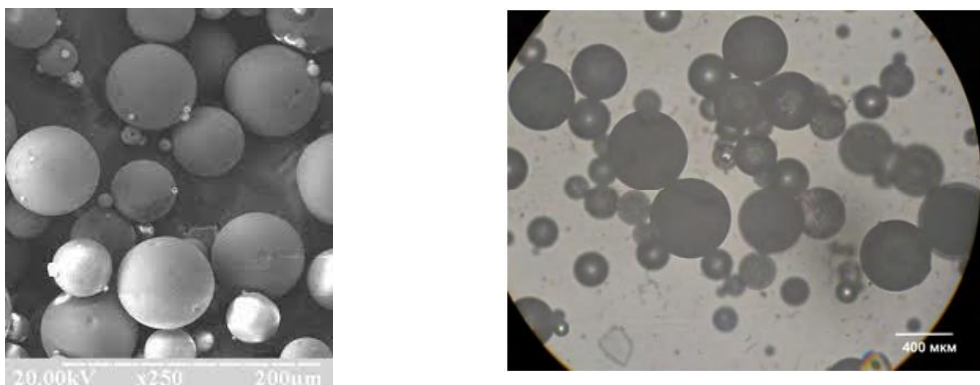


Рисунок 1.8 – Зовнішній вигляд мікрокапсул [29]

РОЗДІЛ II

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Об'єкти та предмети дослідження

Puritan's Pride Odorless Garlic Extract 1000 мг на основі біологічно активного екстракту часнику стимулює працездатність м'язів і працює як антиоксидант. Підходить спортсменам з будь-яким рівнем підготовки та програмою тренувань.



Рисунок 2.1 – Екстракт часнику в капсулах

Переваги:

- Зручна форма капсули
- Підтримка здоров'я серцевого м'яза
- Антиоксидантний ефект
- Підтримує загальний тонус
- Потужний антикатаболік
- Стимулює процеси для зростання м'язової маси
- Допомагає впоратися зі втомою
- Без побічних ефектів

Застосування: для імунітету, для серця та судин, для жовчовивідних шляхів та жовчного міхура, для м'язів, при заняттях спортом та тренуваннях, при інфекціях та запаленнях.

Властивості: антиоксидант, комплексні, протизапальні, загальнозміцнюючі, тонізуючі.

Спосіб застосування: Приймати по 1 капсулі 4 рази на день разом з їжею.

Формула Odorless Garlic Extract – рослинний екстракт часнику – без запаху, без неприємного смаку. Біологічно активна добавка для тих, хто любить всебічно впливати на ефективність тренувань. Екстракт часнику містить аліцин – це фітонцид, збережений завдяки технології холодної обробки. Впливає на гормональне тло: підвищує рівень чоловічого гормону, знижує рівень кортизолу – гормону, що запускає розщеплення м'язового білка для синтезу енергії, коли організм відчуває її дефіцит. Підвищення рівня гормонів веде до зростання м'язової маси, а пригнічення кортизолу – до її збереження та відновлення після тренування. Тонус організму: часник покращує роботу шлунково-кишкового тракту, стимулює серцево-судинну діяльність. Екстракт часнику знижує рівень холестерину, тригліцеридів у крові та підвищує концентрацію корисного холестерину. Анаболічний ефект часнику можна отримати, якщо прийняти добавку за півгодини-годину до тренування разом з креатином, амінокислотами або будь-яким іншим передтренувальним комплексом.

2.2 Методи дослідження

2.1.1 Відбір проб

Точкові проби від рідких екстрактів відбирають із поверхні, середини та дна цистерни. З точкових проб становлять загальну пробу, при цьому точкові проби зливають разом у чисту суху ємність і перемішують.

З об'єднаної проби відбирають середню пробу масою щонайменше 1,5 кг.

Середню пробу екстракту ділять на дві рівні частини, кожену частину поміщають у чисту суху скляну або поліетиленову банку з кришкою або поліетиленовий мішок. Для усунення бродіння рідкого екстракту у кожену банку

з пробою допускається додавати 0,15 г бетанафтолу або іншого антисептика на 0,75 кг екстракту.

На середню пробу наклеюють етикетку із зазначенням:

підприємства-виробника;

найменування екстракту;

номери партії;

номери вагона чи цистерни;

дати відбору проби;

посади та прізвища осіб, які відбирали пробу.

Одну частину середньої проби направляють на аналіз лабораторію. Другу частину опечатують та зберігають протягом 2 міс.

Відбір проб проводять спеціальними пристосуваннями (пробовідбірниками, желонками, інструментами, що сколюють, патрубками на трубопроводі та ін), попередньо очищеними і висушеними, виготовленими з матеріалу, що не реагує з екстрактом.

2.1.2 Визначення масової частки води

Апаратура, посуд та реактиви

Для визначення масової частки води застосовують:

баню водяну з підігрівом до 100 ° С;

баню водяну для охолодження проточною водою;

шафа сушильна з терморегулятором;

вирви В-100-150 ХС;

колбу Кн-500-34 з повітряним холодильником;

колби 1(2)-500-2 та 1(2)-1000-2;

паличку скляну;

піпетку 2-2-50 з НТД;

склянку 6 або кухоль 2;

лабораторні ваги 2-го класу точності з межею зважування 200 г;

ексікатор 2-190 (250);

чашки випарювальні скляні або металеві корозійностійкі, місткістю 50 см³ масою не більше 50 г;

воду дистильовану температурою (20 ± 2) °С нагріту до температури (95 ± 5) °С;

кальцій хлористий технічний, прожарений.

Проведення випробування

50 см³ добре перемішаного аналізованого розчину екстракту, поміщають у випарювальну чашку, попередньо висушену при (102 ± 2) °С і зважену з похибкою не більше 0,0002 г, і випарюють на водяній бані насухо. Залишок сушать у сушильній шафі при (102 ± 2) °С протягом 3 год. Потім охолоджують в ексикаторі над хлористим кальцієм протягом 20 хв і зважують з похибкою не більше 0,0002 г. Сушіння повторюють до отримання різниці в масі між двома наступними зважуванням не більше 0,001 р. Кожне повторне сушіння проводять протягом 1 год.

Обробка результатів

Масову концентрацію сухої речовини (X) у г/дм³ в аналізованому розчині обчислюють за формулою:

$$X = \frac{m_1 \cdot 100}{50} \quad (2.1)$$

де m₁ – маса сухої речовини 50 см³ аналізованого розчину, г;

1000 – обсяг аналізованого розчину, см³;

50 – обсяг аналізованого розчину, взятий для визначення сухої речовини, см³.

Масову частку сухої речовини у екстракті (X₁) у відсотках обчислюють за формулами:

$$X_1 = \frac{X \cdot 50 \cdot 100}{50 \cdot m}; \quad (2.2)$$

де X – масова концентрація сухої речовини в аналізованому розчині, г/дм³;

m – маса наважки екстракту, г;

50 – об'єм розчину, взятий для приготування аналізованого розчину, см³.

За результат аналізу приймають середньоарифметичне значення двох паралельних визначень, абсолютна розбіжність між якими не перевищує розбіжності, що допускаються, зазначені в табл. 1 при довірчій ймовірності $P = 0,95$.

2.1.3 Визначення масової частки не розчинних у воді речовин

Апаратура, посуд та реактиви

Для визначення масової частки нерозчинних у воді речовин застосовують:

склянки В-1-250 та В-1-600;

колби Кн-100-22 або Кн-250-34;

піпетку 2-2-30 з НТД;

циліндр 1(3)-100;

ексікатор 2-190 (250);

ступку 3 (4, 5);

маточка 1 (2);

папір фільтрувальний лабораторний, швидкофільтруючий;

оцтову кислоту, розчин концентрації з $(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,01$ моль/дм³;

соляну кислоту, з масовою часткою 10 %;

срібло азотнокисле, з часткою 1 %;

кальцій хлористий технічний, прожарений;

каолін будь-якої марки.

Підготовка до випробування

Підготовка каоліну

Маса сухого залишку від випарювання та сушіння при (102 ± 2) °С 50 см³ фільтрату суспензії, отриманої при збовтуванні 1 г каоліну в 100 см³ розчину оцтової кислоти, не повинна перевищувати 0,5 мг; рН водної суспензії з масовою часткою 1 % має бути в межах 5-6. При невідповідності цим вимогам до каоліну доливають розчин соляної кислоти з масовою часткою 10 % (співвідношення маси каоліну та розчину кислоти 1:6), кип'ятять 2 год і промивають гарячою, а потім холодною водою до рН суспензії 5-6 та негативної реакції на іон хлор

(проба розчином нітрату срібла). Потім воду зливають, каолін висушують при 115 ° С-120 ° С і розтирають у ступці.

Підготовка фільтра із шаром каоліну

75 см³ аналізованого розчину екстракту, змішують у склянці з 1 г каоліну. Суспензію каоліну переносять на складчастий фільтр. Залишок каоліну зі склянки змивають на той самий фільтр першою порцією фільтрату (не більше 25 см³). Фільтрат збирають у суху колбу. Фільтрування продовжують протягом 55-60 хв, при цьому мутний фільтрат із приймальної колби кілька разів переносять на фільтр до отримання прозорого фільтрату. Прозорий фільтрат відкидають, рідину з фільтра видаляють за допомогою піпетки або сифона, не допускаючи обмущування каоліну на фільтрі, і теж відкидають.

Проведення випробування

Відбирають циліндром 75 см³ аналізованого розчину екстракту, переносять на фільтр із шаром каоліну та фільтрують. Мутний фільтрат відкидають, а прозорий збирають у суху колбу. 50 см³ прозорого фільтрату поміщають у випарювальну чашку, випарюють на водяній бані, сушать і зважують.

Обробка результатів

Масову концентрацію розчинних у воді речовин (X_3) у г/дм³ аналізованого розчину обчислюють за формулою

$$X_3 = \frac{m_1 \cdot 1000}{50}, \quad (2.3)$$

де m_1 – маса сухої речовини 50 см³ фільтрату, г;

1000 – обсяг аналізованого розчину, см³;

50 – об'єм фільтрату, взятий для визначення, см³.

Масову частку розчинних у воді речовин (X_4) у відсотках обчислюють за формулами:

для екстрактів, що випускаються у вигляді брили та шматків,

$$X_4 = \frac{X_3 \cdot 500 \cdot 100}{m \cdot 50}, \quad (2.4)$$

для екстрактів, що випускаються у вигляді крихти, порошку та рідини,

$$X_4 = \frac{X_3 \cdot 500 \cdot 100}{m \cdot 50}, \quad (2.5)$$

де X_3 – масова концентрація розчинних у воді речовин в аналізованому розчині, г/дм³;

m – маса наважки екстракту в розчині, г;

500 – об'єм розчину, см³;

50 – об'єм розчину, взятий для приготування аналізованого розчину, см³.

За результат аналізу приймають середньоарифметичне значення двох паралельних визначень, абсолютна розбіжність між якими вбирається у 1,0 %, за довірчої ймовірності $P = 0,95$.

Масову частку не розчинних у воді речовин (X_5) у відсотках обчислюють за формулою:

$$X_5 = X_1 - X_4 \quad (2.6)$$

де X_1 – масова частка сухої речовини в екстракті,

X_4 – масова частка розчинних у воді речовин у дубильному екстракті, %.

2.1.4 Метод визначення величини рН

Апаратура та реактиви

Для визначення величини рН застосовують:

іономер універсальний ЕВ-74 або потенціомет -рН-метр зі скляним вимірювальним електродом та з точністю вимірювання не менше 0,05 рН;

склянка Н-1-50 ТХС;

воду дистильовану.

Визначення величини рН проводять у аналізованому розчині, на рН-метрі за інструкцією, що додається до приладу.

2.1.5 Визначення масової частки попелу

Апаратура, посуд та реактиви

Для визначення масової частки попелу застосовують:

плитку електричну або пальник газовий;

муфельну піч з терморегулятором, що забезпечує постійну температуру при прожарюванні (550 ± 50) °С;

лабораторні ваги 2-го класу точності з межею зважування 200 г;
тиглі високі 2 (3);
щипці тигельні;
ексікатор 2-190 (250);
кальцій хлористий технічний, прожарений.

Проведення випробування

3-5 г середньої проби екстракту зважують з точністю не менше 0,0002 г, поміщають у порцеляновий тигель, попередньо прожарений і зважений з точністю не менше 0,0002 г, підсушують та обвугують на електричній плитці або полум'я газового пальника. Далі виконують спалювання та прожарювання.

Перше зважування проводять через $(1,5 \pm 0,1)$ год, наступні через кожні 30 хв прожарювання. Прожарювання вважають закінченим, коли різниця в масі двох послідовних зважувань не перевищуватиме 0,001 р.

Обробка результатів

Масову частку попелу (X_{11}) у відсотках обчислюють за формулою

$$X_{11} = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m}, \quad (2.7)$$

де m_1 – маса прожареного залишку з тиглем, г;

m_2 – маса тигля, г;

m – маса наважки екстракту, г.

За результат аналізу приймають середньоарифметичне значення двох паралельних визначень, абсолютні розбіжності між якими не перевищують значень, зазначених у табл. 3 при довірчій ймовірності $P = 0,95$.

2.1.6 Визначення КЧ

Кислотне число (КЧ) – кількість міліграмів гідроксиду калію, необхідна для нейтралізації вільних жирних кислот, які містяться в 1 г олії або жиру. Це важливий показник якості жиру і нормується всіма ДСТУ та технічними умовами, оскільки може легко збільшуватися при зберіганні як жиру, так і багатих на жир харчових продуктів. Значення КЧ характеризує товарний ґатунок і доброякісність олій та жирів.

Кількість вільних жирних кислот в оліях і жирах залежить від якості сировини, способу отримання олії або жиру, його вологості, умов зберігання. При недотриманні умов та термінів зберігання жирів КЧ збільшується, що зумовлено в основному гідролізом ацилгліцеринів. Враховуючи, що зберігання харчових продуктів завжди супроводжується гідролізом, то за величиною КЧ можна визначити якість жирів. У заводській практиці КЧ використовують для розрахунку лугу, необхідного для рафінування жирів та олій.

Принцип методу заснований на титруванні (нейтралізації) вільних жирних кислот лугом у присутності індикатора.

Реактиви: спиртовий розчин гідроксиду калію або натрію; 1%-ний спиртовий розчин фенолфталеїну; спирт етиловий ректифікований або ізопропіловий.

Прилади, хімічний посуд: терези лабораторні 4-го класу, бюретка з штативом, колби конічні плоскодонні місткістю 100 мл.

Порядок виконання роботи. В конічну колбу місткістю 250 см³ відбирають наважку дослідної олії. Масу наважку зразка визначають залежно від очікуваного значення кислотного числа.

Таблиця 2.1 – Величина наважки олії під час визначення кислотного числа

Очікуване КЧ, мгКОН/г	Розмір наважки, г	Допустима похибка зважування, г
0,1 – 1	20	0,05
1 – 4	10	0,02
4 – 15	2,5	0,01
15 – 30	0,5	0,001
більше 30	0,1	0,0002

У другій колбі нагрівають до кипіння 50 см³ етилового спирту (або ізопропілового), який містить 0,5 см³ фенолфталеїну. Для забарвлених олій кількість розчинника може бути збільшено до 150 см³.

За температури етилового спирту вище 70 °С його обережно нейтралізують розчином гідроксиду калію. Титрувати припиняють, якщо під час додавання однієї краплі луг відбувається ледве помітна зміна кольору, що не зникає протягом 15 с.

Наливають нейтралізований етиловий спирт у першу колбу з дослідною пробєю і ретельно перемішують. Доводять вміст колби до кипіння і титрують розчином гідроксиду натрію або калію з концентрацією $C = 0,1$ моль/дм³ або $C = 0,5$ моль/дм³ залежно від очікуваного значення кислотного числа, ретельно збовтуючи вміст колби під час титрування.

Кислотне число обчислюють за формулою:

$$KЧ = 5,611VK/m, \quad (2.8)$$

де $5,611$ – титр $0,1$ н. розчину гідроксиду калію, мг/мл; V – кількість $0,1$ н. розчину лугу, витрачене на титрування, мл; K – поправка до титрурозчину гідроксиду калію; m – маса наважки олії, г [34].

2.1.7 Визначення ПЧ

Принцип методу базується на взаємодії активного пероксидного або гідропероксидного кисню з йодоводневою кислотою (HI) у присутності оцтової кислоти. Йод, що виділяється у результаті реакції, відтитровують розчином тіосульфату натрію.

Реактиви: хлороформ (10 см³), оцтова кислота (15 см³), 50% -й водний розчин йодистого калію (1 см³), 1% розчин крохмалю, $0,01$ н розчин тіосульфату натрію.

Хімічний посуд і прилади: колба з притертою пробкою на 250 см³, бюретка.

Порядок виконання роботи. Наважку жиру масою 1 г зважують у колбу з притертою пробкою і додають 10 см³ хлороформу. Пробу розчиняють, додають 15 см³ оцтової кислоти та 1 см³ розчину йодистого калію. Після цього колбу закривають пробкою, вміст перемішують протягом 1 хвилини та залишають на 5 хвилин у темному місці за температури 15 – 25 °C. Потім додають 75 см³ води, ретельно перемішують та додають 5 крапель розчину крохмалю. Йод, що виділився, відтитровують $0,01$ н розчином тіосульфату натрію. Для кожного досліджуваного зразка виконують два паралельні вимірювання та контрольний дослід на чистоту реактивів за тих же умов без жиру.

Пероксидне число (в мілімолях активного кисню на кілограм продукту) розраховують за формулою:

$$X = (V1 - V0) \cdot C \cdot 1000 / m, \quad (2.9)$$

де $V0$ – об'єм розчину тіосульфату натрію, який використали для титрування контрольного досліду, см^3 ; $V1$ – об'єм розчину тіосульфату натрію, який використали для титрування основної проби, см^3 ; C – концентрація розчину тіосульфату натрію, моль/дм^3 ; m – наважка досліджуваного зразка, г; 1000 – розрахунковий коефіцієнт [34].

2.1.8 Визначення густини

Вимірювання густини пікнометром базується на зважуванні речовини, що знаходиться в ньому (зазвичай у рідкому стані), яка заповнює пікнометр до мітки на горловині або до верхнього краю капіляра, що відповідає номінальній місткості пікнометра.

Порядок виконання роботи:

1. Чистий пікнометр, не закритий пробкою, зважити разом з пробкою.
2. Наповнити пікнометр дистильованою водою точно до мітки. При цьому стежити, щоб на стінках пікнометра всередині не залишались бульбашки повітря: для цього примушують рідину стікати по його стінках. Зайву воду над міткою вибрати фільтрувальним папером і таким самим папером старанно осушити пікнометр ззовні. Після цього знову зважити його.
3. Вилити воду з пікнометра і зважити після наповнення досліджуваною рідиною.
4. За формулою обчислити густину досліджуваної рідини.

$$\rho = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1) \quad (2.10)$$

де m_1 – маса порожнього пікнометра,

m_2 – маса пікнометра з дистильованою водою,

m_3 – маса пікнометра з досліджуваною рідиною.

Всі вимірювання для визначення густини твердого тіла і рідини слід проводити при однакових температурах. Пікнометр і рідина повинні мати однакову температуру [34].

РОЗДІЛ III

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Дослідження ефективності екстрагування цибулин часнику

На сьогоднішній день однією із основних стадій в технології екстрактів із різної рослинної сировини є процес отримання витягу. Ефективність виробництва суттєво залежить від рівня апаратурно-технологічного рішення даного процесу, який повинен забезпечити повноту екстракції діючих речовин із рослинної сировини, а також мати мінімальні затрати в роботі. Адже від якості і кількості витягу залежить подальша технологічна схема виробництва.

Сьогодні фармацевтичними підприємствами використовуються різні способи отримання витягу. В загальному вигляді їх можна класифікувати на статичні і динамічні.

Статичні способи екстракції передбачають періодичне додавання екстрагенту до сировини і настоювання даної суміші протягом певного часу. Динамічні способи екстракції характеризуються постійною зміною екстрагенту або екстрагенту і сировини.

Вказані способи екстракції можна класифікувати:

- за тривалістю процесу екстракції: періодичні та безперервні;
- за можливістю досягнення концентрації: рівновісні та нерівновісні;
- за напрямленням потоку екстрагенту і сировини: прямоточні та противоточні.

До періодичних відносяться всі способи, в яких екстракція однієї або декількох порцій сировини проходить протягом певного часу, тобто подача сировини в екстракційні апарати відбувається періодично. Серед них розрізняють: одноступінчастий, простий багатоступінчастий та противоточний багатоступінчастий способи.

До статичних періодичних способів відносяться: одноступінчасті – мацерація, та багатоступінчасті – ремацерація, циркуляція з періодичним зливом, а також багатоступінчасті противоточні – реперколяція з періодичним зливом по Чулкову.

До безперервних відносяться способи, в яких сировина та екстрагент безперервно надходять до екстракційного апарату. При цьому безперервно відбувається злив витягу і вивантаження шроту. Безперервні способи екстракції використовуються при багатомаштабному та масовому виробництві галенових препаратів. Дані способи можна розділити на прямоточні та противоточні. Для їх оснащення використовуються апарати багаторазового зрошення або занурюючого типу.

Найбільш простими способами екстракції є статичні та, в їх числі, найпростіший метод – метод настоювання або мацерація (лат. *macerare* – вимочування, настоювання). Перевагами вказаного способу є простота методу та обладнання, що використовується. Тому, в аптечній технології, на сьогодні – це основний спосіб отримання екстракційних препаратів.

На сучасних хіміко-фармацевтичних підприємствах України використовують різні модифікації наведених методів екстракції, що можуть відрізнятися один від одного різними параметрами: часом екстракції, кількістю дифузорів у батареї, кількістю сировини в кожному дифузорі, типом апарату, об'ємом екстракту, що зливається тощо.

На українському фармацевтичному ринку представлені монокомпонентні та комплексні вітчизняні та імпортовані препарати часнику різного хімічного складу та фармакологічної активності. Часник городній входить до складу лікарських засобів «Аллохол», «Олія часнику», «Ревайтл часникові перлини», «Голд Рей», «Екстракт часнику», «*Capsicum & Garlic with Parsley*» у вигляді олії, екстракту часникової олії, порошку та екстракту часнику.

Для одержання олійного екстракту часнику вивчали процес мацерації соняшниковою олією за різних технологічних режимів.

Відомо, що на ефективність процесу екстрагування лікарської рослинної сировини (ЛРС) впливають різноманітні фактори, зокрема, метод екстрагування, природа екстрагенту, температура та тривалість екстракції, різниця концентрацій, ступінь подрібнення ЛРС, її вологість, насипна густина, коефіцієнт набухання, поглинання тощо. Вибір умов для проведення

екстрагування залежить, насамперед, від природи речовин, які необхідно вилучити із ЛРС.

Нами вивчено вплив гідромодулю (співвідношення твердої і рідкої фаз) та температури процесу на ефективність екстрагування подрібнених цибулин часнику. Тривалість настоювання становила 1 годину, оскільки надмірна тривалість процесу екстрагування призводить до забруднення витяжок супутніми високомолекулярними сполуками, швидкість дифузії яких значно менша, ніж у біологічно активних речовин, що під впливом ферментів призводить до протікання небажаних процесів.

Таблиця 3.2 – Екстрагування цибулин часнику

Зразок	Значення	
	Показник заломлення	Вміст сухих речовин, %
Температура 20 ±2 °С		
Гідромодуль 1:5	1,4762	75,6
Гідромодуль 1:10	1,461	74,6
Гідромодуль 1:15	1,461	74,5
Температура 50 ±2 °С		
Гідромодуль 1:5	1,4761	74,5
Гідромодуль 1:10	1,460	74,4
Гідромодуль 1:15	1,450	74,0
Температура 60 ±2 °С		
Гідромодуль 1:5	1,4760	74,4
Гідромодуль 1:10	1,460	74,4
Гідромодуль 1:15	1,460	74,4
Температура 70 ±2 °С		
Гідромодуль 1:5	1,4760	74,4
Гідромодуль 1:10	1,460	74,4
Гідромодуль 1:15	1,459	74,3
Контроль: олія соняшникова рафінована дезодорована	1,461	74,5

За вмістом сухих речовин і величиною показника заломлення перевагу мають зразки, одержані при кімнатній температурі не залежно від величини гідромодуля. Підвищення температури сприяє збільшенню швидкості

екстрагування, однак також прискорює процес руйнування термолабільних біологічно активних сполук та втрату летких речовин екстракту.

Для уточнення ефективних режимів екстрагування часнику визначали густину екстрактів, одержаних при різних співвідношеннях рідкої і твердої фаз. Як еталонну рідину обрано дистильовану воду, згідно методики п. 2.1.8. Визначення відносної густини для екстракту проводили за +20 °С шляхом ділення маси певного об'єму рідини до маси води цього ж обсягу при цій же температурі.

Густина ефірної олії часнику лежить в межах від 864 до 878 кг/м³, а соняшnikової олії зазвичай становить від 920–927 кг/м³. Тому зниження густини екстракту свідчить про більш ефективне вилучення легколетких компонентів з часнику, а отже про вищу ефективність екстрагування в цілому. На рисунку 3.1 наведено залежність густини екстрактів, одержаних за різних технологічних режимів.

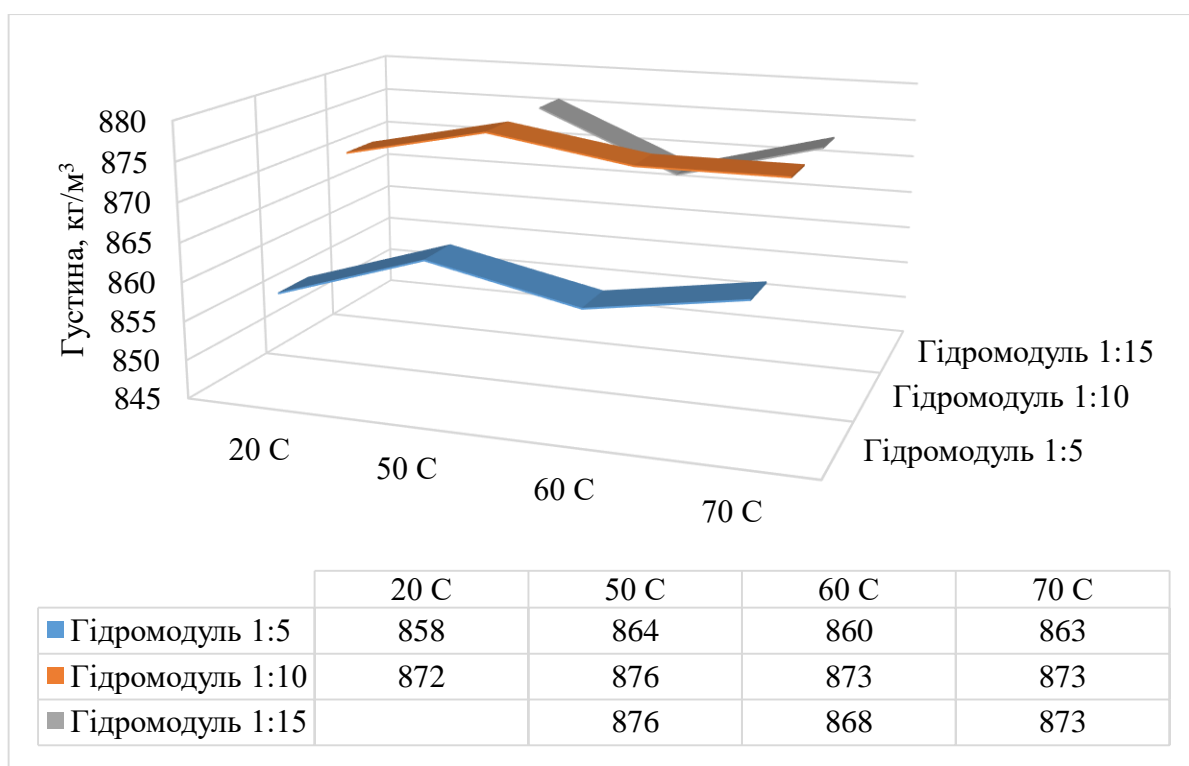


Рисунок 3.1 – Густина екстрактів, одержаних за різних технологічних режимів

Згідно одержаних даних, перевагу мають екстракти, одержані за гідромодулем 1:5, оскільки значення їх густини мінімальне в кожній паралелі

дослідів. Значення густини екстракту з гідромодулем 1:15, одержаного при кімнатній температурі не вдалось встановити через недостатній об'єм зразку.

Оскільки рослинна олія має відносно високу в'язкість, для інтенсифікації процесу екстрагування БАР мацерацію перевагу має гарячий процес з нагріванням температури 50 - 60 °С.

Температура 60 °С видається сприятливою для проведення екстрагування, оскільки на графіку спостерігається падіння густини в цій точці для трьох паралелей дослідження. Однак екстрагування за кімнатної температури практично не поступається за ефективністю, а для гідромодуля 1:5 та 1:10 є більш сприятливим.

Опис екстрактів, одержаних за кімнатної температури, наведено в таблиці 3.3.

Таблиці 3.3 – Опис екстрактів, одержаних за кімнатної температури

Показник	Екстракт, одержаний за гідромодуля		
	1:5	1:10	1:15
Органолептичні показники			
Зовнішній вигляд	Рідина		
Прозорість	Прозора без осаду і сторонніх включень		
Колір	Світло-жовтий		
Запах	Характерний специфічний запах часнику		
Смак			
Фізико-хімічні показники			
Густина, кг/м ³	852	872	-
Показник заломлення	1,4762	1,461	1,461
Вміст сухих речовин, %	75,6	74,6	74,5
Кислотне число, мгКОН/г	0,81	0,85	0,39
Пероксидне число, ммоль ^{1/2} О/кг	5,41	3,46	3,65

Таким чином, одержані екстракти представляють собою концентровані витяжки з лікарської рослинної сировини і класифікуються як екстракти олійні (*Extriacta oleosa*), за консистенцією належать до густих (*Extracta spissa*) з вмістом вологи не більше 25%.

Зовнішній вигляд одержаних екстрактів показано на рисунку 3.2. Їх запах і смак практично не залежать від температури екстрагування, прозорість і колір відповідає контрольному зразку – олії соняшниковій рафінованій дезодорованій.

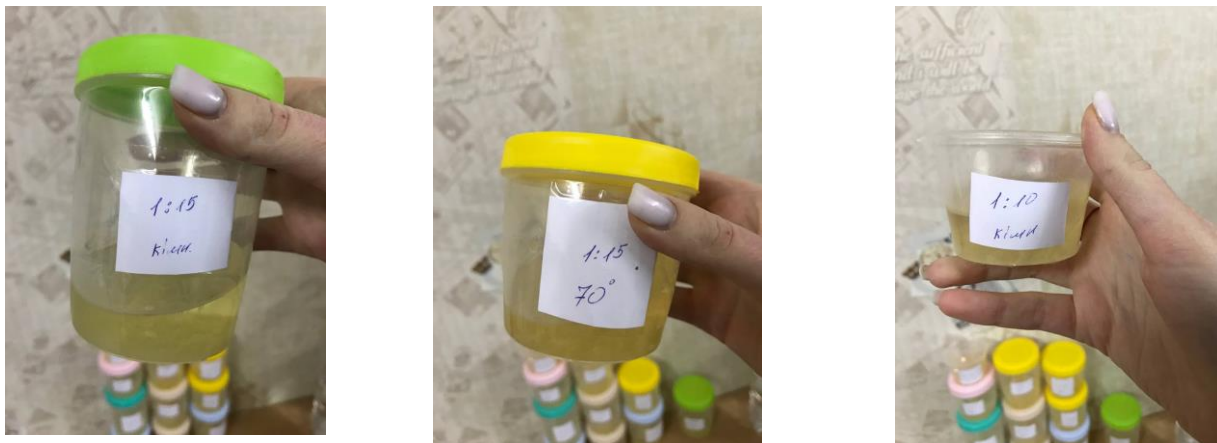


Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд одержаних екстрактів

Опис екстрактів, одержаних за рекомендованої температури 60°C, наведено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Опис екстрактів, одержаних за температури 60°C

Показник	Екстракт, одержаний за гідромодуля		
	1:5	1:10	1:15
Органолептичні показники			
Зовнішній вигляд	Рідина		
Прозорість	Прозора без осаду і сторонніх включень		
Колір	Жовтий		
Запах	Виражений специфічний запах часнику		
Смак			
Фізико-хімічні показники			
Густина, кг/м ³	-	873	888
Показник заломлення	1,4760	1,460	1,460
Вміст сухих речовин, %	74,4	74,4	74,4
Кислотне число, мгКОН/г	0,91	0,63	0,81
Пероксидне число, ммоль ^{1/2} O/кг	2,50	4,75	3,31

Екстракти, одержані гарячою мацерацією відрізняються дещо темнішим колором та більш насиченим ароматом. Показники окисненості обох екстрактів (КЧ та ПЧ) подібні, що пов'язано з незначною інтенсивністю псування олії в процесі настоювання. Показник заломлення даних екстрактів не змінюється при збільшенні гідромодуля, так само як і вміст сухих речовин. Але густина екстракту зростає при збільшенні співвідношення рідкої і твердої фази.

При отриманні олійних екстрактів із рослинної сировини головна проблема пов'язана з низьким масообмінним процесом між ліпофільними компонентами клітин рослинної сировини та олійним екстрагентом. Тому для виявлення вагомих факторів, що впливають на ефективність екстрагування проведено моделювання процесу із залученням математичних методів.

3.2 Математичне моделювання екстрагування часнику

Екстрагування рослинної сировини, обумовлене загальними законами масопередачі, властивостями рослинної клітини й фізико-хімічною спорідненістю екстрагенту й речовин, що вилучаються.

Головними незалежними вхідними параметрами екстракції є: початковий стан екстрагента, твердої фази і продуктивність апарату. Основними параметрами екстрактора (рисунок 3.3) є: концентрації екстрактивних речовин в твердому тілі (C_n) і екстракті (X_n), температуру екстрагента (t) і тиск в апараті. Важливу роль відіграють властивості екстрагента: щільність (ρ), теплоємність (cp), в'язкість (ν), питома теплота фазового переходу (r) і коефіцієнт дифузії (D). Для твердої фази слід враховувати еквівалентний розмір частки (de), пористість шару (ϵ) і його товщину (δ). Сам апарат характеризується габаритними розмірами, об'ємом реакційної зони (Vp) і масою завантаження твердої фази (Gw).

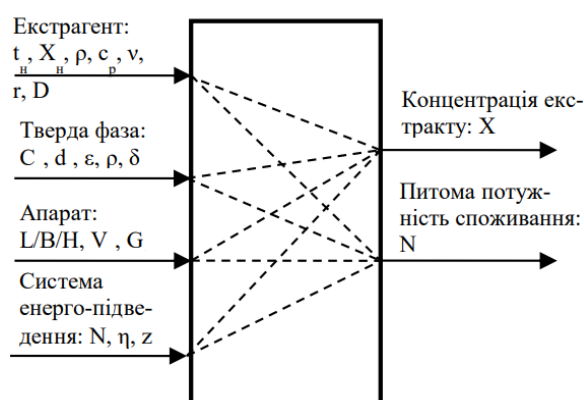


Рисунок 3.3 – Параметризована модель екстракції

Загалом, зазначені вище параметри є традиційними для всіх екстракторів [28]. Для опису процесу екстрагування методом моделювання необхідно встановити вид критеріального рівняння для розрахунку коефіцієнтів

масовіддачі при комбінованому протіканні процесів екстрагування за схемою на рис. 3.3.

Узагальнення експериментальних даних проведено в безрозмірних змінних. Для цього знаходимо визначений розмір, виходячи з густини потоку маси на межі розділу твердої і рідкої фази:

$$g = \frac{1}{S_p} \cdot \frac{dM}{d\tau} \quad (3.1)$$

де g – густина потоку екстракту,

S_p – площа межі розділу,

M – маса екстракту,

τ – час процесу.

Розглянемо рівняння (1) на прикладі сферичних зерен, які містять екстракт.

В такому випадку

$$M = N \cdot m_o, S_p = N \cdot S_o \quad (3.2)$$

де, N – число зерен в середині розчинника,

m_o – маса екстракту всередині одного зерна,

S_o – площа поверхні одного зерна.

Для ідеальної сфери:

$$S_o = 4 \cdot \pi \cdot r^2, m_o = \theta \cdot m \quad (3.3)$$

де, r – радіус однієї гранули,

m – маса однієї гранули,

θ – доля екстракту в одній гранулі.

Після підстановок (3.2) в (3.1) з розрахунком (3.3) отримаємо:

$$g = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot r^2 \cdot N} \cdot \frac{d}{d\tau} \left(\frac{\pi}{6} \cdot \theta \cdot \rho \cdot r^3 \cdot N \right),$$

$$g = \frac{\theta \cdot r}{24} \cdot \frac{d}{d\tau} \quad (3.4)$$

З (3.4) отримуємо визначаючий розмір – радіус однієї гранули. Цим доказано, що дисперсійний склад являється діючим фактором в процесі екстрагування.

Виведемо три фактори, які визначають процес:

– дисперсний склад твердої фази;

– гідромодуль;

– температура.

Цільовою функцією являється концентрація екстракту в розчиннику C . Безрозмірною концентрацією назвемо відношення:

$$z = \frac{C}{C_0} \quad (3.5)$$

C_0 – початкова концентрація екстракту всередині зерен відносно об'єму розчинника.

В прийнятих позначеннях математичну модель процесу екстрагування представляє функція двох змінних: $z = f(x, y)$

Складаємо матрицю планування експерименту з наступних етапів:

- 1) планування експерименту;
- 2) власна експеримент;
- 3) перевірка відтворюваності (однорідності вибірових дисперсій);
- 4) одержання математичної моделі об'єкта з перевіркою статистичної значимості вибірових коефіцієнтів регресії;
- 5) перевірка адекватності математичного опису.

Для розрахунку коефіцієнтів регресії всі фактори варіюють тільки на двох рівнях, що відповідають значенням кодованих змінних $+1$ і -1 . При двох рівнях факторів їхнього значення відповідають верхній і нижній границям інтервалу варіювання. У матриці планування фактори записуються в кодованому виді. Матриця планування експерименту – це таблиця кодованих значень варійовних факторів, що вкдючає умови проведення експериментів відповідно до обраного плану.

Таблиця 3.3 – План ПФЕ 2^2 дослідження впливу технологічних факторів на процес екстрагування часнику

№	Змінні фактори в кодованих змінних		Змінні фактори в натуральних величинах		Параметр оптимізації
	X_1	X_2	Φ_1	Φ_2	
1	+	-	70	5	74,4
2	-	+	50	15	74,0
3	+	+	70	15	74,3
4	-	-	50	5	74,5

Фактори експерименту:

X_1 – температура екстрагування,

X_2 – гідромодуль (твердої і рідкої фази)

Дисперсний склад твердої фази прийнято $const = 1 \text{ мм}$

Параметр оптимізації Y – вміст сухих речовин в екстракті, %

Основний рівень для фактору X_1 становить $60 \text{ }^\circ\text{C}$, інтервал варіювання $10 \text{ }^\circ\text{C}$; основний рівень для фактору X_2 10 , інтервал варіювання 5 .

Розраховують середнє значення вихідної змінної по рядках матриці:

$$y = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m y_{uk} \quad (3.6)$$

$$y = (74,4+74,0+74,3+74,5) / 4 = 74,3$$

Розраховують коефіцієнти рівняння регресії

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} \cdot y_u; \quad i = 0, n \quad (3.7)$$

Множник x_{iu} представляє собою знаки у відповідних стовпчиках факторів (індекс i) та рядках (індекс u) матриці планування:

$$b_0 = (74,4+74,0+74,3+74,5) / 4 = 74,3$$

$$b_1 = (74,4-74,0+74,3-74,5) / 4 = 0,05$$

$$b_2 = (74,4+74,0-74,3-74,5) / 4 = -0,1.$$

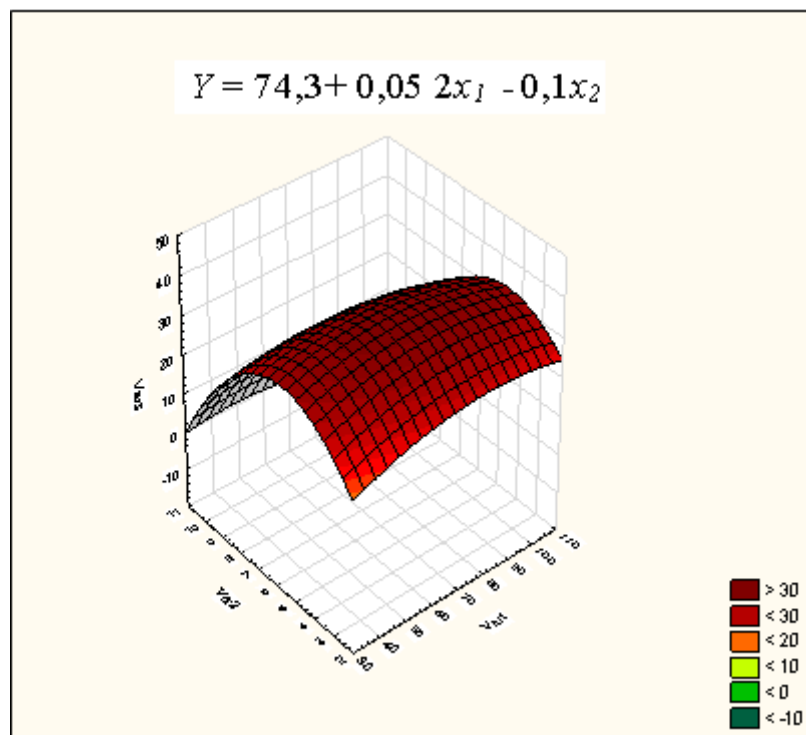
Одержане безрозмірне рівняння регресії набуває вигляду:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i \quad (3.8)$$

$$Y = 74,3 + 0,05 2x_1 - 0,1x_2$$

Дисперсія адекватності являє собою розсіяння середніх значень функції відгуку, знайдених експериментально в досліді, відносно обчислених за отриманою моделлю значень функції відгуку для тих же умов. Якщо обчислене значення критерію Фішера менше одиниці, тобто $F < 1$, то модель адекватно описує проведені дослідження. Якщо ж $F > 1$, то необхідно порівняти обчислене значення із табличним. Розраховані значення критерію Фішера становить $0,0016$. Оскільки виконується умова, що обчислені значення критерію Фішера менші

одиниці, то побудована модель є адекватною за даним критерієм. Таким чином, перевірка за критерієм Фішера при рівні значущості $\alpha = 0,05$ показала, що отримане рівняння є адекватним експерименту.



Риунок 3.4 – Поверхня відгуку залежності вмісту сухих речовин в екстракті від температури і гідромодуля

3.3 Дослідження олійних екстрактів часнику при зберіганні

Для того, щоб рослинні екстракти зберігали свої властивості та активні речовини якомога довше, необхідно зберігати їх у відповідний спосіб. Визначення тривалості зберігання є важливим етапом фармацевтичної розробки лікарських засобів. Для подальших досліджень обрано зразки, одержані за кімнатної температури та за температури 60 ± 2 °C з метою порівняння холодного і гарячого режимів екстрагування. Одним з показників якості препаратів на жировій основі, який характеризує їх стабільність в процесі зберігання є кислотне і пероксидне числа. Для контролю зміни даних показників зразки зберігали протягом 7 діб. Визначали КЧ та ПЧ свіжоодержаних зразків та після 7 діб їх зберігання.

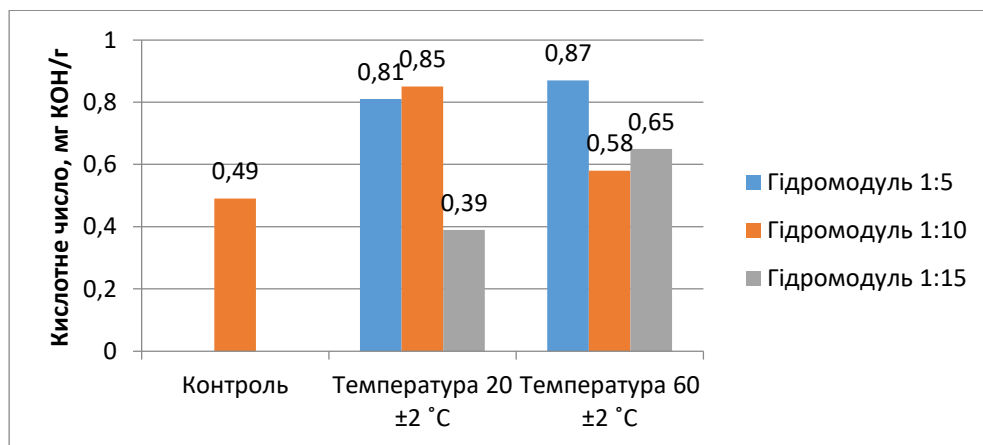


Рисунок. 3.5 – Кислотне число на початку зберігання

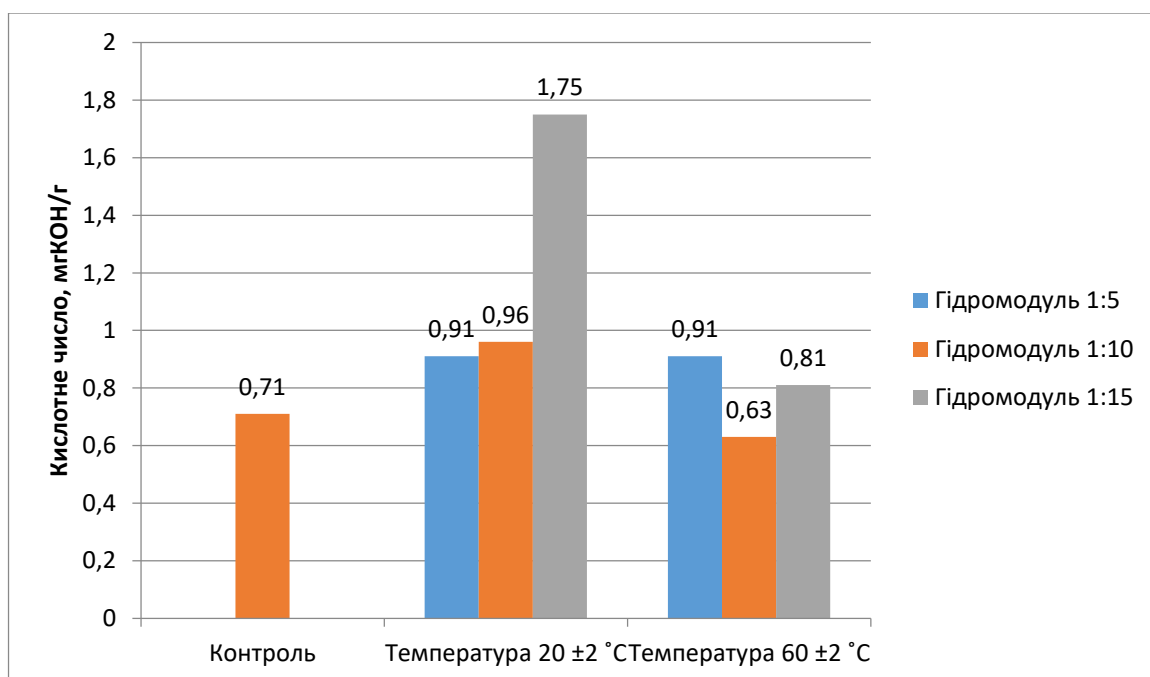


Рисунок. 3.6 – Кислотне число після 7 діб зберігання

Вміст вільних жирних кислот в усіх досліджуваних зразках стабільно зростає.

За своєю стабільністю виділяється зразок з гідромодулем 1:15, його КЧ стрімко зросло протягом 7 діб зберігання.

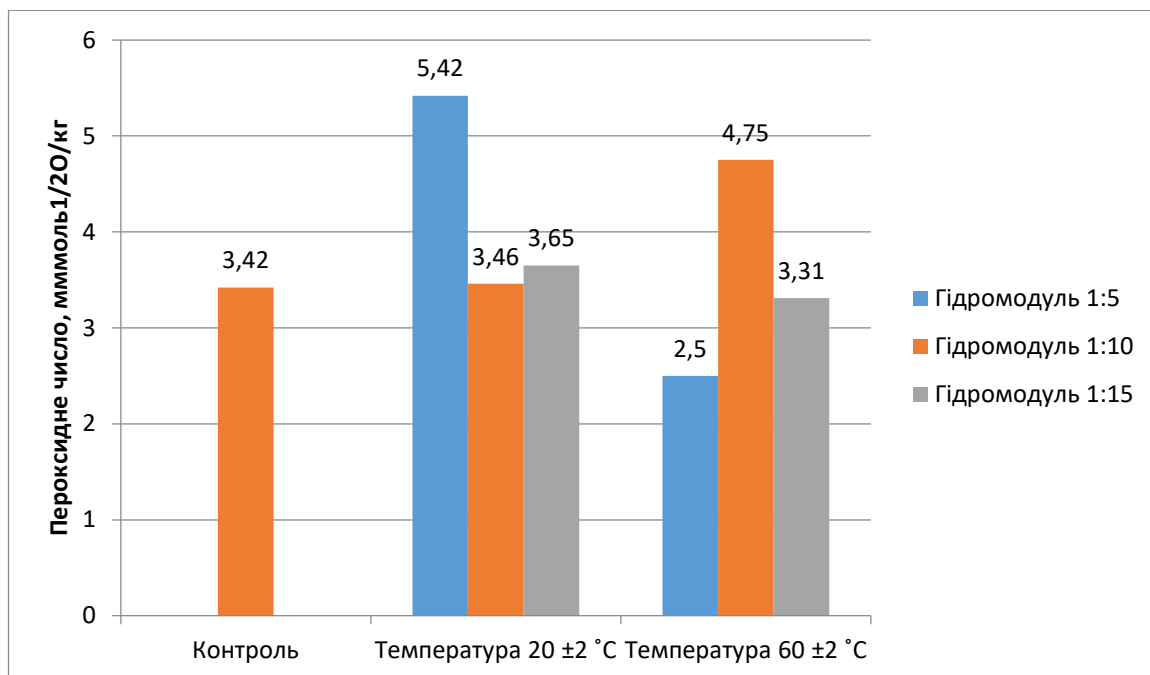


Рисунок 3.7 – Peroxidне число на початку зберігання

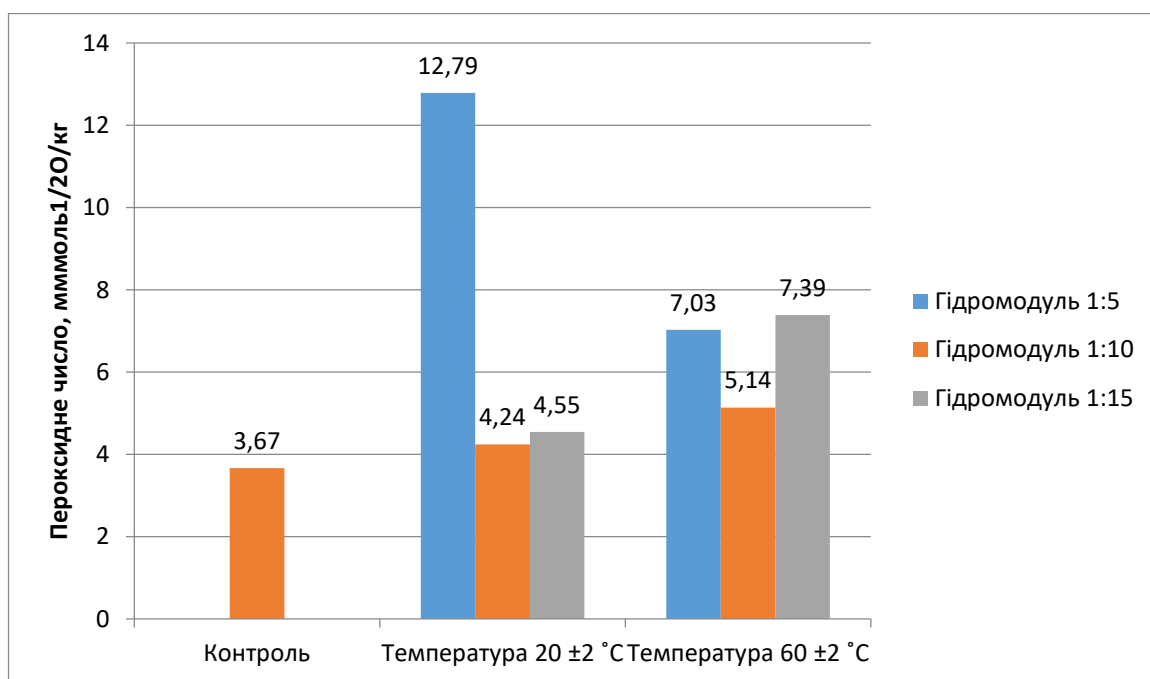


Рисунок 3.8 – Peroxidне число після 7 діб зберігання

Вміст пероксидів в усіх досліджуваних зразках стабільно зростає. Низькою стабільністю вирізняється зразок, отриманий за температури 20 ± 2 °C при гідромодулі 1:5, його ПЧ стрімко зростає від 5,42 до 12,79 ммоль^{1/2}O/кг. Аналогічно зразок з гідромодулем 1:5, одержаний гарячим методом продемонстрував високу швидкість окиснення.

РОЗДІЛ IV ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Опис інноваційної апаратурно-технологічної схеми

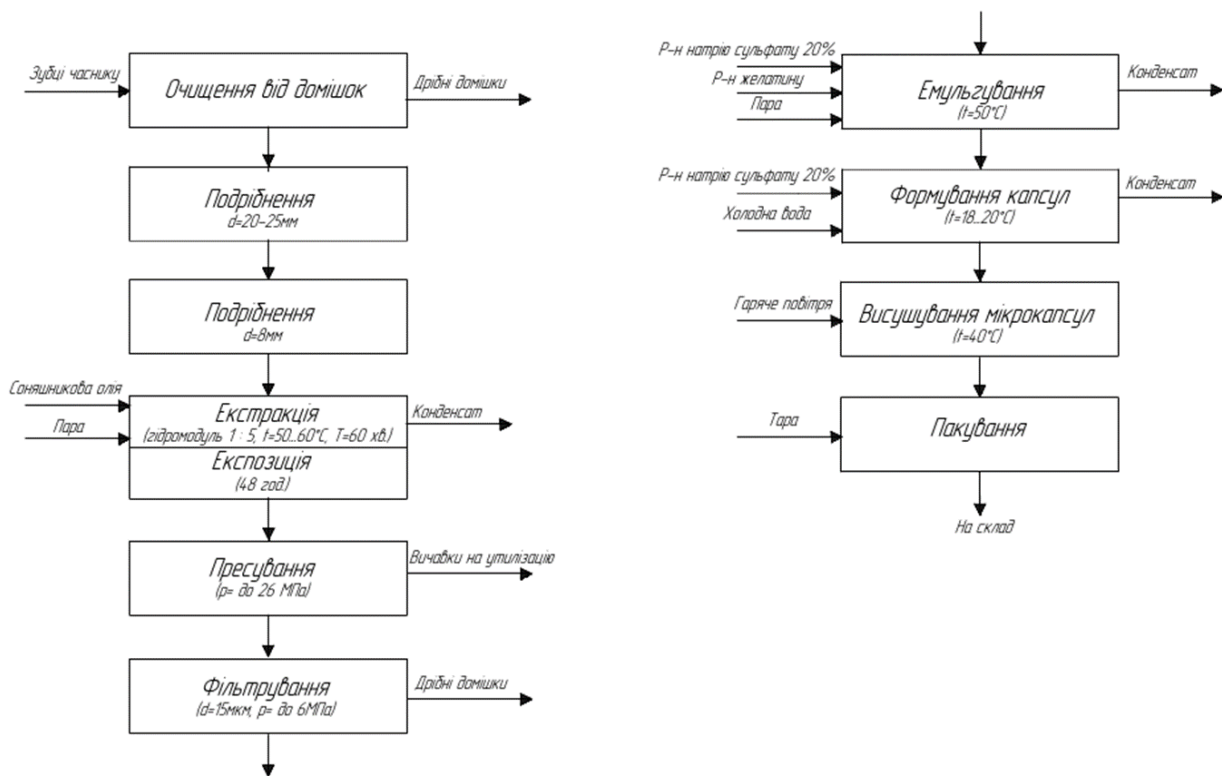


Рисунок 4.1 – Принципова технологічна схема

Метод мацерації походить від латинського слова *maceratio*, від *masero* розм'якшую, розмочую. Мацерація – це спосіб вилучення з рослини (цілком або окремо: пелюсток, коренів, суцвіть) активних корисних речовин шляхом настоювання (екстрагування) в рідині. Для мацерації можна використовувати різні види екстрагентів: олію, воду з гліцерином, спирт з водою та інші. Настоювання може тривати кілька тижнів із регулярним перемішуванням.

Мацерація може бути виконана за кімнатної температури, при невеликому нагріванні, а також при постійному нагріванні (томленні).

Отриманий екстракт фільтрується для одержання чистого розчину без дрібних частинок рослини. Отриманий настій використовується в косметичних та лікувальних цілях самостійно або для збагачення кремів, мазей, сироваток, лосьйонів і т.д.

Принципова технологічна схема отримання часникової олії представлена на рис. 4.1.

Очищення від домішок Мета процедури – звільнення сировини від максимально можливої кількості дрібних, легких та важких домішок. Домішки, що можуть бути відокремлені просіюванням на ситах та пневмосепаруванням, прийнято вважати легковідокремлюваними. Для вилучення таких домішок призначені ситові та повітряні сепаратори різної конструкції з їхнім поєднанням у єдиний агрегат.

Сепарування буває двох видів: механічне (здійснюється за допомогою решета) та повітряне. Останнє передбачає відсіювання легших відходів. Цей процес забезпечується шляхом потоку повітря, що рухається з певною швидкістю. Зубці часнику та легші частинки відрізняються своїми аеродинамічними властивостями. Адже вони мають різні маси, парусність та щільність. За допомогою цієї технології забезпечується поділ маси на дві фракції. Застосування механічного сепарування (решета) дозволяє відкалібрувати її за розмірами та формами.

Крупні домішки більші за 8 мм йдуть сходом з верхнього сита і видаляються. На нижньому ситі дрібні домішки менші за 2 мм проходять через отвори сита і видаляються, а очищені зубці часнику направляються сходом з нижнього сита.

Подрібнення Підготовка сировини включає подрібнювання, відповідно до вимог рослинна сировина перед екстрагуванням повинна мати певний розмір часток. Зубці часнику подрібнюють до розмірів 8 мм для покращення відділення екстрактивних речовин на подальших технологічних етапах, для цього необхідно разірвати стінки клітин.

Екстракція здійснюється при гідромодулі від 1:5 до 1:10 з рідким розчинником. Подрібнену сировину із визначеною кількістю екстрагенту завантажують у мацераційний бак і настоюють при температурі 50-60 °С, періодично перемішуючи. Якщо спеціально не обговорені строки, то настоювання проводять протягом 48 год.

Експозиція – друга стадія мацерації. Сировину заливають екстрагентом до утворення «дзеркала», висота шару якого над сировиною повинна бути близько 30-40 мм, і проводять настоювання 24-48 год, протягом яких буде досягнута рівноважна концентрація. Для багатьох видів сировини час настоювання може бути скорочений.

Пресування проходить на шнекових пресах з отриманням сирої олії і вичавок, які є відходом виробництва, тиск не повинен перевищувати 26 МПа. Закінчується процес одержанням 5 або 10 об'ємів витяжки по відношенні до маси завантаженої сировини. Отримані настоянки мутні, містять багато завислих частинок.

Фільтрування. Отримана настоянка являє собою мутну рідину, що містять значну кількість завислих часток. Очищення олії проводять фільтруванням, що відокремлює всі компоненти суміші. Діаметр отворів дорівнює 15 мкм, тиск – до 6 МПа. В промислових масштабах для фільтрування екстрактів використовують фільтр-преси.

Капсулювання – це окремий виробничий етап, в процесі якого екстракт часнику поміщають в спеціальну оболонку.

Після проведення аналізу та отримання дозволу відділу контролю якості на інкапсулювання масу завантажують у приймальний бункер машини для наповнення капсул. Налаштовують параметри капсулювання і пробне наповнення капсул відповідно до вимог на препарат. За відповідності отриманих результатів вимогам проводять напрацювання препарату, відбираючи кожні 30 хв проби для їх контролю: зовнішнього вигляду, наповнення та маси вмісту капсул, однорідності дозування. Готові капсули збирають у тарований збірник, закривають кришкою, зважують та ідентифікують етикеткою «Виробництво» із зазначенням найменування напівпродукту, номера серії, порядкового номера збірника, маси (нетто) напівпродукту, загальної кількості збірників серії, дати і підпису оператора, заповнюють протокол виготовлення серії. Наповнені капсули у збірниках передають на стадію упакування. Відбраковані капсули з розвантажувального блоку передають на утилізацію.

Готові капсули переносять у флакони з темного скла з кришкою, що загвинчується. На етикетці вказують назву препарату українською мовою, масу, дату виготовлення, термін придатності, умови зберігання і спосіб застосування.

4.2 Розрахунок матеріального балансу

Матеріальний баланс – співвідношення між кількістю вихідної сировини, матеріалів, напівпродуктів і проміжної продукції (C_1), використаних у виробництві, і кількістю фактично отриманої готової продукції (C_2), побічних продуктів (C_3), відходів (C_4) і втрат (C_5), тобто співвідношення теоретично можливого і практично отриманого виходу готової продукції. У разі, якщо побічні продукти виробництва відсутні, рівняння матеріального балансу спрощується: $C_1 = C_2 + C_5$.

Матеріальні втрати на виробництві бувають різного походження, тому їх розподіляють на кілька груп:

—механічні, які виникають здебільшого при відсутності або недостатній механізації переміщення матеріалів під час переробки (проливання рідини, розпилення, утруска, бій і т. ін.);

—фізико-хімічні, що спостерігаються у разі проведення технологічного процесу без урахування фізико-хімічних властивостей компонентів (неповне екстрагування діючих речовин із рослинної сировини, втрати легколетких розчинників під час фільтрації, ефірної олії при випарюванні тощо);

—хімічні, що можливі внаслідок недотримання або неправильного вибору параметрів проведення технологічного процесу.

Матеріальний баланс має велике практичне значення, тому що він зумовлює ступінь досконалості технологічного процесу. Чим повніше він складений, тим детальніше вивченою є технологія даного препарату. Чим менше в балансі різного роду втрат, тим правильніше здійснюється процес виробництва. І навпаки — чим більше в балансі матеріальних втрат, тим менш досконалою вважається технологія цього технологічного процесу.

Матеріальний баланс лежить в основі регламенту виробництва і дає можливість оцінити рівень організації технологічного процесу, порівняти ефективність його проведення на різних виробництвах, що випускають однойменну продукцію.

Матеріальний баланс складається на підставі проведеного експерименту на одиницю продукції, що випускається, на один виробничий потік або потужність усього виробництва. Для нових виробництв його складають за даними проекту, для діючих – за досягнутими показниками роботи в останній рік перед затвердженням регламенту. Його переглядають тільки в разі включення у технологічний процес (чи виключення з нього) операцій або стадій, що значно впливають на витрати сировини чи кількість відходів.

Матеріальний баланс може бути поданий як у вигляді алгебраїчного рівняння, так і у формі таблиць надходження й витрат матеріалів, що є характерним для технологічних регламентів виробництва.

У прибутковій частині балансу зазначається кількість матеріалів, уведених у виробництво, а у видатковій частині – кількість отриманих матеріалів і втрат. У підсумку прибуткова і видаткова частини балансу повинні складати однакові суми. Складається матеріальний баланс як для технологічного процесу загалом, так і на кожному окрему стадію або технологічну операцію (постадійний матеріальний баланс). Він може охоплювати всі матеріали (загальний, сумарний баланс) або кожний окремий компонент.

Вихідні дані: продуктивність виробництва 100 кг/цикл, втрати сировини на кожній стадії 2 %.

1) Матеріальний баланс стадії очищення

Маса голівок часнику 30,0 кг.

Втрати на всіх етапах виробництва 2 %.

$$30,0 \cdot 0,02 = 0,50 \text{ кг}$$

Маса очищених зубців часнику з врахуванням втрат:

$$30,0 - 0,5 = 29,5 \text{ кг}$$

2) Матеріальний баланс стадії подрібнення

Очищені зубці часнику масою 29,5 кг

Втрати під час подрібнення 2 %.

$$29,5 \cdot 0,02 = 0,59 \text{ кг}$$

Маса м'ятки часнику

$$29,5 - 0,59 = 28,91 \text{ кг}$$

3) Матеріальний баланс на стадії екстрагування

В екстрактор надходить 28,91 кг подрібненої рослинної сировини і екстрагент рафінована соняшникова олія з гідромодулем 1:5.

Маса соняшникової олії

$$28,91 \cdot 5 = 144,55 \text{ кг}$$

Маса суміші м'ятки часнику і соняшникової олії в екстракторі

$$28,91 + 144,55 = 173,46 \text{ кг}$$

4) Матеріальний баланс стадії пресування

Маса суміші м'ятки часнику і соняшникової олії, що надходить на пресування 173,46 кг

Вихід сирого олійного екстракту часнику 90%. Що становить:

$$173,46 \cdot 0,9 = 156,11 \text{ кг}$$

Маса одержаної макухи становить:

$$173,46 - 156,11 = 17,35 \text{ кг}$$

5) Матеріальний баланс стадії фільтрування

На стадію остаточного фільтрування надходить 156,11 кг сирого олії з вмістом твердих домішок рослинної сировини близько 5%. Вихід часникового олійного екстракту після фільтрування становить:

$$156,11 \cdot 0,95 = 148,30 \text{ кг}$$

Кількість одержаного фузу:

$$156,11 - 148,30 = 7,81 \text{ кг}$$

6) Матеріальний баланс стадії емульгування. На стадію емульгування надходить 148,30 кг часникового олійного екстракту.

$$148,30 \cdot 0,95 = 140,89 \text{ кг}$$

Втрати на стадії емульгування олійного екстракту:

$$148,30 - 140,89 = 7,41 \text{ кг}$$

7) Матеріальний баланс стадії формування мікрокапсул. На стадію концентрування надходить 140,89 кг емульгованого олійного екстракту.

$$140,89 \cdot 0,95 = 133,85 \text{ кг}$$

Втрати на стадії концентрування мікрокапсул:

$$140,89 - 133,85 = 7,04 \text{ кг}$$

8) Матеріальний баланс стадії висушування мікрокапсул. На стадію висушування надходить 133,85 кг концентрованих мікрокапсул.

$$133,85 \cdot 0,95 = 127,16 \text{ кг}$$

Втрати на стадії висушування мікрокапсул:

$$133,85 - 127,16 = 6,69 \text{ кг}$$

9) Матеріальний баланс стадії пакування мікрокапсул. На стадію пакування надходить 127,16 кг висушених мікрокапсул.

$$127,16 \cdot 0,95 = 120,80 \text{ кг}$$

Втрати на стадії пакування мікрокапсул:

$$127,16 - 120,80 = 6,36 \text{ кг}$$

Розрахований матеріальний баланс наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Матеріальний баланс виробництва

Прихід		Витрата	
Речовина	Маса, кг	Речовина	Маса, кг
Матеріальний баланс стадії очищення			
Маса голівок часнику	30	Очищені зубців часнику	29,5
		Втрати	0,5
Сума	30	Сума	30
Матеріальний баланс стадії подрібнення			
Очищені зубців часнику	29,5	М'ятка часнику	28,91
		Втрати	0,59
Сума	29,5	Сума	29,5
Матеріальний баланс на стадії екстрагування			
М'ятка часнику	28,91	Суміш м'ятки і олії	173,46
Соняшникова олія	144,55		
Сума	173,46	Сума	173,46
Матеріальний баланс стадії пресування			

Суміш м'ятки і олії	173,46	Сирий олійний екстракт	156,11
		Макуха	17,35
Сума	173,46	Сума	173,46
Матеріальний баланс стадії фільтрування			
Сирий олійний екстракт	156,11	Часниковий олійний екстракт	148,30
		Олійний фуз	7,81
Сума	156,11	Сума	156,11
Матеріальний баланс стадії емульгування			
Часниковий олійний екстракт	148,30	Емульгований олійний екстракт	140,89
		Втрати	7,41
Сума	148,30	Сума	148,30
Матеріальний баланс стадії формування мікрокапсул			
Емульгований олійний екстракт	140,89	Концентровані мікрокапсули	133,85
		Втрати	7,04
Сума	140,89	Сума	140,89
Матеріальний баланс стадії висушування мікрокапсул			
Концентровані мікрокапсули	133,85	Висушені мікрокапсули	127,16
		Втрати	6,69
Сума	133,85	Сума	133,85
Матеріальний баланс стадії пакування мікрокапсул			
Висушені мікрокапсули	127,16	Запаковані мікрокапсули	120,80
		Втрати	6,36
Сума	127,16	Сума	127,16

4.3 Розрахунок та підбір основного технологічного обладнання

Для видалення домішок, що відрізняються від зубців часнику за величиною і аеродинамічним властивостям, застосовують повітряно-ситові сепаратори. Їх основні робочі органи – сита і відцентрові вентилятори. На ситах від зубців часнику відокремлюють великі і дрібні домішки, а під час продування – легкі домішки (пил, лушпиння і ін.).



Рисунок 4.2 – Повітряно-ситовий сепаратор

Швидкість повітря в сепараторі повинна бути такою, щоб відділялися легкі домішки і не захоплювалися зубці часника.

Сепаратор складається зі станини, до якої підвішений на плоских пружинах ситовий корпус з трьома похилими ситами, розташованими одне під іншим. У верхній частині розміщені приймальня камера, а також дві осадочні камери, з боків яких знаходяться вентилятори. Ситовий корпус наводиться в зворотно-поступальний рух від ексцентрикового валу, з'єднаного з електродвигуном. Коротке верхнє сито нахилене в протилежну від інших сит сторону.

Зерно безперервним потоком надходить в приймальну камеру, де шнеком рівномірно розподіляється по всій ширині сепаратора. Потім воно тонкою цівкою зсипається в ситовий корпус через аспіраційний канал. У ньому повітря захоплює легкі домішки і пил та забирає їх у осадочну камеру.

Під час роботи сепаратора ситовий корпус приводиться в коливальний рух. На ситах відділяються великі і дрібні домішки, а очищене зерно сходом з сит зсипається до бункеру.

Молоткова дробарка – це машина ударної дії, яка має такі переваги: універсальність, простоту конструкції і експлуатації, високу надійність у роботі, компактність будови, швидкохідність робочих органів, що спрощує трансмісію (дозволяє безпосередньо з'єднувати вал барабану з валом електродвигуна) і обумовлює високу продуктивність, пристосованість до автоматизації керування

технологічним процесом. Завдяки цьому вони поширені в багатьох галузях народного господарства.

Наприклад, в молотковій дробарці разом з подрібненням ударом присутнє стирання, у вальцовому рифленому станку до стискування приєднується зрушення і так далі. У одних випадках це явище бажане, в інших - ні, оскільки сприяє переподрібненню.

Вибір способу подрібнення визначається рядом факторів, серед яких вид сировини, фізико-механічні властивості подрібнюваного матеріалу, вимоги технології підготовки сировини та ін.

Молоткова дробарка складається з живильника (бункерний – для сипких матеріалів і транспортерний – для крупношматкових), що забезпечує подачу сировини на переробку; робочої камери з молотковим барабаном, де, власне, і відбувається подрібнення перероблюваного матеріалу; пристрою сепарації і видалення продукту подрібнення (наприклад, решето, пневмо- або механічний транспортер); системи циркуляції повітря (забезпечує очищення його і видалення або повернення в робочу камеру); електроприводу і механізмів трансмісії [33].

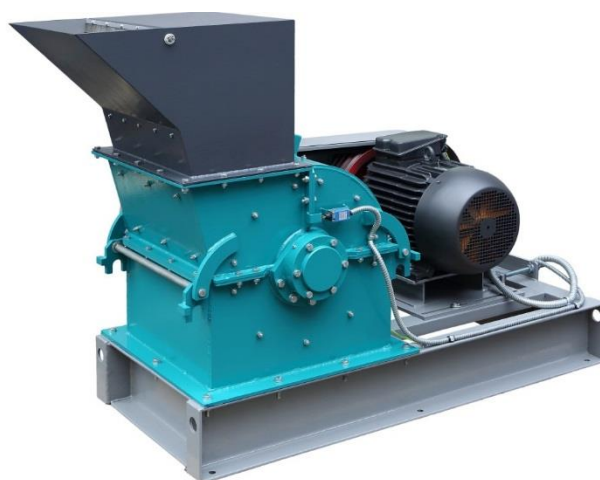


Рисунок 4.3 – Молоткова дробарка

Мацератор (екстрактор) застосовується для отримання екстрактів на водній, спиртовій або жировій основі в основному з рослинної сировини. Отримані екстракти можуть бути кінцевим продуктом.

Для отримання концентрованих екстрактів мацератор може оснащуватися сорочкою, перемішувачем, вакуумною установкою або випарником.

Мацератор є циліндрична або конічна ємність виконана з харчових сталей, марок AISI 304 або AISI 316, оснащена теплоізолюваною сорочкою нагріву. Ємність має герметичні вузли завантаження та вивантаження, штуцери на кришці дозволяють підключити все необхідне обладнання для створення вакууму. Щит управління обладнаний датчиком-регулятором нагріву, частотним перетворювачем, кнопками запуску зупинки пристроями, (встановлюється додатково), кнопками запуску і зупинки насоса (встановлюється додатково), кнопкою аварійної зупинки і системою захисту управління двигуна.

Завантаження матеріалу виконується через завантажувальний люк, що герметично закривається кришкою. Робоча ємність має циліндричну або конічну форму. Сам технологічний процес мацерації складається з трьох послідовно протікаючих стадій: набухання матеріалу, екстрагування матеріалу і проціджування екстрагента (вода, олія та ін.) з метою отримання екстракту. Вивантаження екстрагента проводиться через спеціальні патрубки [34].



Рисунок 4.4 – Мацератор (екстрактор)

Експозитор Являє собою вертикальний зварної посуд, призначений для витримки рослинної олії, основне завдання якого – проведення різного ряду хімічних процесів при різних фізичних умовах – температурах, тиску, вакууму, барботування та перемішування.

Залежно від запланованих процесів, експозитор може бути обладнаний сорочкою нагріву і/або охолодження, теплоізоляцією і комплектуватися різними

пристроями: пропеллерними мішалками для ламінарного перемішування; пропеллерними мішалками для ламінарного перемішування і кристалізації матеріалів.



Рисунок 4.5 – Експозитор

Шнековий прес. Механічний віджимання – один із способів виробництва рослинної олії. Принцип роботи маслопресу заснований на русі шнекового валу, що давить на сировину, яку подають у зерну камеру, де і відбувається віджимання. Кількість сировини можна регулювати, щоб забезпечити високу продуктивність без перевантаження пресу. У конструкції передбачені ванни для стоку олії та жолоба для виходу твердого продукту – макухи.

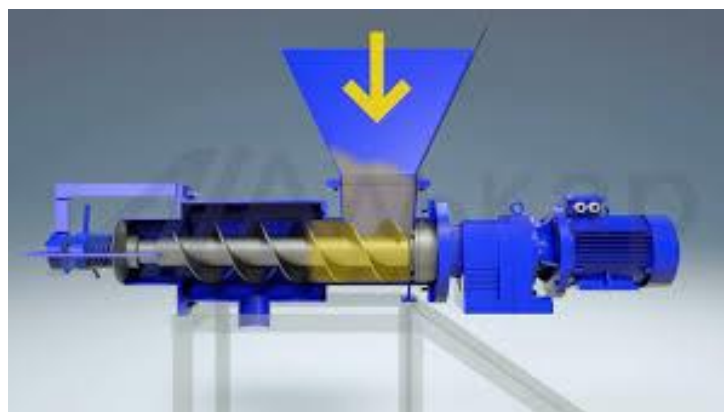


Рисунок 4.6 – Шнековий прес

Капсульний автомат Принцип роботи та метод роботи машини для наповнення м'яких капсул: машина для наповнення м'яких капсул об'єднує інгредієнти шляхом попередньої обробки, додає чисту воду, твердий

гранульований медичний желатин тощо. Желатин подають в розподільні бункери з нагрівальними елементами і затворами (заслінками). Висота зазору для виливання маси на барабани желатинізації регулюється затворами і, залежно від цього, отримують желатинові стрічки певної товщини. Капсульна маса, проходячи через систему охолоджених валиків (роликів), застигає, утворюючи стрічку. На обидві сторони наноситься шар вазелінового масла (для кращого ковзання) і стрічка подається на штампувальні барабани, які рухаються назустріч один одному. На барабанах вміщено матриці з виступами. У момент зіткнення прес-форм желатинові стрічки вдавлюються в матриці під тиском речовини, що подається поршневыми дозаторами через розподільний сегмент, утворюючи половинки капсули, які склеюються між собою. Форма капсули визначається конфігурацією матриці.



Рисунок 4.7 – Капсульний автомат

4.4 Розроблення апаратурно-технологічної схеми виробництва

Зубці часника від постачальника насипом надходять в очисний сепаратор 1 для очищення від лушпиння, що відрізняється за геометричними розмірами. Крупні домішки йдуть сходом з верхнього сита і видаляються. На нижньому ситі дрібні домішки проходять через отвори сита і видаляються, а очищені зубці часника направляються сходом з нижнього сита.

Очищена сировина шнеком 2 подається в дробарку 3. З дробарки 3 подрібнений часник подається на подрібнювальну машину 4. Часник подрібнюється до розміру 8 мм і шнеком 5 подається в мацератор 6, де його заливають рослинною рафінованою дезодорованою соняшниковою олією, яка в розрахованій кількості подається в співвідношенні часник : олія 1 : 5...10 і здійснюють мацерацію в мацераторі 6 в два етапи. На першому етапі проводять попередню мацерацію при температурі 50-60°C. Не допускається нагрівання суміші до температур вище 70°C, оскільки при цьому спостерігається погіршення якісних показників готової олії.

З мацератора 6 суміш часника і соняшnikової рафінованої дезодорованої олії насосом 7 подають в експозитор 8 для здійснення другого етапу остаточної мацерації шляхом експозиції (експозиція суміші становить 48 год.).

З експозитора 8 суміш насосом 9 передається в шнековий прес 10, де в процесі пресування отримують два продукти: рослинна олія, збагачена біологічно цінними компонентами часнику, і знежирені вичавки.

Знежирені вичавки часника зі шнекового преса 10 за допомогою шнека 12 надходить в накопичувальну буферну ємність 13, звідки надходить на утилізацію.

Одержана олійна витяжка часнику, зі шнекового преса 10 насосом 11 подається на фільтрування в фільтр 14, потім відфільтрована олія за допомогою насоса 15 подається в збірник 16.

Стадія капсуляції відбувається наступним чином: капсулюєму речовину (рослинна олія, збагачена біологічно цінними компонентами часнику) зі збірника 16 насосом 17 подають в ємність 18, в якому відбувається емульгування у розчині желатину при 50 °C і утворюється емульсія о/в. При додаванні у змішувач водного розчину натрію сульфату викликає коацервацію желатину.

Для застигання оболонки мікрокапсул суміш з ємності 18 насосом 19 швидко подають у ємність 20 з холодним розчином натрію сульфату (18- 20 °C), адже мікрокапсули коацервата зі зниженням температури починають

концентруватися навколо крапель олії суцільною тонкою плівкою желатину утворюючи мікрокапсули.

Видалення желатину що не піддався коацервації шляхом проводять шляхом промивання мікрокапсул на віброситі 22 водою.

Сушіння мікрокапсул проводять в поличковій сушарці 23 шляхом продування мікрокапсул гарячим повітрям.

Отримані висушені капсули шнеком 25 подають на пакувальний автомат 26.

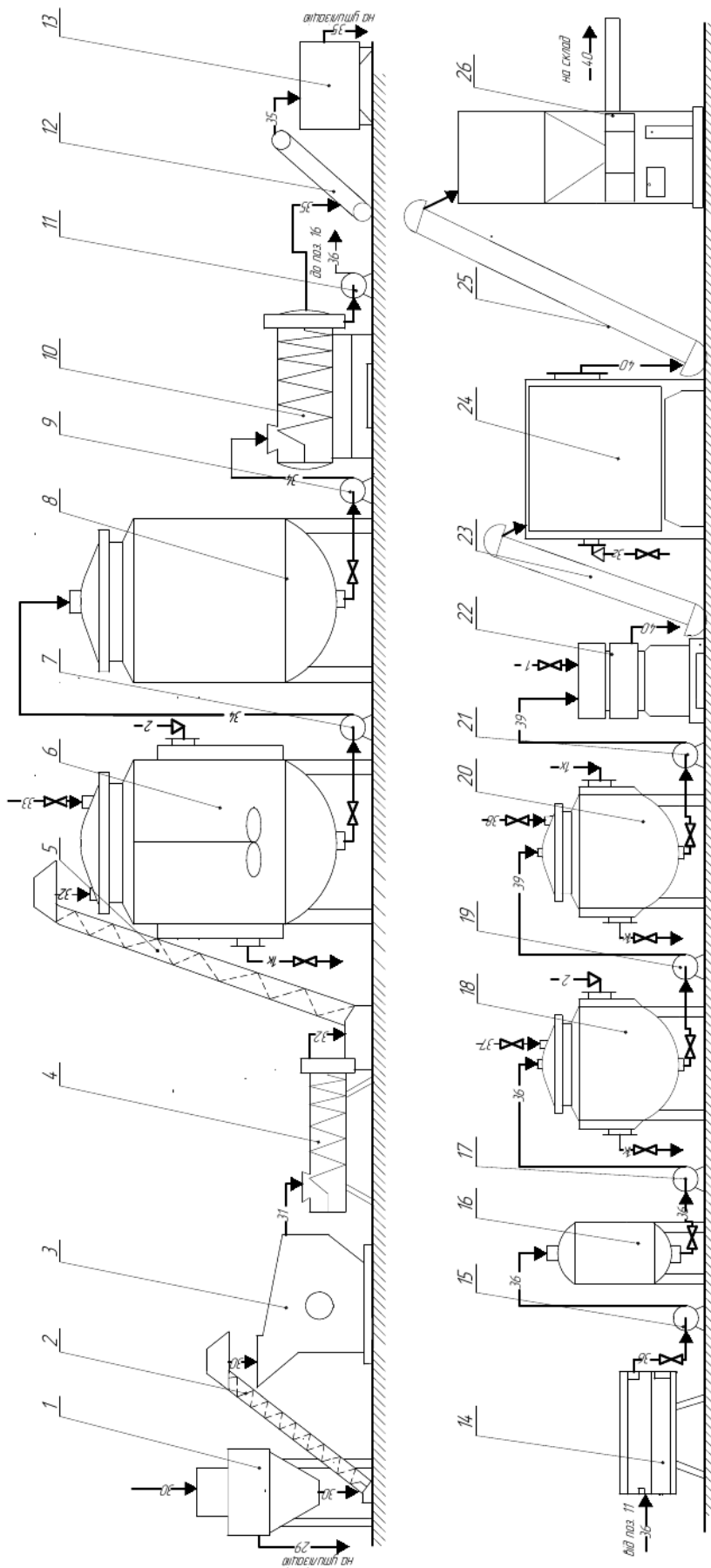


Рисунок 4.8 – Апаратурно-технологічна схема виробництва

4.5 Контроль якості готової продукції

Екстракти з рослинної сировини мають широке використання у різних галузях харчової промисловості – лікєро-горілчаній, безалкогольній, кондитерській, харчоконцентратній тощо. Завдяки їх хімічному складу виробники створюють продукти підвищеної харчової цінності, функціональної спрямованості та постійно розширюють асортимент продукції природного походження.

Актуальним залишається пошук та дослідження нових джерел смакоароматичних та біологічно активних речовин серед флори України. Особливу цікавість і доцільність викликає дослідження саме нетрадиційної рослинної сировини, яка зазвичай є малодослідженою та не використовується в технологіях харчових продуктів та напоїв.

Часник (*Allium sativum L.*) користується великим попитом у всьому світі. В Україні технологія вирощування часнику стандартизована ДСТУ 5048:2008, якість – ДСТУ 3233-95 і технологія зберігання в охолодженому стані – ДСТУ ISO 6663-2002 (додат. А). В Росії його якість висвітлена у ГОСТ 16729-71, ГОСТ 7977-86 та ГОСТ 27569-87. У країнах ЄС експорт та імпорту часнику контролюється стандартом ЕЭК ООН FFV-18, який в Україні гармонізовано ДСТУ ЕЭК ООН FFV-18:2007 Часник. Настанови щодо постачання і контролювання якості.

Положення цього стандарту стосуються часнику, який постачається у свіжому (часник, який зібрано із зеленим стеблом, а зовнішні луски – свіжі), напівсухому (часник, у якого стебло і зовнішні луски не зовсім сухі) та сухому вигляді. Згідно з мінімальними вимогами цибулини часнику незалежно від класу якості повинні бути:

- непошкодженими;
- доброякісними (тобто без ознак гниття і псування);
- чистими (практично без слідів сторонніх речовин);
- практично без шкідників та слідів їхніх пошкоджень;
- твердими;

- без пошкоджень морозами та сонячних опіків;
- без видимих ознак проростання;
- без надлишкової вологої поверхні;
- без стороннього запаху і/або присмаку (даний пункт не виключає появу специфічного запаху і/або присмаку, які можуть появитися після обробки газоподібними речовинами).

Цибулини часнику за якістю поділяють на три сорти – вищий, перший та другий. До вищого належить часник, який має високу якість, яка властива певному ботанічному сорту, а саме, він повинен бути без пошкоджень, правильної форми, належним чином очищений, без дефектів, за винятком невеликих поверхневих пошкоджень, якщо вони не впливають на товарний вигляд. Слід зазначити, що після обробки газоподібними речовинами може появитися не характерне для ботанічного сорту забарвлення, яке не вважається вадою. Зубки головок повинні щільно прилягати, у сухого часнику корінці обрізують близько до основи цибулини або вирізають їх разом з частиною денця.

До першого сорту належить часник доброї якості, з характерними ознаками для ботанічного сорту і бути непошкодженим та достатньо правильної форми. Допускаються невеликі розриви зовнішніх сухих лусок. Головки повинні бути достатньо щільними [35].

До другого сорту відносять часник, який не можна віднести до вищих сортів, але він відповідає мінімальним вимогам. Допускається також наявність цибулин з розривами зовнішніх сухих лусок, або навіть часткова їх відсутність, зарубцьовані механічні пошкодження, незначна потовченість, неправильна форма та відсутність у головках до трьох зубків.

Калібрування проводять за максимальним діаметром головок з такими допусками:

- для вищого сорту мінімальний діаметр може бути 45 мм, а для першого і другого – 30 мм;
- різниця в діаметрі між найменшою та найбільшою головкою у випадку, коли вони вільно укладені в упаковці із зрізаними стеблами або в

пучках, не повинна перевищувати 15 мм (якщо діаметр найменшої цибулини менше 40 мм) і 20 мм (якщо діаметр найменшої цибулини складає 40 мм і більше).

Стосовно допусків за якістю та розмірами, то вони можуть бути такими:

- для вищого сорту допускається 5 % (за масою) головок, які відповідають першому сорту, або у виняткових випадках, відповідним допуском для цього сорту;
- для першого сорту допускається 10 % (за масою) головок, які відповідають другому сорту, або у виняткових випадках, відповідним допуском для цього сорту, а також допускається не більше 1 % (за масою) – пророслих;
- для другого сорту допускається 10 % (за масою) головок, які не відповідають цьому сорту, ні мінімальним вимогам (без ознак гниття, псування чи пошкодження морозом чи сонцем), а також допускається не більше 5 % (за масою) – пророслих;
- для всіх сортів допускається наявність 10 % (за масою) цибулин, які не відповідають вимогам калібрування, але з розмірами дещо більшими або меншими для відповідного сорту, і з урахуванням вимог цього допуску партія чи упаковка може мати не більше 3% цибулин передбаченого мінімуму, але не менше 25 мм.

Вміст кожної упаковки повинен бути однорідним. Згідно із стандартом ставляться вимоги стосовно товарного вигляду, який може бути:

- головки вільно укладають в упаковку, а стебла зрізують на висоті не більше 10 см – для свіжого і напівсухого часнику та 3 см – для сухого;
- поставляють у пучках з певною кількістю головок або масою, а стебла тоді обрізують на одному рівні;
- у джутах (тільки сухий і напівсухий), але тоді їх формують з однаковою кількістю (не менше 6 головок) або масою.

У супровідних документах та етикетках подають характеристику часнику за такими пунктами:

- якщо в упаковці не видно продукції зовні, тоді пишуть «Свіжий часник», «Напівсухий часник», або «Сухий часник»;
- назву ботанічного сорту або товарної категорії з описом забарвлення сухих лусок – «білий часник», «рожевий часник» тощо;
- описують спосіб післязбиральної доробки газоподібними речовинами;
- країна походження, і факультативно, область вирощування або національні, регіональні чи місцеві назви;
- у випадку калібрування вказують мінімальний і максимальний діаметр головок.

Технології збирання часнику та його досушування подібні до цибулі ріпчастої. Зберігання часнику у модифікованій атмосфері із вмістом кисню 3 % і діоксиду вуглецю від 5 до 10 % (за даними Cantwell Marita I. and Kasmire Robert F.) економічно вигідне через зменшення загнивання і стримування проростання головок [35].

Збудники хвороб і шкідники часнику дуже подібні до цибулевих. Водночас, деякі знижують якість здебільшого часнику. До таких хвороб належать іржа (*Puccinia allii Rud.*; *Melampsora allii-populina Kleb.*), яка у деякі роки унеможливує реалізацію зеленого часнику. Зубки часнику особливо уражуються зеленою плісінню (*Penicillium glaucum Link.*) та гниллю денця (*Sclerotium cepivorum Berc.*; *Fusarium oxysporum Schl. f. sp. Cepae (Hans.) Snyder*). Причому остання може розвиватися на фоні ураження різними видами нематод.

Якість мікрокапсул оцінюють за визначенням таких параметрів:

- органолептичних показників;
- фракційного складу;
- насипної маси;
- сипкості;
- відносної густини;
- швидкості вивільнення вмісту з мікрокапсул;
- якісного і кількісного вмісту БАР.

РОЗДІЛ V

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розрахунок собівартості проводиться за типовою методикою «Інструкція з планування, обліку і калькулювання собівартості продукції на підприємствах незалежно від форми власності». Витрати, пов'язані з виробництвом і збутом (реалізацією) продукції групуються за статтями:

- 1) сировина та матеріали;
 - 2) покупні комплектуючі вироби, напівфабрикати, роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств та організацій;
 - 3) паливо й енергія на технологічні цілі;
 - 4) зворотні відходи (вираховуються);
 - 5) основна заробітна плата;
 - 6) додаткова заробітна плата;
 - 7) відрахування на соціальне страхування;
 - 8) витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва продукції;
 - 9) відшкодування зносу спеціальних інструментів і пристроїв цільового призначення та інші спеціальні витрати;
 - 10) витрати на утримання та експлуатацію обладнання;
 - 11) загально виробничі витрати;
 - 12) загальногосподарські витрати;
 - 13) витрати в наслідок технічного неминучого браку;
 - 14) попутна продукція (вираховується);
 - 15) інші виробничі витрати;
 - 16) позавиробничі (комерційні витрати).
- 1) Розрахунок витрат по статті «Сировина та основні матеріали» (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Розрахунок сировини та основних матеріалів

Сировина	Одиниці виміру	Вартість одиниці сировини, грн.	Витрати сировини на 100 кг продукції, кг	Вартість сировини на 100 кг продукції, грн.
Зубці часнику	кг	80	5	400
Соняшникова олія	кг	193	100	19300
Желатин	кг	200	15	3000
Всього				22700

Всього витрати по статті «Сировина та основні матеріали» складають 22700,00 грн/100 кг.

2) Розрахунок витрат по статті «Допоміжні та таропакувальні матеріали» (табл. 2.3).

Таблиця 5.2. – Розрахунок допоміжних та таропакувальних матеріалів

Матеріал	Одиниця виміру	Витрати матеріалу на 100 кг продукції	Вартість одиниці матеріалу, грн.	Вартість матеріалу на 100 кг продукції, грн.
Фільтрувальна тканина	м ²	25	0,315	7,88
Гофрокороб	шт.	5	0,90	9,00
Стрічка для об'ясування	м	10	1,00	10,00
Баночка пластикова з кришкою	шт.	500	45,00	22500,00
Етикетки рулонні	шт.	10	0,02	8,00
Всього				22534,88

Витрати по статті «Допоміжні матеріали» становлять 22534,88 грн/ 100 кг.

3) Розрахунок витрат по статті «Транспортні та заготівельні витрати»

Ці витрати приймаються 2–5% від вартості сировини, основних і допоміжних матеріалів. Приймаємо 3%.

Витрати по статті за формулою 5.1 становлять:

$$(22534,88 + 22700,00) \times 0,03 = 1357,04 \text{ грн/100 кг}$$

4) Розрахунок витрат по статті «Покупні напівфабрикати, послуги сторонніх організацій виробничого характеру». Витрат за цією статтею немає.

5) Розрахунок витрат по статті «Паливо та енергія на технологічні потреби» (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Розрахунок палива та енергії на технологічні потреби

Енергоносій	Одиниці виміру	Витрати на 100 кг	Вартість одиниці, грн.	Вартість на 100 кг продукції, грн.
Вода	м ³	6	15,00	90,00
Електроенергія	кВт/год	32	1,68	53,76
Всього				143,76

Витрати по цій статті на 100 кг продукції становлять: 143,76 грн/100 кг.

6) Розрахунок витрат по статті «Зворотні відходи» – витрати відсутні.

7) Розрахунок витрат по статті «Основна заробітна плата».

На основі виробничого режиму визначається коефіцієнт ефективності використання обладнання за часом за формулою:

$$K_{\text{еф}} = \Phi_{\text{пл}} / \Phi_{\text{кал}} = 330/365 = 0,90$$

де $\Phi_{\text{пл}}$ – кількість робочих днів на рік,

$\Phi_{\text{кал}}$ – календарна кількість днів.

Таблиця 5.4 – Розрахунок балансу робочого часу одного працівника

Найменування	Кількість днів
Календарний фонд робочих днів на рік	365
Вихідні дні	104
Святкові дні	10
Відпустки: чергові	24
по навчанню	2
додаткові	1
Неявки по хворобі	2
Тривалість робочого дня, год.	8
Всього	222

Ефективний фонд робочого часу одного робітника складає 222 днів на рік, або 1776 години на рік при тривалості зміни 8 годин (табл. 5.4).

Розрахунковий розмір фонду оплати праці робітників становить:

$$\text{ФОЗП} = T_p \cdot \Phi_{\text{еф}} \cdot \text{ч}_p$$

де T_p – тарифний фонд заробітної плати, грн/год,

$\Phi_{\text{еф}}$ – ефективний фонд робочого часу робітника, годин,

ч_p – чисельність робітників, чол.

Таблиця 5.5 – Фонд заробітної плати

Професія	Розряд	Чисельність робітників, чол.	Ефективний фонд робочого часу, грн/год	Годинна тарифна ставка, грн/год	Тарифний фонд заробітної плати, грн	Додаткова заробітна плата (25% від ТФЗП), грн	Фонд основної заробітної плати, грн
Оператор лінії	5	1	1776	19,34	34347,84	8586,96	42934,80
Обандажувальник	4	1	1776	19,34	34347,84	8586,96	42934,80
Робітник цеху	3	2	1776	19,34	68695,68	17173,92	85869,60
Всього							171738,80

Фонд заробітної плати основних робітників при виробництві 100 кг продукції за зміну протягом 222 робочих днів на рік становить:

$$171738,80 / 222 = 7,73 \text{ грн./100 кг}$$

8) Розрахунок витрат по статті «Відрахування до єдиного соціального фонду». Ці витрати становлять 41,2 % від загального фонду заробітної плати. Витрати по цій статті на 100 кг продукції становлять:

$$7,73 \times 0,412 = 3,19 \text{ грн./100 кг}$$

9) Розрахунок витрат по статті «Витрати пов'язані з підготовкою і освоєнням виробництва»

Ці витрати приймають у розмірі 5–10% від основного фонду заробітної плати:

$$7,73 \times 0,05 = 0,39 \text{ грн./100 кг}$$

10) Розрахунок витрат по статті «Витрати на утримання та експлуатацію обладнання», становлять 140–180% від основного фонду заробітної плати:

$$7,73 \times 1,4 = 10,82 \text{ грн./100 кг}$$

11) Розрахунок витрат по статті «Загальновиробничі витрати»

Приймають у розмірі 220% від розміру заробітної плати основних робітників:

$$7,73 \times 2,2 = 17,01 \text{ грн./100 кг}$$

Виробнича собівартість (сума витрат по статтям):

$$22700,00 + 22534,88 + 1357,04 + 143,76 + 7,73 + 3,19 + 0,39 + 10,82 + 17,01 = 46774,83 \text{ грн./100 кг}$$

12) Розрахунок витрат по статті «Адміністративні витрати»

Приймають в розмірі 300 % від розміру заробітної плати основних робітників:

$$7,73 \times 3 = 23,19 \text{ грн./100 кг}$$

13) Розрахунок витрат по статті «Попутна продукція»

Попутна продукція відсутня.

14) Розрахунок по статті «Витрати на збут»

Приймають в розмірі 2–5% від виробничої собівартості:

$$46774,83 \times 0,02 = 935,49 \text{ грн./100 кг}$$

15) Розрахунок витрат по статті «Інші витрати»

Витрати по цій статті приймаємо в розмірі 1,5% від виробничої собівартості:

$$46774,83 \times 0,015 = 701,62 \text{ грн./100 кг}$$

Розрахунок собівартості зведено у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок повної собівартості 100 кг капсульованої олії

Стаття витрат	Витрати на 100 кг продукції, грн.
Сировина та основні матеріали	22700,00
Допоміжні матеріали	22534,88
Транспортні та заготівельні витрати	1357,04
Покупні напівфабрикати, роботи та послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій	0
Паливо та енергія на технологічні потреби	143,76
Зворотні відходи	0
Фонд заробітної плати	7,73
Відрахування до єдиного соціального фонду	3,19
Витрати пов'язані з підготовкою та освоєнням виробництва	0,39
Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	10,82
Загальновиробничі витрати	17,01
Виробнича собівартість	46774,83
Адміністративні витрати	23,19
Витрати на збут	935,49
Попутна продукція	0
Інші витрати	701,62
Повна собівартість	48435,13

Собівартість однієї упаковки капсульованої часникової олії масою 100 г становитиме $48435,13 / 100 = 484,35$ грн.

Найдоцільнішим виявляється розповсюдження розробленого продукту через мережу аптек та заклади «органічної продукції».

РОЗДІЛ VI

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Основними елементами системи управління охороною навколишнього середовища в Україні виступають лімітування, ліцензування, сертифікація і паспортизація, що проводяться згідно екологічних вимог нормативної документації.

Один із сучасних методів регулювання соціально-екологічних процесів - впровадження принципу «кращої доступної технології», щоб зблизити існуючу практику видачі дозволів на забруднення й оцінок якості середовища на основі наукових ГДК з принципами сталого розвитку, який заснований на комплексній ЕО і схемах індикаторів. Показники якості довкілля потрібні для того, щоб можна було порівнювати в єдиних величинах ділянки, де б вони не знаходилися і на скільки різними вони не здавалися б на перший погляд. Ці показники необхідні не тільки для техніко-економічного обґрунтування інвестицій і отримання кредитів, але і при вирішенні питань компенсування "минулого" екологічного збитку.

Згідно загальних екологічних вимог щодо експлуатації підприємств, встановлених низкою нормативно правових документів, вони зобов'язані вживати ефективні заходи з дотримання технологічного режиму і виконання вимог з охорони природи, раціонального використання і відтворення природних ресурсів, оздоровлення довкілля. Підприємства також повинні забезпечити дотримання встановлених нормативів якості довкілля на основі дотримання затверджених технологій, впровадження екологічно безпечних технологій і виробництв, надійної й ефективної роботи очисних споруд, установок і засобів контролю, знешкодження й утилізації відходів. Викид і скид шкідливих речовин, захоронення відходів допускаються на основі дозволу, що видається спеціально уповноваженими на те державними органами [36].

В дозволі встановлюються нормативи ГДВ і ГДС шкідливих речовин й інші умови, що забезпечують охорону довкілля і здоров'я людини. Порушення встановлених нормативів тягне за собою обмеження, призупинення діяльності

підприємства за приписом спеціально уповноважених на те державних органів в області охорони довкілля та санітарно-епідеміологічного нагляду. Підприємства, що спричинили шкоду довкіллю, здоров'ю і майну громадян забрудненням навколишнього середовища зобов'язані її відшкодувати в повному об'ємі відповідно до чинного законодавства.

Конкретніші екологічні вимоги до експлуатації підприємств, що стосуються охорони атмосферного повітря і захисту від несприятливого впливу відходів виробництва і споживання, визначенні відповідними нормативно-правовими актами України. Згідно вимог ЗУ «Про охорону атмосферного повітря» при експлуатації об'єктів господарської й іншої діяльності не можна перевищувати нормативи якості повітря відповідно до екологічних, санітарно-гігієнічних, а також будівельних нормам і правил. Забороняється розміщення й експлуатація об'єктів господарської й Іншої діяльності, які не мають передбачених правилами охорони атмосферного повітря установок очищення газів і засобів контролю за викидами шкідливих речовин в атмосферу. З метою охорони атмосферного повітря у місцях проживання населення встановлюються СЗЗ організацій. Підприємства, що мають стаціонарні джерела викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря, зобов'язані: забезпечувати проведення інвентаризації викидів шкідливих речовин і розробку норм ГДВ; упроваджувати маловідходній безвідходні технології з метою зниження рівня забруднення; планувати і здійснювати заходи з уловлювання, утилізації, знешкодження викидів шкідливих речовин в повітря, скорочення чи повне виключення таких викидів; здійснювати заходи з попередження й усунення аварійних викидів шкідливих речовин, а також з ліквідації наслідків його забруднення; здійснювати облік викидів шкідливих речовин та їх джерел, проводити виробничий контроль за дотриманням встановлених нормативів викидів; дотримуватись правил експлуатації споруд, устаткування, призначеного для очищення і контролю викидів; забезпечувати дотримання режиму СЗЗ об'єктів господарської діяльності; забезпечувати своєчасне вивезення забруднюючих атмосферне повітря відходів з відповідної території об'єкта господарської діяльності на

спеціалізовані місця складування чи захоронення таких відходів, а також на інші об'єкти господарської діяльності, що використовують такі відходи як сировину; негайно передавати інформацію про аварійні викиди, що викликають забруднення атмосферного повітря, яке може загрожувати життю і здоров'ю людей та довкіллю, до державних органів нагляду і контролю [36].

На виконання вимог ЗУ «Про відходи» та ДСанПіН 2.2.7.029-99 при експлуатації підприємств, будівель, споруд й інших об'єктів, пов'язаних з поводженням з відходами, необхідно: дотримуватись екологічних, санітарних й інших вимог; розробляти проекти нормативів утворення відходів і лімітів на розміщення відходів з метою зменшення кількості їх утворення; упроваджувати маловідходні технології; проводити інвентаризацію відходів і об'єктів їх розміщення; проводити моніторинг стану довкілля на територіях об'єктів розміщення відходів; надавати в установленому порядку необхідну інформацію в області поводження з відходами; дотримуватись вимог попередження аварій, пов'язаних з поводженням з відходами, і вживати невідкладних заходів з їх ліквідації тощо.

Головною вимогою до виробництва слугує застосування таких способів використання природних ресурсів, які взаємно економічно й екологічно виправдані: запобігають порушенню і забрудненню довкілля при мінімальних витратах на процес. Тому системи екологічної безпеки на підприємствах повинні охоплювати не тільки простір робочої зони, але і всю територію земельного відведення (при необхідності – прилеглу акваторію), місця транспортування і складування продукції й відходів. До основних форм екологічного контролю відносяться екологічна експертиза, екологічний моніторинг і екологічний аудит.

З метою контролю за якістю виробленої продукції, за дотриманням норм і вимог екологічної безпеки в процесі виробництва, запобігання шкідливого впливу забруднення довкілля на здоров'я людей вводиться система екологічної сертифікації. У світі екологічну сертифікацію почали впроваджувати з 1992 р. на основі Директиви 92/880/ЕС «Про екологічні знаки», британського стандарту ВБ 7750 «Система екологічного управління», міжнародних стандартів І50/ТС207

«Управління навколишнім середовищем» тощо. Сучасний напрям створення і розвитку системи екологічної сертифікації України визначений у ст. 48 «Співпраця в галузі оцінювання стандартів та оцінювання відповідності» Угоди про партнерство та співпрацю між ЄС і Україною.

В Україні створено основи законодавчої бази формування механізму екологічної сертифікації (ЗУ «Про стандартизацію», «Про підтвердження відповідності», «Про акредитацію органів з оцінки відповідності» тощо). За своїм характером сертифікація може бути обов'язковою або добровільною.

Обов'язкова сертифікація є формою державного контролю за безпекою продукції в державній системі екологічного управління і повинна проводитись у законодавчо регульованій сфері.

Для промислових об'єктів розробляється екологічний паспорт (сертифікат) промислового підприємства (ЕППП) - нормативно-технічний документ, у якому міститься інформація про використання природних ресурсів і визначається вплив виробництва на довкілля. Його розробляє власник підприємства за рахунок власних коштів, затверджує його керівник. Узгоджений з органами місцевого самоврядування і природоохоронними органами, екологічний паспорт підлягає реєстрації. ЕППП включає данні про виробництво, площу, кількість споживаної енергії, води, повітря, кількість працюючих, використовувану сировину, опис технічних схем виготовлення основних видів продукції, схеми очищення стічних вод і викидів газоповітряних сумішей, їхньої характеристики після очищення, дані про тверді й інші відходи, а також зведення про наявність у країні й у світі технологій, що забезпечують досягнення найкращих питомих показників з охорони природи.

Подібні екологічні паспорти (сертифікати) розробляються на окремі види природних ресурсів, готову продукцію виробництва, на технологію виробничого процесу.

Система державної звітності (входить в систему обліку в галузі охорони довкілля), згідно ЗУ «Про державну статистику», здійснюється підприємствами, установами й організаціями, діяльність яких пов'язана з природокористуванням

і впливом на довкілля. Відповідну інформацію вони мають надавати за встановленими формами статистичної звітності органам Державної служби статистики України та його територіальному органам.

Система управління якістю навколишнім середовищем на підприємстві - частина загальної системи адміністративного управління, яка включає організаційну структуру, планування, відповідальність і звітність, методи, процеси і ресурси, необхідні для розробки, впровадження і реалізації природоохоронних заходів [36].

РОЗДІЛ VII ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Проблеми безпеки життєдіяльності людини – є одними з найактуальніших в сучасному суспільстві, що тісно пов'язані з бурхливим розвитком науково-технічного прогресу, погіршенням екологічного стану окремих регіонів та планети в цілому. У теперішній час механізми взаємодії людини та природи, людини та техніки, індивіда та суспільства, все частіше порушуються, що призводить до появи багатьох нових небезпек для нормальної життєдіяльності. Державне, регіональне та галузеве управління охороною праці, чисельні наглядові і контрольні органи не можуть гарантувати повну безпеку ведення робіт на виробництві, якщо питання охорони праці не стануть повсякденним завданням та моральним обов'язком також і роботодавців, керівників виробництв, інженерно-технічних працівників, кожного працюючого. Для вирішення всіх проблем у сфері охорони праці потрібний системний підхід, створення ефективної системи управління охороною праці (СУОП) на кожному підприємстві, в установі та організації незалежно від форм власності і об'єму виробництва.

Відповідно до статті 13 Закону України «Про охорону праці» роботодавець повинен забезпечити функціонування системи управління охороною праці (СУОП).

Система управління охороною праці (СУОП) – складна, штучна, відкрита, не детермінована комплексна система, яка представляє собою регламентовану законодавчими актами, нормативними і організаційно-розпорядчими документами сукупність взаємопов'язаних соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, методів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності у всіх ланках виробничого процесу

В умовах ринку в роботі підприємств з охорони праці великого значення набувають такі фактори:

економічна зацікавленість власника (керівника) в одержанні максимального прибутку, зменшенні витрат на штрафні санкції, ремонт пошкодженого устаткування, відшкодування шкоди потерпілим;

необхідність постійного підвищення якості і конкурентоздатності продукції, що можливо лише за сприятливих і безпечних умов праці;

моральна і юридична відповідальність власника за нещасні випадки і відшкодування збитків потерпілим та їхнім сім'ям;

моральна відповідальність власника перед трудовим колективом за створення гуманних умов праці;

необхідність зміцнювати позиції підприємства на ринку серед вітчизняних і зарубіжних конкурентів;

необхідність підносити продуктивність праці й віддачу кожної затраченої людино-години, збільшувати відсоток прибутку по відношенню до вкладених інвестицій, підвищувати ефективність використання людських, матеріальних і фінансових ресурсів;

забезпечення досягнення перспективних цілей підприємства, що неможливо без підвищення рівня охорони праці.

Норми з техніки безпеки містять обов'язкові вимоги, яким повинно відповідати підприємство в цілому, виробничі приміщення, усі види обладнання і технологічні процеси з точки зору безпеки праці, попередження травматизму

Цими нормами передбачається встановлення різних огорожень, захисних пристроїв, проведення профілактичних випробувань, дистанційне управління, видача спеціальних індивідуальних засобів захисту [37].

Норми з виробничої санітарії містять обов'язкові вимоги щодо території підприємства, виробничих і побутових приміщень, робочих місць і технологічних процесів з точки зору гігієни праці і здоров'я працівників з метою попередження професійних захворювань. Вимоги в галузі виробничої санітарії стосуються розмірів, планування і конструктивних елементів виробничих

будівель, вентиляції, опалення, водопостачання, каналізації, освітлення побутових приміщень, пунктів харчування, охорони праці тощо. .

Не слід вважати, що норми з техніки безпеки і виробничої санітарії є окремими нормативними актами. В державних міжгалузевих і галузевих нормативних актах можуть одночасно міститися і положення з техніки безпеки і норми з виробничої санітарії.

У своїй сукупності нормативні акти про охорону праці — це правила, стандарти, норми, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання, їх прийнято поділяти на державні міжгалузеві і галузеві норми.

Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці з урахуванням рекомендацій нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про працю.

З цією метою власник забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій; розробляє за участю профспілок і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці; забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань; організовує проведення атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством, вживає за їх підсумками заходів щодо усунення негативних чинників; розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства.

Метою управління охороною праці є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини під час трудової діяльності. Мета управління може бути досягнута шляхом виконання певних функцій управління. Функція

управління — це комплекс взаємопов'язаних видів діяльності, що здійснюються суб'єктом управління при цілеспрямованому впливі на об'єкт управління.

Управління охороною праці забезпечує виконання таких функцій:

1. Організація і координація робіт з охорони праці;
2. Аналіз і оцінка стану умов праці;
3. Планування робіт з охорони праці;
4. Стимулювання забезпечення високого рівня охорони праці;
5. Контроль стану охорони праці.

Потрібно зазначити, що управління охороною праці має включати виконання таких основних завдань:

- навчання працівників безпеці праці та пропаганда питань охорони праці;
- забезпечення безпеки виробничого обладнання;
- забезпечення безпеки виробничих процесів;
- забезпечення безпеки будівель та споруд;
- нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці;
- забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;
- забезпечення оптимальних режимів праці та відпочинку працівників;
- організація лікувально-профілактичного обслуговування працівників;
- санітарно-побутове обслуговування працівників;
- професійний відбір працівників за певними спеціальностями [38].

ВИСНОВКИ

1. Вивчено походження, ботанічні особливості та способи переробки часнику (дистя та цибулин). Численні дослідження показали, що часник і препарати на його основі можуть успішно застосовуватися для профілактики та лікування таких небезпечних захворювань як рак та атеросклероз, мають гепатопротекторну та антиоксидантну дію, мають антибактеріальні властивості. Сума ненасичених жирних кислот як у листі, так і в цибулинах значно перевищує суму насичених, що дозволяє прогнозувати гіпохолестеринемічну, гіполіпідемічну, антиагрегантну, гіпотензивну активність лікарських засобів на основі часнику листя та цибулин.

2. Найбільш доцільним способом переробки часнику городнього *Allii sativi bulbis* визнано метод екстрагування рослинною олією, який дозволяє зберегти суму біологічно цінних компонентів. З метою підвищення їх біологічної доступності препарату запропоновано капсулювання олійного екстракту ротаційно-витискувальним методом у желатинові капсули.

3. Проведено дослідження екстрагування біологічно активних речовин часнику соняшниковою олією. Визначено ефективні режими прицесу: температура 60°C, гідромодуль 1:5 при подрібненні сиробини до 1 мм. Визначено органолептичні і фізико-хімічні показники екстрактів, одержаних за описаними параметрами технології. Перевірено стабільність екстрактів протягом 7 діб зберігання, за величиною кислотного і пероксидного чисел встановлено їх придатність до тривалого зберігання.

4. Підібрано комплект обладнання технологічної лінії, розраховано матеріальний баланс виробництва та собівартість однієї упаковки капсульованої часникової олії масою 100 г, що становитиме $48435,13 / 100 = 484,35$ грн. Найдоцільнішим виявляється розповсюдження розробленого продукту через мережу аптек та заклади «органічної продукції».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Луцак І.В., Степанова С.І., Штриголь С.Ю. Фітоадаптогени: біологічно активні речовини та механізми дії. Фітотерапія. Часопис, 2015. № 4. С. 7-18.
2. Данилов С.А., Товчига О.В., Степанова С.І., Штриголь С.Ю. Лікарські рослини, що мають седативну, анксиолітичну та спряжені види фармакологічної активності, їх біологічно активні речовини та механізми їхньої дії. Фармаком, 2011. № 4. С. 68-87.
3. Liu W., Ge T., Pan Z., Leng Y. The effects of herbal medicine on epilepsy. *Oncotarget*, 2017. № 8. P. 48385-48397.
4. Бойко Е.Ф., Мишнев А.В. Некоторые фармакологические особенности листа душицы обыкновенной (*Origanum vulgare*). Запорож. мед. журн., 2008. Т. 2, № 2. С. 92-93.
5. Бойко Е.Ф. *Origanum vulgare* и *Origanum Tyttanthum Gontsch* как лекарственные, эфиромасличные, пряно-ароматические и декоративные растения. Таврические записки нац. универ. им. И.В. Вернадского, серия «Биология, химия», 2009. Т. 22(61). № 2. С. 9-15.
6. Волошин О.І., Бачук-Понич Н.В., Кардаш Н.В. Материнка звичайна в народній медицині та клінічній практиці, перспективи використання (Огляд літератури). Фітотерапія, 2015. № 1 С. 10-13.
7. Державний реєстр лікарських засобів. URL: <http://www.drlz.kiev.ua/>. Дата звернення 20.01.2024
8. Дудченко Л.Г., Козьяков А.С., Кривенко В.В. Пряно-ароматичні і пряно-смакові рослини: довідник. К.: Наук. думка, 1989. 304 с.
9. Котюк Л.А., Рахметов Д.Б. Біологічно активні речовини *Origanum vulgare*. Физиол. раст. и генет., 2016. Т. 48, № 1. С. 20-25.
10. Цивунін В.В., Штриголь С.Ю., Прокопенко Ю.С. Експериментальне визначення спектра протисудомної дії перспективних антиконвульсантів рослинного походження. Український біофармацевтичний журнал, 2014. № 3. С. 45-49.
11. Цивунін В.В., Штриголь С.Ю., Прокопенко Ю.С., Георгіянц В.А.

Скринінгове дослідження протисудомної активності сухих екстрактів із 8 видів рослин родин Solanaceae, Papaveraceae, Lamiaceae та Polemoniaceae. Клінічна фармація, 2012. № 4. С. 47-50.

12. Павлюк І.В., Стадницька Н.Є., Ясіцька-Місяк І.І. Дослідження біологічної активності вторинного екстракту зі шроту трави материнки звичайної (*Origanum vulgare*). Укр. біофармац. журн., 2015. № 1. С. 21-24.

13. Подплетня О.А., Хомяк Н.В., Соколова К.В. Фітотерапевтичні лікарські засоби з нефропротекторною активністю (огляд). Мед. перспект., 2017. Т. 22, № 1. С. 10-19.

14. European Pharmacopoeia-8th ed. Strasbourg council of Europe, 2013. 3893 с.

15. Kocić-Tanackov S., Dimic R., Pejin D. Antifungal activity of Oregano (*Origanum vulgare* L.) extract on the growth of Fusarium and Penicillium species isolated from food. Faculty of Technol., Novi Sad (Serbia), Faculty of Techn. Scie., 2012. P. 2-9.

16. Angelich A. Encapsulation technology. Manuf Confectioner. 2005. Vol. 85, No. 10. P. 51–55.

17. Porzio M. Flavor Encapsulation: Spray Drying. Perfumer Flavorist. 2007. Vol. 32, No. 11. P. 34–39.

18. Arshady R. Preparation of biodegradable microspheres and microcapsules: 2. Polylactides and related polyesters. J. Contr. Rel. 1991. Vol. 17, Iss. 1. P. 1–21.

19. Walter F., Scholl I., Untersmayr E. Functionalisation of allergen-loaded microspheres with wheat germ agglutinin for targeting enterocytes // Biochem. Biophys. Res. Commun. 2004. Vol. 315, Iss. 2. P. 281–287.

20. Mallarde D., Boutignon F., Moine F. PLGA-PEG microspheres of teverelix: influence of polymer type on microsphere characteristics and on teverelix in vitro release. Int. J. Pharm. 2003. Vol. 261, Iss. 1–2. P. 69–80.

21. Nihant N., Grandfils C., Jerome R., Teyssie P. Microencapsulation by coacervation of poly(lactide-co-glycolide) IV. Effect of the processing parameters on coacervation and encapsulation. J. Contr. Rel. 1995. Vol. 35, Iss. 2–3. P. 117–125.

22. Пат. 88858 України, МПК9 В01J 13/02, В01J 13/06, А61К 9/50, С08F 22/00. Спосіб мікрокапсулювання вуглеводнів / Сердюк В.О., Шевчук О.М., Токареєв В.С.; Національний університет “Львівська політехніка”. – № а200907310; заявл. 13.07.2009; опубл. 25.11.2009, Бюл. №22.

23. Капсули. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/3436>. Дата звернення 20.01.2024.

24. Виробництво лікарських засобів у желатинових капсулах. URL: <https://buklib.net/books/36234/>. Дата звернення 20.01.2024.

25. Особливості капсулювання. URL: <http://www.mukachevo.net/ua/news/view/2168304>. Дата звернення 20.01.2024.

26. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2016 рік. Київ: Фенікс, 2016. 502 с.

27. Подолянчук В. Екстрагування рослинної сировини різними способами та математичний опис процесу. II Міжнародна студентська науково - технічна конференція «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/28368/2/SNT_2019_Podolianchuk_V-Extraction_of_plant_17-18.pdf. Дата звернення 20.01.2024.

28. Пластикові мікрокапсули запропонували замінити на шовкові. URL: <https://nauka.ua/news/plastikovi-mikrokapsuli-zaproponuvali-zaminiti-na-shovkovi>. Дата звернення 04.02.2024.

29. Singletary K. Oregano. Mc. Cormic Science Institute. Nutrit. Today, 2010. May/June. Vol. 45, №3. P. 10.

30. Chaudhry N., Sabahat S., Pervin T. Antibacterial effects of Oregano (*Origanum vulgare*) against gram negative bacilla. Pac. J. Bot., 2007. 39(2):609-613. P. 1-5.

31. Saed S., Tario P. Antibacterial Activiti of Oregano (*Origanum vulgare* Linn.) Against Gram positive bacteria. Pac. J. Pharm. Sci., October 2009. Vol. 22. № 4. P. 421-424.

32. Харчові технології Модуль 5: Технології рослинних олій, жирових та косметичних продуктів [Електронний ресурс]: Лабораторний практикум для

студентів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» ден. та заоч. форм навч. / уклад. Є.І. Шеманська, І.Г. Радзієвська. – К.: НУХТ, 2018. – 43с.

33. Soylu S., Yigitbas H., Soylu E. Antifungal effects of essential oils from Oregano and fennel on sclerotina sclerotiorum. J. Appl. Microbiol. ISS № 1364-5072. P. 1-10.

34. Матеріальний баланс на стадіях технологічного процесу. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://buklib.net/books/36210/> Дата звернення 20.01.2024.

35. Дробарка молоткова. URL: <https://utc.bio/drobarka-molotkova-3/> Дата звернення 20.01.2024.

36. Перколятор з мішалкою. URL: <https://khimmix.ua/ua/smesiteli-dlya-zhidkостей/perkolyator>. Дата звернення 20.01.2024.

37. Чеснок. URL: https://agromage.com/stat_id.php?id=822. Дата звернення 20.01.2024.

38. Елементи системи управління охороною навколишнього середовища на підприємствах. URL: <https://pidru4niki.com/71296/ekologiya/elementi-sistemi-upravlinnya-ohoronoyu-navkolishnogo-seredovischa-pidpriyemstvah>. Дата звернення 20.01.2024.

39. Організація охорони праці на виробництві. URL: <https://xreferat.com/8/1115-1-organ-zac-ya-ohoroni-prac-navirobnictv.html>. Дата звернення 20.01.2024