

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

імені В. Н. КАРАЗІНА

Біологічний факультет

Кафедра молекулярної біології та біотехнології

**ВИВЧЕННЯ ЕКЗОМЕТАБОЛІТІВ ЗООГЛІ ORYZAMYCES INDICI І
МЕТОДІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ СУСПЕНЗІЇ**

Допущена до захисту

«__»_____20 р.

Кваліфікаційна робота

студентки 4 курсу

групи БТ-41

спеціальність:

162 Біотехнологія і біоінженерія

ПІБ: Моргун Валерії Євгенівни

Завідувач кафедри

Оцінка «_____»

«__»_____20 р.

Науковий керівник:

викладач Леухіна Л. В.

Харків 2024

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему: «Отримання екзометаболітів зооглії *Oryzomyces indicī* і методи стабілізації суспензії».

Дипломна робота присвячена дослідженню отримання екзометаболітів *Oryzomyces indicī* та методів стабілізації суспензії. У роботі представлено огляд літератури щодо властивостей *Oryzomyces indicī*, методів отримання екзометаболітів та їх біологічної активності, методам стабілізації суспензії. Особлива увага приділена методам стабілізації екзометаболітів *Oryzomyces Indicī* зі збереженням бактеріальної флори з ціллю подальшого використання. Встановлено, що стабілізувати культурну рідину найбільш доцільно, коли мікробна асоціація *Oryzomyces Indicī* використала весь цукор у поживному середовищі і очищувати екзометаболіти від дріжджових культур за допомогою фільтрування покращує якість кінцевої продукції.

Робота включає 54 сторінки, 7 рисунків, 4 таблиці. Містить 51 використаних джерел літератури

Ключові слова: екзометаболіти, *Oryzomyces indicī*, пробіотики, методи стабілізації, біологічна активність.

ABSTRACT

Qualification work on the topic: "Study of the composition of exometabolites of *Oryzomyces indici* zooglyphs and methods of suspension stabilization."

The thesis is devoted to research on obtaining exometabolites of *Oryzomyces indici* and methods of suspension stabilization. The work presents a review of the literature on the properties of *Oryzomyces indici*, methods of obtaining exometabolites and their biological activity, methods of suspension stabilization. Special attention is paid to methods of stabilization of exometabolites of *Oryzomyces Indici* with preservation of bacterial flora for further use. It was found that it is most appropriate to stabilize the culture liquid when the microbial association *Oryzomyces Indici* has used all the sugar in the nutrient medium and to purify exometabolites from yeast cultures by means of filtration improves the quality of the final products.

The work includes 54 pages, 7 figures, 4 tables. Contains 51 used literature sources

Key words: exometabolites, *Oryzomyces indici*, probiotics, stabilization methods, biological activity.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	5
РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД І АНАЛІЗ НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ	8
1.1. Вирощування та культивування <i>Oryzomyces Indici</i>	8
1.2. Корисні властивості та використання <i>Oryzomyces Indici</i>	19
1.3 Попередні дослідження стабілізації суспензії у зооглії.	23
РОЗДІЛ ІІ. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	28
2.1. Методи підготовки суспензії зооглії <i>Oryzomyces Indici</i> .	28
РОЗДІЛ ІІІ. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	34
3.1 Вплив температури на стабільність суспензії	34
3.2. Використання поверхнево-активних речовин для стабілізації суспензії	39
3.3. Аналіз результатів стабілізації суспензії зооглії <i>Oryzomyces Indici</i> за допомогою біологічних методів	42
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	49

ВСТУП

Здоров'я шкіри та волосся нерозривно пов'язане зі станом мікробіома (симбіотичне мікробне співтовариство, яке населяє організм людини інших органів і систем, включаючи). Пробиотична мікробіота у нашому організмі регулює діяльність внутрішніх органів, виконує дуже широкий спектр важливих фізіологічних функцій, синтезує функціональні поживні речовини і робить значний внесок у здійснення нормальних функції всіх органів і тканин, включаючи забезпечення здоров'я шкіри і волосся. При домінації у складі мікробіома гнилісних бактерій суттєво порушується робота всього організму, особливо негативно мікроорганізми впливають на травлення і обмін речовин, знижуються захисні сили організму, активізуються запальні процеси, порушується постачання вітамінів, незамінних амінокислот, мінеральних сполук та інших життєвоважливих поживних речовин до різних органів і тканин, що призводить до цілої низки захворювань, багато з яких супроводжуються ураженням шкіри і волосся.

Найефективнішим способом покращення мікробіому є застосування пробіотиків. Завдяки встановленому позитивному впливу пробіотичних мікроорганізмів на шкіру, їх все частіше використовують як біологічно активні агенти в косметиці, наприклад, в різних засобах по догляду за шкірою та волоссям, особливо під час шкірних захворювань.

Можна зазначити, що для підтримки здорового зовнішнього вигляду людині необхідно щодня вживати білки, вітаміни, мінерали і амінокислоти. Тому ми у даній роботі звертаємо увагу на пробіотичні мікроорганізми, що здатні синтезувати ці сполуки. Відповідно, обираючи біотехнологічні об'єкти для вивчення можливості використання їх екзометаболітів у якості сировини для косметичної галузі ми враховували здатність мікроорганізмів до синтезу досить широкого спектру біологічно активних метаболітів і, крім того, ці синтетики мають бути невибагливі у культивуванні.

На наш погляд продукти метаболізму мікробної асоціації «морський

рисовий гриб» складаються із поживних речовин які можна запропонувати у якості косметичної сировини. Індійський «морський рис» – це культура мікроорганізмів, яка складається з різних видів дріжджів, лактобактерій і оцтовокислих бактерій. Наявність діючих речовин, таких як ферменти, коензим Q, органічні кислоти: фолієва, глюконова, п-кумарова, оцтова, щавлева, лимонна, молочна; а також вітамінів B,C і D матиме велике значення в регенерації, уповільненні процесів старіння та живленню шкіри.

Використання продуктів «самозброджування» у промисловій косметиці почалось приблизно 5 років тому у країнах Азії, хоча в перше помітили ефект освітлення і підтягнутості шкіри рук у робітниць фабрики саке в Японії у другій половині двадцятого століття. У наш час сировину отриману за допомогою мікробного бродіння найчастіше використовують корейські бренди. Але продукти бродіння отримані за допомогою зооглій застосовуються лише в косметиці ручної роботи з терміном придатності декілька місяців. Це пов'язано, перш за все, зі стабілізацією культуральної рідини, яка складається із екзометаболітів, живих бактерій та дріжджів. Проте, виходячи із вже вивченого складу екзометаболітів *Oryzomyces Indici*, культуральна рідина цієї асоціації мікроорганізмів має цінний склад і також може бути корисна як сировина з функціональними властивостями для косметичної промисловості.

Актуальність теми. Вирощування пробіотичних монокультур потребує високотехнологічного обладнання, що робить собівартість цієї сировини дорогою. Пробіотичні культури зооглій невибагливі у вирощуванні і мають цінні продукти синтезу. Але для того, щоб культуральна рідина «рисового грибу» і асоціація мікроорганізмів залишались в належному стані їх потрібно стабілізувати, тобто запобігти окисленню екзометаболітів і перевести активність мікроорганізмів в «сплячий» стан.

Новизна роботи. В роботі розглянуті методи стабілізації культуральної рідини полікультури *Oryzomyces Indici* для подальшого використання як косметичної сировини, що дає змогу виробляти косметичні засоби з

пробіотиками, які відносять до категорії «живої органічної косметики».

Теоретичне та практичне значення роботи. Використання живих пробіотичних культур асоціацій мікроорганізмів отриманих за допомогою самосброджування у складі косметичних продуктів – новий перспективний напрямок у промисловій косметики. В роботі вивчені методи стабілізації полікультури та використані у практичному застосуванні у косметичних засобах що полегшують виживання людини у екстремальних умовах.

Мета роботи. Від методів стабілізації екзометаболітів залежить якість майбутньої продукції. Тому метою нашої роботи було вивчення методів стабілізації екзометаболітів *Oryzomyces Indici* зі збереженням бактеріальної флори з ціллю подальшого використання у розробці засобів гігієни для екстремальних умов і отриманню дієвих космецевтичних продуктів.

РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИЧНИЙ ОГЛЯД І АНАЛІЗ НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Вирощування та культивування *Oryzomyces Indici*

Зооглію *Oryzomyces Indici* ще називають «рисовий гриб» або «морський рисовий гриб». За своїм зовнішнім виглядом зооглія нагадує маленькі крапельки льоду, але насправді представляє собою клейку речовину. З'являється цей «рисовий гриб» у результаті життєдіяльності водних бактерій з роду зооглоя (*Zoogloea ramigera*). Ця слизовій масі знаходяться бактерії і дріжджі, які склеєні між собою продуктами синтезу.

Для того, щоб мікроорганізми могли засвоювати мікроелементи з води, їм потрібна слиз. Саме тому вони містять в своєму складі дуже багато азотистих сполук і полісахаридів. «Індійський морський рис» — це не просто одна з форм зооглій. Також виділяють і кефірні гриби. І навіть якщо ці форми зооглій виглядають по-різному, результат життєдіяльності у них однаковий. Люди отримують напій, який покращує самопочуття.

У зооглії *Oryzomyces Indici* достатньо імен. Наприклад, мексиканці називають цей рис Тібі, у римлян він Поска, китайці називають китайським рисом, японці – японський, а у слов'ян – індійський рис.

«Морський рисовий гриб» представляє в собі живу асоціацію мікроорганізмів. Щоб гриб швидко ріс і розмножувався, потрібна температура не менше 23°. Якщо температуру знизити на три градуси, ріст і розмноження культури припиниться. А якщо температура досягне вісімнадцяти градусів, то гриб може взагалі загинути. Тому за температурними показниками потрібно стежити дуже ретельно, щоб не допустити загибелі культури. Ті, хто культивує цей морський гриб, під час низьких температур зберігають його біля джерела тепла (наприклад, електрочайника, газової плити тощо).

Для покращення смаку морського рису проводять таку схему: спочатку рис розділяють на дві однакових частини. У одну частину гриба додають цукровий розчин, а іншу частину прибирають в звичайному вигляді у холодильник. Потім першу частину гриба, до якого додали цукровий розчин, відправляють в холодильник на «відпочинок», а ту частину, що була в холодильнику, дістають і опускають у воду. Рис спочатку промивають та обсушують від води, що залишилася. Потім потрібно рис перемістити в скляну ємність, накрити кришкою і залишити в холодильнику. В такому вигляді рис може зберігатися протягом місяця. А для того, щоб корисні властивості гриба почали діяти, його необхідно промити і заправити першою частиною, в який додавали цукровий розчин.

В процесі своєї життєдіяльності *Oryzomyces Indici* може виробляти багато різноманітних метаболітів, таких як: амінокислоти, ферменти, вітаміни, низькомолекулярні карбонові кислоти тощо [Корольова Л.М., 2010; Цед Е.А., 2010]. З інших джерел ми знаємо, що жирні кислоти мають антимікробні властивості. Отже, виявлену антагоністичну дію грибного настою до ряду мікроорганізмів можна пояснити тим, що в культуральній рідині наявна та сама жирна кислота - лауринова кислота [Цед Е.А., 2011].

Як було сказано раніше, рисовому грибу не може перебувати при температурі нижче вісімнадцяти градусів за Цельсієм, а при температурі двадцять трьох до двадцяти семи градусів він буде активно рости і розмножуватися.

Щоб визначити антагоністичні властивості грибного напою, необхідно підготувати збалансоване середовище. До нього повинно входити водний розчин сахарози, до якого потрібно додати рослинну добавку у вигляді сушеного винограду.

Сьогодні у багатьох споживачів все більше підвищується інтерес до натуральних функціональних продуктів харчування, які краще впливають на здоров'я та самопочуття людини та здатні його покращити. Найбільший інтерес зростає до безалкогольних напоїв, таких як, наприклад, комбуча, що набуває

зараз великої популярності у світі серед людей. Такі напої можна отримати шляхом зброджування полікультурного сусла.

У ході дослідження були розглянуті процеси життєдіяльності рисового гриба в середовищах, що мали різний склад і культивувались за різних умов, а також вивчено властивості напою, отриманого з культуральної рідини рисового гриба задля застосування його у молочному виробництві. Проводили культивування за температурою 20-30°C на водному розчині сахарози та незбираному пастеризованому молоці (кислотність 58Т). У ході даного дослідження використовували такі методи аналізу, як: титриметричний, потенціометричний та органолептичний.

У результаті дослідження було встановлено, що культура *Oryzomyces Indici* може рости і розвиватися на середовищах, що містять сахарозу, а також на середовищах, що містять в своєму складі лактозу. Ці результати можуть свідчити про те, що рисовий гриб можна розглядати як продуцента в молочному виробництві для отримання нових високоякісних кисломолочних продуктів. Напій, що був отриманий з гриба, має високі показники фізико-хімічної та органолептичної якості, а також ще має високу біологічну цінність завдяки вмісту в напої великої кількості вітамінів (В1, В2, В3, Вс, С, Р, Е, РР), амінокислот, які беруть участь в метаболічних реакціях людини і здатні покращувати самопочуття.

Культивування досліджуваних зразків проводили за температури $25 \pm 5^\circ\text{C}$. Було виявлено, що при додаванні лактози на початку культивування, ріст продуцента значно збільшується, отже цей фактор можна використовувати на виробництві для пришвидшення росту біомаси продуцента і, таким чином, для прискорення самого виробництва.

З літературних джерел було встановлено, що культуральна рідина рисового гриба по відношенню до різних умовно-патогенних мікроорганізмів має різну антагоністичну активність. Антагоністичну властивість рідини з

екзометаболітами оцінювали шляхом вимірювання діаметра зони затримки росту (зони лізису) тест-культур через кожну добу.

Пригнічення росту умовно-патогенних і патогенних бактерій спостерігалися вже на першу добу. Така активна інгібуюча дія флюідів бродіння «рисового гриба» найбільш проявлена по відношенню до *Staphylococcus aureus*, бактерій роду *Proteus* та *Klebsiella*, в той час як антагоністична активність щодо *Pseudomonas aeruginosa* не спостерігалася. До того ж в ході розвитку полісимбіотичної асоціації мікроорганізмів - *Oryzomyces Indici*, поживне середовище в залежності від складових культурального середовища збагачується значною кількістю біологічно активних продуктів метаболізму.

Напій на основі бродіння зооглії *Oryzomyces Indici* можна вважати як новий антимікробний та антибіотичний засіб завдяки тому, що культуральна рідина гриба має антибіотичну дію, а також тому, що в процесі росту вона ще збагачується біологічно активними речовинами (наприклад, вітамінами) і він цілком може використовуватися як комплексний лікарський засіб.

Для отримання якісного цільового продукту, продуцент повинен мати певні ознаки: біомаса біло-прозорого кольору, майже прозора, може набувати забарвлення різних відтінків фіолетового і червоного кольору, в залежності від сорту родзинок, які використовуються при приготуванні поживного середовища. Розміри «рисинок» від 0,2 до 1,5 см в залежності від віку культури. Консистенція зооглії є досить рихлою, при натисканні розламується на менші частинки (рис. 1). Аромат культури має кефірні нотки з додаванням фруктово – оцетового присмаку. Вміст вологи в тілі гриба становить від 84 до 88 %.



Рис. 1.1. Зовнішній вигляд зооглії «морський рис».

Дослідження морфологічного складу мікробної асоціації «морський рисовий гриб». В результаті мікроскопування препарату з відбитку тіла гриба було виділено п'ять видів клітин:

- невеликі дріжджові клітини з діаметром клітини 1–2 мкм (рис. 1.2, а);
- великі дріжджові клітини з діаметром 6–8 мкм (рис. 1.2, б);
- паличкоподібні клітини довжиною до 6–8 мкм (рис. 1.2, в);
- коки з розмірами клітини до 0,2 мкм (рис. 1.2, г);
- паличкоподібні клітини довжиною до 1,5 мкм (рис. 1.2, д).

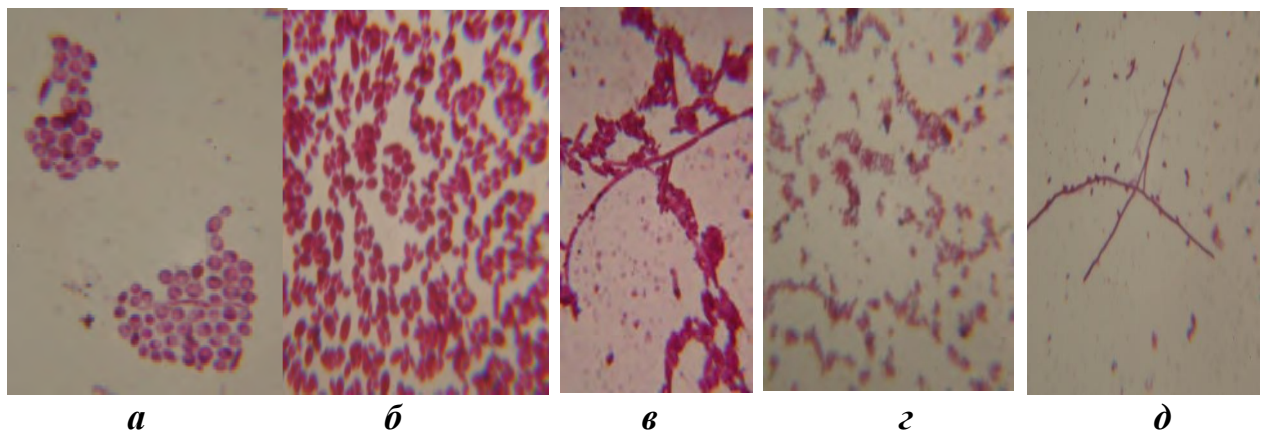


Рис. 1.2. Мікробіологічний склад асоціації мікробіоти зооглії *Oryzomyces Indici* за даними Клеп О.В., де: а - дріжджові клітини з діаметром

клітини 1–2 мкм; б - дріжджові клітини з діаметром 6–8 мкм; в - паличкоподібні клітини довжиною до 6–8 мкм; г - коки з розмірами клітини до 0,2 мкм; д - паличкоподібні клітини довжиною до 1,5 мкм.

Для встановлення до якого виду належать виділені штами мікроорганізмів здійснювали пересів на селективні середовища, завдяки яким можна ідентифікувати окремих представників виду.

Мікроскопічне вивчення мікробної асоціації *Oryzomyces Indici* проводили у наступній послідовності:

- отриману в результаті культивування мікробну асоціацію зооглії гомогенізували до однорідної маси з клітинним навантаженням – 10^6 клітин в 1 мл суспензії. Гомогенізація досягалась за рахунок розтирання 1 г гранул асоціації з подрібненим склом (розміри крупинок скла від 10 до 50 мкм) у стерильній ступці. Стерильною дистильованою водою отриману біомасу розводили у 10 000 разів;
- Для подальшого культивування гомогенату використовували стандартні тверді поживні середовища – сусло-агар з додаванням карбонату кальцію, середовище Чапека, селективне середовище для оцтовокислих бактерій;
- зовнішній огляд колоній і діагностичне мікроскопування проводили через 24 і 48 год. Результати дослідження викладені в Таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Середовища для дослідження морфології клітин асоціації «морський гриб»

№ з/п	Середовище	Температура культивування, °С	Кількість колоній, од.
1	Середовище Чапека	28	12
2	Середовище для оцтовокислих	35	15
3	Пивне сусло з карбонатом кальцію	35	23

Під час культивування на цих середовищах було виявлено, що асоціація складається з двох видів дріжджів і трьох видів бактерій, які потім пересаджували на діагностичні середовища задля ідентифікації.

Один тип дріжджових клітин (1 добова культура на середовищі Чапека) формує білі, глянцеві, непрозорі, круглі колонії з лінзоподібним профілем, рівним краєм, діаметром 4–6 мм, на 48 годину – до 12 мм (рис. 1.3).

На фарбованих мазках – це овальні клітини розміром 1×2 мкм, здатні до брунькування.

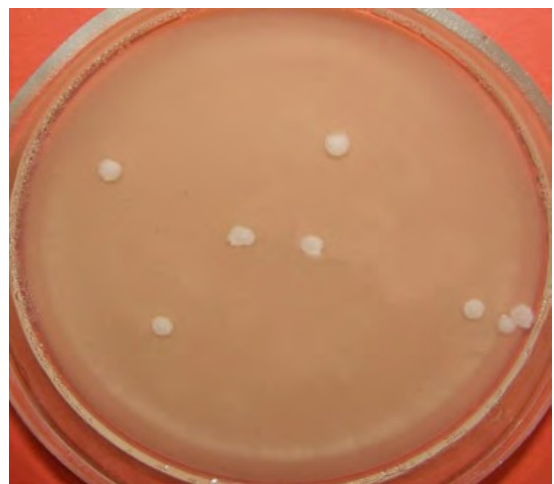
За попередньою ідентифікацією ця культура віднесена до роду *Saccharomyces* (рис. 1.2., б).

Клітини другого типу формували білі, матові, круглі колонії з хвилястим краєм, кнопкоподібною поверхнею, діаметром 4–8 мм (рис. 4).

На фарбованих мазках вони мали круглу та ледь овальну форму, здатні до брунькування, розміром 6–8 мкм в діаметрі (рис. 2, а). Видова належність культури остаточно не встановлена.



**Рис.1.3. Висів дріжджових клітин –
круглі лінзоподібні колонії**



**Рис. 1.4. Висів дріжджових клітин –
овальні приплюснені колонії**

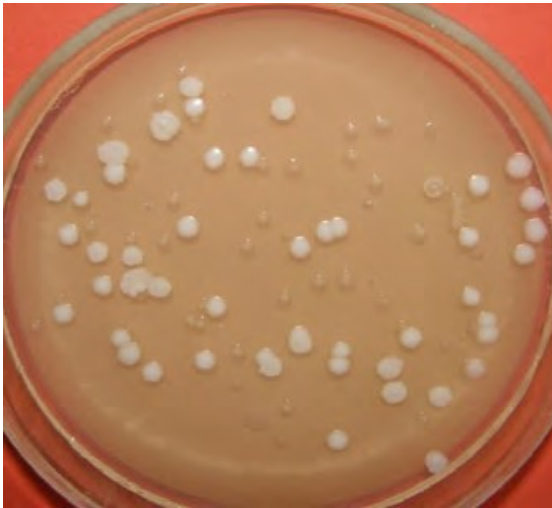


Рис. 1.5. Висів бактеріальних клітин – круглі та точкові колонії (молочнокислі)



Рис. 1.6. Висів бактеріальних клітин – круглі колонії (оцтовокислі)

Серед бактеріальних культур виділено два види молочнокислих та один вид оцтовокислих мікроорганізмів.

На селективному середовищі з CaCO_3 клітини бактерій утворюють прозорі точкові колонії діаметром 1-2 мм, навколо яких утворюються прозорі зони (рис. 1.5.), що свідчить про продукування культурою кислоти. Це палички, розміром до 1,5 мкм (рис. 1.2, д), які за попередньою ідентифікацією віднесені до роду *Lactobacillus*.

Другий тип клітин утворює білі, непрозорі, матові круглі колонії, діаметром приблизно 3–5 мм. Клітини мають вигляд коків з діаметром до 0,5 мкм (рис. 1.2., г), остаточна ідентифікація ще не проведена.

Третій тип клітин утворює білі, непрозорі, матові круглі колонії діаметром приблизно 1–3 мм (рис. 1.6). Клітини мають вигляд довгих

паличок завдовжки 6–8 мкм (рис. 1.2., в). За попередніми даними, вони належать до роду *Acetobacter*, оскільки ростуть на селективному живильному середовищі, джерелом вуглецю в якому є лише етиловий спирт.

Третій тип клітин утворює білі, непрозорі, матові круглі колонії, діаметром приблизно 1–3 мм (рис. 1.6.). Клітини мають форму довгих паличок довжиною 6–8 мкм (рис. 1.2., в). За попередньою ідентифікацією віднесені до роду *Acetobacter*, оскільки ростуть на селективному поживному середовищі, в якому як джерело вуглецю виступає лише етиловий спирт.

Бактеріальні клітини формують прозорі точкові колонії діаметром 1–2 мм на селективному середовищі з CaCO_3 , навколо яких утворюються прозорі зони (рис. 1.5.), що свідчить про продукування культурою кислоти. Це палички, розміром до 1,5 мкм (рис. 1.2, д), які за попередньою ідентифікацією віднесені до роду *Lactobacillus*.

Другий тип клітин формує білі, непрозорі, матові круглі колонії, діаметром приблизно 3–5 мм. Клітини мають форму коків з діаметром до 0,5 мкм (рис. 1.2., г), остаточна ідентифікація ще не проведена.

Третій тип клітин формує білі, непрозорі, матові круглі колонії, діаметром приблизно 1–3 мм (рис. 1.6.). Клітини мають форму довгих паличок довжиною 6–8 мкм (рис. 1.2., в). За попередньою ідентифікацією віднесені до роду *Acetobacter*, оскільки ростуть на селективному поживному середовищі, в якому як джерело вуглецю виступає лише етиловий спирт.

Для культивування мікробної асоціації «морський грибок» як живильне середовище використовували:

- 2,5–3 %-й розчин цукру з родзинками з винограду киш-миш;
- 2,5–3 %-й розчин цукру з родзинками з темних сортів винограду;
- 2,5–3 %-й розчин цукру з родзинками з червоних сортів винограду.

Культивуючи консорціум на цих середовищах, одержані такі характеристики цього напою:

Таблиця 2

Результати культивування консорціуму на різних поживних середовищах

Середовище	Візуальна характеристика напою	Смакові якості напою	Час зброджування, год
розчин цукру з родзинками з винограду киш-миш	безколірний	Відчувається неприємний запах бродіння, смак неприємний	24–30
розчин цукру з родзинками з темних сортів винограду	легкий фіолетовий відтінок	Запах бродіння менш виразний, приємний освіжаючий смак	24–30
розчин цукру з родзинками з червоних сортів винограду	легкий червоний відтінок	Запах бродіння такий як і в попередньому, смак дещо кисліший	24–30

У проведених експериментальних дослідженнях було відмічено середовище на основі родзинок темних сортів винограду. За органолептичними показниками це поживне середовище було найоптимальнішим і тому використовувалось для подальшого культивування зооглії.

Зооглію після кожного циклу промивали під проточною очищеною водою,

надлишок води відділяли, і повторювали цикл. Кількість посівного матеріалу мікробної асоціації становить 4 ... 10 % від маси приготовленого настою. При меншій концентрації агента збільшується час зброджування культурального середовища, що підвищує імовірність зараження сторонньою мікрофлорою, а концентрації більше 10 % не є економічно доцільними при промисловому виробництві.

Культивування піддослідної мікробної асоціації у цукровмісному середовищі дає можливість одержувати продукт світло фіолетового забарвлення, з приємним ароматом, що характеризується параметрами, наведеними в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3.

Властивості ферментованого продукту мікробіотою «морського рису».

№ з/п	Температура культивування, °С	Тривалість ферментації, год	Величина світло-пропускання, %	pH розчину	Вміст спирту, %	Конверсія цукру, %	Кислотність, °Т
1	22	30	93	3,6	<0,5	28	37
2	26	24	93	3,7	<0,5	31	36
3	30	16	94	3,7	<0,5	32	37

Після культивування зооглії згідно заданого експериментального часу визначались органолептичні показники. Найкращі показники були зазначені у варіанті, який культивували при температурі 26 °С, хоча при цій температурі час культивування більший, ніж при 30 °С. Результатом проведених дослідів є дані основних фізико-хімічних показників продукту, де: кислотність коливалась в межах 35–40 °Т; вміст цукру склав 1–1,5 %; значення pH були межах 3,6–3,7.

1.2. Корисні властивості та використання *Oryzomyces Indici*

«Індійський морський рис» називають живою лабораторією з переробки цукру і синтезу найкорисніших для нашого організму цілющих речовин: органічних кислот, різноманітних ферментів і вітамінів.

Настій морського рису містить фермент ліпазу, що відповідає за розщеплення жирів в нашому організмі.

Ліпаза – є природним ферментом людського організму, що присутній від народження і виробляється ендокринними залозами. Але під впливом різних шкідливих факторів (наприклад, погане харчування) робота ендокринних залоз може змінитися. Залози можуть знижувати вироблення ферменту, внаслідок чого частина жирів, що буде надходити в організм не буде розщеплюватись, а навпаки відкладатися в підшкірних шарах. І таким чином, люди можуть набирати зайву вагу.

Вживання цього настою може змінити таку ситуацію. При його вживанні рівень ліпази може різко зростати, тобто цього ферменту буде вистачати не тільки для того, щоб розщеплювати жири, що надходять, а й буде розщеплювати зайві жири, що раніше відкладалися в нашому підшкірному шарі. В результаті прийому настою відновлюється нормальний обмін речовин в цілому. Нормалізується вага, тиск, покращується самопочуття, відновлюється хороший сон і гарна працездатність впродовж дня.

Науковцями з'ясовано, що цей гриб має велику кількість лікувальних властивостей. Напій з нього п'ють при ожирінні, застуді, старінні, гіпертонії, головних болях, захворюваннях кишечника, легенів і серця, артритів. Багато лікарів вважають, що історії про те, як напій зцілює людей від хвороб є просто проявом ефекту плацебо, тому що офіційна медицина не використовує чудодійний напій для лікування пацієнтів, через недоказану його дію.

Завдяки хімічному складу мікроорганізмів, гомеопатія пропонує для використання напою для профілактики захворювань. У ньому дослідниками було виявлено глюконову, молочну, оцтову, фолієву, щавлеву, лимонну кислоти,

кофеїн, алкоголь, алкалоїди, полісахариди, холін, вітамін С, глюкозиди, дубильні речовини, альдегіди.

Жінки і люди похилого віку використовують індійський морський рис для продовження краси, молодості, уповільнення старіння шкіри. Багато людей після регулярного вживання напою відзначали поліпшення загального стану здоров'я, зменшення простудних захворювань.

Його п'ють для зниження артеріального тиску, позбавлення від болю в суглобах і зайвих кілограмів за рахунок того, що нормалізується обмінний процес, уповільнення росту пухлинних клітин, лікування виразок травної системи, відновлення пам'яті і працездатності мозку. Люди, що вживають напій на регулярній основі помітно менше хворіють, мають стабільний емоційний стан, добре сплять. Вони почувають себе більш енергійними, активними та працездатними на протязі дня.

Багато людей худнуть, вживаючи гриб. Це відбувається завдяки ліпазі в його складі, яка прискорює метаболізм, спалює вже накопичені жирові запаси.

Науковцями було доведено, що настої з цього гриба можна використовувати в косметичних цілях. Внаслідок його використання можна позбутися зморшок та прищів на шкірі, волосся стає більш блискучим, а за допомогою концентрованого настою можна навіть відбілити обличчя.

Якщо напій приготувати правильно, щоб він зберіг всі корисні властивості, можна позбутися від симптомів молочниці, харчової алергії, втоми, нервозності, нормалізує тиск. Навіть якщо ви будете вживати напій не регулярно, у вас нормалізується робота кишечника, активізується обмін речовин, позбавитись від печії. Дводенним розчином (тобто, індійський морський рис, де корисні властивості посилюються на другий день) промивають ніс, завдяки чому нежить може зникнути вже на наступний день.

Судячи з відгуків, настій використовується в косметичних цілях, особливо якщо він буде стояти 4-10 днів. Якщо на регулярній основі обполіскувати волосся цим настоем, то ви швидко то отримаєте блискуче волосся, воно буде

м'яке та шовковисте. Однак офіційна медицина не використовує рис для лікування будь-яких захворювань. Тож кожен вирішує, що кому краще використовувати.

Але більшість людей роблять це не з метою омолодження, оздоровлення, а для того, щоб просто випити смачний напій, що нагадує шампанське, квас, шипуче, пиво. Смакові відтінки надають сухофрукти та сухарі, які додають до рису. Напій відмінно знімає спрагу в сильну спеку.

Негативні відгуки з приводу рисового гриба пов'язані в основному з неякісним продуктом або неправильним його приготуванням. Деякі особини можуть його варити або смажити, але навіть рис з водоростями з цього гриба не вийде. Цей рисовий гриб люди путають зі звичайною індійською кашею. Хтось робить заправку до нього зі звичайної води без сухофруктів, хтось «підгодовує» гриб чим завгодно (випічкою, заваркою), тому виходить заварка або неприємний настій.

Індійський рис не є зерновою культурою. Тому не треба намагатися зробити, наприклад, морський язик з рисом, адже зооглія – живий мікроорганізм. При правильному зберіганні гриба, він може зберігати свої корисні властивості протягом одного місяця. Він має купу корисних і цілющих властивостей, тому рекомендований для вживання дітям, дорослим, людям похилого віку (крім людей, що мають діабет).

Завдяки багатому вибору різних інгредієнтів можна приготувати найрізноманітніші напої з яблук, чорносливу, родзинок, груш, інжиру, крихти житнього хліба, тростинного цукру. Рецепт цілющого настою передбачає використання темних родзинок, кураги або інжиру. Всі інші сухофрукти заглушають лікувальні властивості гриба. І виходить прохолодний напій, що втамовує спрагу.

Морський рисовий гриб знімає втому, сприяє відновленню обміну речовин, омолоджує клітини організму, виводячи з нього уражені і мертві, покращує самопочуття людини, підвищує працездатність, допомагає знизити

рівень цукру в крові, нормалізує кислотність шлунку, нормалізую артеріальний тиск, відновлює нервову систему, зміцнює і покращує психологічний стан допомагає при боротьбі з безсонністю, відновлює і зміцнює потенцію, має сечогінні властивості, розчиняє солі в суглобах, виводить «пісок» і «каміння» з жовчного міхура і нирок, уповільнює розвиток ракових клітин. Індійський рис замінює антибіотики при запальних процесах дихальних шляхів, очищає слизову оболонку, видаляє наліт при шкірних захворюваннях, при нежиті, а головне індійський морський рис розчиняє солі в суглобах, камені в нирках, печінці та в сечовий міхур.

1.3 Попередні дослідження стабілізації суспензії у зооглії.

Зооглія - це група мікроорганізмів, що утримуються в колонії разом за рахунок дії екзополімерів. Хімічні реакції між мікроорганізмами та іншими речовинами можуть сприяти утворенню стабільних суспензій.

Стабілізація суспензії в зооглії є важливим процесом у водоочисних системах.

Oryzomyces Indici — це симбіотична культура, яка складається з молочнокислих, оцтовокислих бактерій та дріжджів. В ході своєї життєдіяльності *Oryzomyces Indici* продукує широкий спектр біологічно цінних речовин. Ця симбіотична культура може бути цікавою для дослідження в контексті біотехнології та її впливу на організм людини.

В цій культурі суспензія використовується для культивування у рідкому середовищі. Тому її стабілізація є важливою складовою, оскільки допомагає забезпечити рівномірне розподілення клітин чи мікроорганізмів у культуральному середовищі та запобігає їх осіданню. Також стабілізація суспензії сприяє підтриманню оптимальних умов для розвитку та росту клітин чи мікроорганізмів в культуральному середовищі.

Для того, щоб підвищити стабільність суспензії можна використовувати різноманітні стабілізатори. Ці речовини можна розділити на дві основні категорії: полімери та поверхнево-активні речовини. Полімери, такі як наприклад, поліетиленгліколь (ПЕГ) або карбоксиметилцелюлоза (КМЦ), можуть створювати захисний шар навколо мікроорганізмів або клітин, що допомагає уникнути їх агрегації та осіданню. Поверхнево-активні речовини, такі як наприклад, Triton X-100 або полісорбат 80, можуть зменшити поверхневий натяг і забезпечити колоїдну стабільність суспензії.

Окрім того, такі механічні методи як змішування, аерація або використання апаратів з механічним збуренням (наприклад, мішалки) можуть допомогти підтримувати суспензію у стабільному стані [12].

Флокуляція - це процес, при якому частинки утворюють згустки або флоки. У зооглії флокуляція відбувається за допомогою екзополімерів, які допомагають тримати частинки разом. Целюлозні волокна, що утворюють деякі грам-негативні бактерії, також можуть сприяти утворенню стабільних суспензій в зооглії.

Біофлокуляція - є процесом, при якому мікроорганізми утворюють флоки, які можуть включати в себе інші частинки, наприклад органічні речовини чи мінеральні іони.

На стабільність суспензії в зооглії може впливати температура. Дослідженнями було доведено, що різні температури можуть мати різний вплив на конкуренцію між мікроорганізмами та формування стабільних суспензій.

Додавання коагулянтів, таких як сульфат алюмінію (ще називають глинозем) або поліелектроліти, може допомогти утворити згустки, які стабілізують суспензію.

Також, зміна рН середовища може впливати на стабільність суспензії. Наприклад, збільшення рН може сприяти утворенню згустків.

Флокулянти – це речовини, що допомагають згортати частинки і утворювати флоки. Вони використовуються так само для стабілізації суспензії. Також, механічне змішування може допомогти розподілити частинки рівномірно в суспензії і запобігти їх осіданню. Деякі дослідження показують, що деякі мікроорганізми, такі як наприклад бактерії роду *Zoogloea*, можуть утворювати згустки, які стабілізують суспензію.

Наприклад можна перелічити деякі дослідження які необхідні для розкриття цієї теми, а саме:

"Occurrence of Zoogloea colonies and protozoans at different stages of sewage purification"[47] - дане дослідження вивчає поширення колоній *Zoogloea* та протозоїв на різних етапах очищення стічних вод.

"Chemical interactions in the aggregation of bacteria bioflocculation in waste treatment"[48] - дослідження, яке характеризує хімічні взаємодії при утворенні агрегатів бактерій у процесі біологічної очистки відходів.

"Formation of cellulose fibrils by Gram-negative bacteria and their role in bacterial flocculation"[49] - це дослідження, яке аналізує утворення целюлозних волокон грам-негативними бактеріями та їх роль у флокуляції бактерій.

"Isolation of the floc-forming organism Zoogloea ramigera and its culture in complex and synthetic media"[50] - дослідження, яке описує ізоляцію організму *Zoogloea ramigera*, який утворює флоки, та його культивування в складних і синтетичних середовищах.

Дослідження "Вплив рН та металевих катіонів на агрегативний ріст немультуючих штамів *Zoogloea ramigera* досліджувало вплив рН та металевих катіонів на агрегативний ріст немультуючих штамів *Zoogloea ramigera*. Основні висновки можна виділити наступні:

Агрегативний ріст немультуючих штамів *Zoogloea ramigera* був спричинений зниженням рН середовища. Кальцій іони і магній іони змінювали агрегативний ріст організмів, зворотної реакції на агрегативний ріст. Зниження концентрації доступних неорганічних катіонів у середовищі росту за допомогою хелатуючого агента стимулювало ріст колоній. Ефекти агрегації при зниженні рН або вичерпанні катіонів та ефекти розсіювання при додаванні катіонів спостерігалися тільки під час клітинного росту. Дані свідчать про те, що формування агрегатів немультуючих штамів *Z. ramigera* може бути пов'язане з обміном кальцію або магнію в організмах, або з обома.

Дослідження з приводу стабілізації важливі зокрема через наступні аспекти:

При виборі стабілізуючого агента враховуються різні фактори, такі як тип мікроорганізмів або клітин, характеристики середовища, вимоги до культивування та інші. Наприклад, для деяких мікроорганізмів можуть бути

використані полімери, такі як поліетиленгліколь (PEG) або карбоксиметилцелюлоза (СМС). [20, ст.205].

Поширеними проблемами стабілізації суспензії є агрегація та седиментація.

Агрегація відбувається, коли частинки в суспензії збираються разом, що призводить до утворення більших кластерів, які осідають на дні. Седиментація відноситься до осідання частинок під дією сили тяжіння. Ці проблеми можна вирішити за допомогою стабілізуючих агентів, які створюють відштовхувальний бар'єр між частинками, задля уникнення їх агрегації та осідання. Оптимізація концентрації та типу стабілізатора, а також рН і температури суспензії може допомогти у вирішенні цих проблем.

Дослідження стабілізації суспензій в зооглії або подібних біологічних систем можуть включати роботи в галузі мікробіології, екології, біотехнології та інших наукових дисциплін.

Наприклад окрім стабілізації суспензії досліджують інші аспекти в цьому напрямку як от:

Дослідження, проведені Загребельним Д.Є., Масалітіною Н.Ю. і Близнюком О.М., зосереджуються на біотехнології накопичення метаболітів *Oryzomyces Indici* та їх впливу на організм людини. Основна мета дослідження полягає в оцінці впливу цих метаболітів на організм людини. Це може включати оцінку їх токсичності, потенційні побічні ефекти та їх взаємодію з клітинами та органами людського організму. Результати такого дослідження можуть допомогти встановити можливі застосування у медичній сфері цих метаболітів, а також визначити можливі ризики для здоров'я.

Андрощук Д.Р., Масалітіна Н.Ю. Дослідження біотехнології життєдіяльності природного симбіонту *Oryzomyces Indici* в різних середовищах культивування для її застосування у молочній промисловості. У дослідженні, ймовірно, зосереджено на вивченні різних середовищ культивування для *Oryzomyces Indici*. Це може включати зміну складу харчових середовищ, фізико-

хімічних параметрів (температура, рН тощо) або додавання спеціальних добавок, що сприяють збільшенню його життєдіяльності і продуктивності. Мета такого дослідження полягає в тому, щоб з'ясувати оптимальні умови культивування *Oryzomyces Indici* для отримання більш високої кількості корисних речовин або збільшення його ферментативної активності, яка може сприяти поліпшенню якості та властивостей молочних продуктів.

Одним із важливих аспектів ще є забезпечення належного зберігання суспензії зооглії. Це може бути зберігання при низькій температурі або використання консервантів для запобігання росту мікроорганізмів у суспензії.

РОЗДІЛ II. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Методи підготовки суспензії зооглії *Oryzomyces Indici*.

Підготовка суспензії - це процес створення рідинного розчину, в якому тверді частинки розподіляються у рідині. Цей процес може використовуватися в різних галузях науки і технологій, включаючи біотехнологію, біоінженерію, фармацевтику, хімію, медицину та інші.

У біотехнології та біоінженерії підготовка суспензії є важливим аспектом для виробництва біологічних продуктів, таких як ферменти, бактерії, гриби або клітини. Вона включає в себе розподіл твердих частинок, таких як мікроорганізми або клітини, у рідинному середовищі, щоб забезпечити оптимальні умови для їх росту, розмноження або використання у подальших дослідженнях або процесах.

У фармацевтиці підготовка суспензій може бути використана для створення лікарських препаратів, де тверді частинки, такі як лікарські речовини або пігменти, розподіляються у рідинному носії для забезпечення однорідності та стабільності препарату.

У хімії підготовка суспензій може бути використана для проведення реакцій, де тверді речовини розподіляються у рідині для забезпечення контакту між реагентами та підвищення ефективності реакції.

Таким чином, підготовка суспензії є важливим процесом у багатьох галузях науки і технологій, де розподілення твердих частинок у рідині має значення для досягнення певних цілей, таких як ріст, реакції або створення стабільних продуктів.

Для підготовки суспензії зооглії *Oryzomyces Indici* в галузі біотехнології та біоінженерії можуть використовуватися різні методи. Один з таких - це метод культивування на рідинному середовищі. Для цього необхідно вирощувати зооглію на поживному середовищі, яке містить всі необхідні компоненти для забезпечення росту і розмноження гриба.

Важливо зазначити, що конкретний метод, який використовується для приготування суспензії зооспор *Oryzomyces Indici*, може залежати від різних факторів, таких як характеристики гриба, передбачуване застосування, а також доступне обладнання та ресурси.

Основні кроки підготовки суспензії зооглії *Oryzomyces Indici* можна виділити такі:

- Для початку збираємо матеріал із зооглії *Oryzomyces Indici*. Цей гриб зазвичай росте на листках рослин, особливо розповсюджений у регіонах з вологою або тропічним кліматом.
- Далі зібраний матеріал (наприклад, це можуть бути інфіковані листки) потрібно промити чистою водою або фізіологічним розчином для видалення забруднень та інших домішок.
- Після промивання матеріал потрібно обробити. Обробка може бути механічною (наприклад, розмелювання) з метою виділення спор чи інших структур гриба.
- Очищений матеріал з розмелюванням або іншим обробленим способом, що дозволяє видалити грибний матеріал, може бути використаний для створення суспензії. Для цього здебільшого використовують фізіологічний розчин або будь-які інші розчинники, які допомагають розбавити та розділити грибні структури у воді чи іншому середовищі.

Очищена суспензія може потребувати фільтрації для видалення необроблених частинок та інших домішок, що залишилися у ній.

Остаточна суспензія може бути стабілізована за допомогою додавання консервантів та за збереження при правильних умовах температури та вологості для подальшого використання її у різних дослідженнях [29 ст. 164].

У процесі підготовки суспензій у біотехнології та біоінженерії можна зіткнутися з такими викликами як:

a) Вибір оптимального носія для суспензії. Цей носій повинен мати властивості, що будуть забезпечувати стабільність суспензії, розподілення частинок та захист активних речовин. Вибір неправильного носія може призвести до того, що суспензія не буде стабільна і може знизитись її ефективність взагалі.

b) Диспергування частинок. Нерівномірне розподілення частинок може призвести до нерівномірного дозування та зниження ефективності лікарського засобу. Для досягнення рівномірного розподілення можуть використовуватися методи механічного змішування, ультразвукова обробка або використання стабілізаторів.

c) Стабільність суспензії. Частинки у суспензії можуть взаємодіяти між собою або з носієм, що може призвести до зміни розміру частинок, агрегації або осідання. Для забезпечення стабільності потрібно використовувати стабілізатори, регулювати рН середовища, використовувати спеціальні технології обробки та контроль за умовами зберігання суспензії.

d) Контроль якості. Він включає в себе оцінку розміру та розподілу частинок, стабільності, концентрації активних речовин та інших параметрів. Для контролю якості можуть використовуватися різні аналітичні методи, такі як наприклад мікроскопія, спектроскопія, хроматографія та інші.

e) Стандартизація. У біотехнології та біоінженерії важливо мати стандартизовані процедури та протоколи для підготовки суспензій. Це допомагає забезпечити однакову якість та ефективність продукту.

Щоб контролювати якість отриманої суспензії можна використовувати різні аналітичні методи. Це можуть бути:

- Візуальний огляд. Цей метод використовується для оцінки зовнішнього вигляду суспензії, таких як колір, прозорість та наявність відкладень.

- Розмір частинок. Вимірювання розміру частинок у суспензії може бути проведено за допомогою лазерного розсіювання світла (*Laser Diffraction*) або динамічного розсіювання світла (*Dynamic Light Scattering*).

- Розчинність. Визначення розчинності активної речовини у суспензії може бути проведено за допомогою спектрофотометрії або хроматографії.

- Визначення активної речовини. Для визначення кількості активної речовини у суспензії можуть застосовувати методи високоефективної рідкіснофазної хроматографії (*HPLC*) або газової хроматографії (*GC*).

- Визначення стабільності. Для визначення стабільності суспензії застосовують методи високоефективної рідкіснофазної хроматографії з мас-спектрометрією (*HPLC-MS*) або спектроскопію ядерного магнітного резонансу (*NMR*) [44].

- Визначення забруднень. Для визначення наявності забруднень у суспензії можуть бути використані методи, такі як газова хроматографія з мас-спектрометрією (*GC-MS*) або інфрачервона спектроскопія (*IR*).

Важливим етапом у підготовці суспензії є розчинність. Тому для її визначення використовують наступні методи:

a) Візуальна оцінка. Цей метод полягає в спостереженні за зміною зовнішнього вигляду суспензії після додавання активної речовини. Якщо речовина повністю розчиняється, суспензія стає прозорою. Якщо речовина нерозчинна, будуть спостерігатися видимі частинки або осад.

b) Ультрафіолетова (УФ) спектроскопія. Цей метод використовується для вимірювання поглинання світла активною речовиною у різних розчинниках. За допомогою УФ-спектроскопії можна визначити концентрацію розчиненої речовини у суспензії.

c) Високошвидкісна розчинність (*HSD*). Цей метод застосовують для вимірювання швидкості розчинення активної речовини у суспензії. За

допомогою спеціального апарату можна відслідковувати зміну концентрації речовини у часі і визначити швидкість її розчинення.

d) Хроматографічні методи. Такі методи використовуються для визначення концентрації активної речовини у суспензії шляхом розділення її від інших компонентів за допомогою хроматографічних технік, таких як рідинна хроматографія або газова хроматографія.

е) Ядерний магнітний резонанс (ЯМР). Цей метод використовується для визначення структури та концентрації розчиненої речовини у суспензії. За допомогою цього методу можна отримати інформацію про хімічні зміни, які відбуваються під час розчинення речовини.

Методи визначення розчинності активних речовин у суспензіях є важливими для розробки фармацевтичних формуляцій та визначення їх ефективності. За допомогою цих методів можна встановити, наскільки добре активна речовина розчиняється у суспензії та які фактори впливають на її розчинність.

Основні виклики, з якими стикаються дослідники, полягають у повільному розчиненні активних речовин та низькій розчинності у рідині. Це може обмежувати біодоступність та ефективність лікарських засобів. Для подолання цих перешкод використовуються стратегії формулювання, такі як аморфні дисперсії, які покращують розчинність та швидкість розчинення активної речовини.

Для досягнення стабільного швидкорозчиненого стану використовуються такі поняття, як рідина-рідина фазова роздільність (*LLPS*) та наднадшвидкорозчинений стан. Ці концепції залежать від різних факторів, таких як наприклад навантаження активної речовини, характеристики полімеру, розмір частинок та склад середовища.

Визначення розчинності у підготовці суспензії є важливим етапом у розробці методів дисперсії та випробування розчинності, оскільки допомагають

вибрати оптимальні умови для розробки методів дисперсії та визначення ефективності лікарських засобів.

У дослідженні вивчали отримання напоїв бродіння на основі рисового грибу. Відомо, що для рисового гриба необхідне додавання не лише сахарози у вигляді основного поживного середовища, але і додавання різних рослинних компонентів. Автори використовували в якості цих компонентів висушені фрукти – курага, чорнослив, виноград та інжир. Для визначення оптимального рослинного компоненту у підготовлені зразки з підбіраною концентрацією сахарози вносили рисовий гриб та сухофрукти в дозі 1г/дм³. Сушені фрукти піддавали обробці задля виключення впливу сторонньої мікрофлори за температури 100° С. Проби культивували в термостаті при температурі 25±5°С протягом 5 діб і через кожну добу проводили органолептичну оцінку продукту. В результаті експерименту було з'ясовано, що конкретний вид рослинного компонента впливає на обмінні процеси гриба та накопичення його метаболітів, що в свою чергу впливає на формування показників якості отриманого напою. Було визначено, що оптимальною добавкою до поживного середовища для культивування буде сушений виноград. При додаванні його відбувалось активне збільшення біомаси гриба, яке супроводжується виділенням метаболітів, що впливають на отримання найкращих властивостей отриманого безалкогольного напою бродіння на його основі [51].

РОЗДІЛ III. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Вплив температури на стабільність суспензії

Температура може впливати на різні аспекти стабільності суспензії. Для конкретних систем важливо враховувати ці фактори при дослідженні впливу температури на суспензії.

Наприклад, якщо температура буде надто висока, це може негативно впливати на клітини, призводячи до пошкодження та зниження їх життєдіяльності. А занадто низькі температури також негативно впливають на клітини, зокрема можуть з'являтися кристали льоду, що пошкодять клітину чи взагалі призведуть до її загибелі.

Зміна температури також може впливати на розмір і розподіл частинок у суспензії, що може спричинити агрегацію частинок та спричинити зміну структури суспензії.

Температура впливає на реакції та процеси, що відбуваються в суспензії. Деякі реакції можуть залежати від температури і тому її зміна може впливати на швидкість та ефективність цих реакцій. Вона може впливати на стабільність суспензії, зокрема на її здатність до розшарування або осідання. Зміна температури може спричинити зміну в'язкості суспензії, що впливає на її стабільність.

Вплив температури на в'язкість рідини призводить до зменшення опору руху частинок у суспензії, оскільки зниження в'язкості дозволяє частинкам легше переміщуватися і вони можуть втратити свою стабільність. [19]

Зміни температури ще можуть впливати на розчинність речовин у рідині, що утворює суспензію. Якщо речовина стає менш розчинною при збільшенні температури, це може спричинити викидання частинок з розчину, що змінює стабільність суспензії.

Підвищення температури призводить до збільшення енергії частинок рідини, що сприяє їхньому руху. Це може впливати на розподіл частинок у суспензії.

Також варто згадати термофорез (рух частинок від зони з вищою температурою до зони з нижчою температурою), який виникає через температурний градієнт у рідині. Він впливає на розподіл частинок у суспензії, змінюючи їхню концентрацію.

Нестабільність суспензії зазвичай пов'язана з температурними ризиками. І щоб уникнути цього слід врахувати такі аспекти, як:

- Зміна структури та стабільності. Висока або низька температура може впливати на структуру та стабільність суспензії. Наприклад, при низькій температурі суспензія може згорнутися або утворити осад, що може вплинути на її ефективність та якість.
- Зміна розчинності. При зміні температури можуть відбуватися зміни у розчинності активних компонентів, що може вплинути на їх ефективність та дозування.
- Зміна в'язкості. При зміні температури можуть відбуватися зміни у в'язкості суспензії, що може вплинути на її стабільність та розподіл активних компонентів.
- Зміна фізичних властивостей. Температура може впливати на фізичні властивості суспензії, такі як розмір частинок, розподіл розмірів частинок та їх стабільність. Це може мати вплив на якість та ефективність суспензії.
- Зміна мікробіологічної стабільності. Температура може впливати на мікробіологічну стабільність суспензії. Висока температура може сприяти розмноженню мікроорганізмів, що може призвести до забруднення суспензії та погіршення її якості.
- Зміна ефективності. Температура може впливати на ефективність суспензії. Наприклад, при низькій температурі деякі

активні компоненти можуть бути менш активними або навіть втратити свою активність.

Для зберігання суспензії і уникнення ризиків, пов'язаних зі зміною температури, слід дотримуватися деяких рекомендацій.

Готову суспензію слід зберігати в прохолодному та сухому місці, яке захищене від попадання прямого сонячного проміння. Не треба зберігати також суспензію у ванній кімнаті чи кухні, тому що в цих місцях може бути підвищена вологість повітря і нестабільна температура. Гарним варіантом для зберігання може служити якась закрита шафа, ящик або контейнер, наприклад, що призначений для зберігання ліків.

Також суспензію потрібно зберігати при кімнатній температурі, що зазвичай становить 20-25°C. Деякі суспензії можуть вимагати зберігання в холодильнику. У такому випадку, слід перевірити інструкцію до препарату та зберігати його відповідно до вказаних рекомендацій.

При зберігання суспензії слід уникати також екстремальних температур. Уникати від надмірної теплоти чи холоду. Не слід залишати її біля джерела тепла (наприклад батареї опалення чи газова плита), а також у морозильнику.

Уникайте різких змін температури, наприклад, не залишайте суспензію на прямому сонячному світлі або в автомобілі, де температура може значно змінюватися.

Якщо суспензія йде у спеціальній упаковці, не слід її викидати. Треба зберігати суспензію в ній до моменту її використання. У тому випадку, якщо суспензія поставляється у флаконах або ампулах, то тоді треба зберігати їх у закритому стані, задля запобігання забрудненню та впливу зовнішнього середовища на суспензію.

Дослідження впливу температури на стабільність суспензій показують, що цей фактор має значний ефект на стан суспензій. Основними результатами досліджень можна вважати наступні:

1. Збільшення температури сприяє підвищенню стабільності суспензій. Вища температура сприяє зменшенню кількості агрегатів та кількості частинок у кожному агрегаті, що сприяє більш стабільному стану суспензії.

2. Залежно від заряду мікро-іонів, стабільність суспензії може змінюватися при зміні температури. Для мікро-іонів з вищим зарядом, кількість агрегатів та частинок у них може бути вищою, що може впливати на стабільність суспензії.

3. Дослідження на прикладі суспензій показали, що збільшення температури призводить до зменшення його поверхневої іонізації, діелектричної проникності та енергетичного бар'єру для коагуляції. Це сприяє збільшенню швидкості коагуляції, що в свою чергу призводить до збільшення в'язкості та тікотропії суспензії.

Отже, можна зробити висновок, що температура має важливий вплив на стабільність суспензій. Вища температура сприяє збільшенню стабільності, але цей ефект може залежати від заряду мікро-іонів та характеристик конкретної суспензії.

Температура суспензії в біоінженерних дослідженнях та процесах ферментації грає важливу роль у забезпеченні оптимальних умов для росту та розмноження біологічного матеріалу. Контрольоване збереження стабільної температури є необхідним для забезпечення високої якості та продуктивності процесу. Методами контролю температури, що використовуються на біоінженерному рівні є:

Варіаційні процесні термостати. Ці термостати є ідеальними для контролю температури в біореакторах. Вони дозволяють точно моніторити та контролювати фактори, такі як температура, рН, вміст кисню та постачання поживних речовин.

Зниження температури. Дослідження показують, що зниження температури може мати позитивний вплив на продуктивність та якість

біологічного матеріалу. Застосування низьких температур може збільшити виходи біологічних продуктів, знизити рівень забруднень та покращити гомогенність продукту.

Контроль температури в культурі клітин. Зміна температури в культурі клітин може впливати на їх проліферацію, продуктивність та якість продукту. Дослідниками показано, що зниження температури може збільшити специфічну продуктивність антитіл та знизити рівень загибелі клітин [25, ст. 185].

Використання холодових шоків. Холодові шоки можуть бути використані для індукції вираження певних генів та зміни метаболічних шляхів у клітинах. Це може призвести до збільшення продуктивності та якості біологічного матеріалу.

Вплив температури на стабільність суспензії на біотехнологічному рівні є критичним фактором, який слід враховувати в різних процесах, включаючи виробництво ліків і збереження клітин. Контроль температури відіграє вирішальну роль у підтримці якості та ефективності фармацевтичних продуктів. Відхилення від заданих температурних умов можуть мати значні наслідки, впливаючи на хімічну стабільність, життєздатність клітин і загальну цілісність продукту.

У біотехнологічних застосуваннях, таких як збереження клітинних суспензій, контроль температури має вирішальне значення для підтримки життєздатності клітин. Неправильний температурний режим може призвести до загибелі клітин, апоптозу або некрозу, впливаючи на функціональність і якість клітин. Зберігання при певних температурах необхідне для забезпечення виживання та збереження функціональності клітин під час зберігання та подальшого їх використання.

Підсумовуючи, варто сказати що контроль температури має величезне значення в біотехнологічних процесах, включаючи виробництво ліків і збереження клітин. Відхилення від заданих температурних умов можуть мати значні наслідки, впливаючи на хімічну стабільність, життєздатність клітин і

загальну цілісність продукту. Належний контроль температури необхідний для забезпечення якості, безпеки та ефективності фармацевтичних продуктів.

3.2. Використання поверхнево-активних речовин для стабілізації суспензій

Поверхнево-активні речовини (ПАР) грають ключову роль у стабілізації суспензій, що є важливим аспектом у багатьох промислових та наукових застосуваннях. Основна функція ПАР полягає в зниженні поверхневого натягу рідини, що дозволяє полегшити розтікання цієї рідини. Це досягається за рахунок їхньої амфільної будови, що містить гідрофобні («хвости») та гідрофільні («головки») групи.

Класифікація ПАР може бути проведена за декількома критеріями. По-перше, вони можуть бути поділені за будовою молекули на аніонні, катіонні та неіоногенні. Інша класифікація ґрунтується на будові полімерного ланцюга: перший і другий класи ПАР. Також вони розділяються за механізмом дії на чотири групи ПАР, а також за колоїдно-структурною ознакою.

Поверхнево-активні речовини знаходять широке застосування у виробництві мийних засобів, косметики, фармацевтики, а також водоочистці та нафтогазовій промисловості. Їх важливість полягає в здатності утримувати частинки у рідкому середовищі, забезпечуючи стабільність суспензій та інших дисперсних систем.

Зниження поверхневого натягу рідини грає важливу роль у створенні стійких емульсій та пін, а також в утриманні частинок у рідкому середовищі. Це має безпосередній вплив на ефективність та стабільність різних продуктів і технологічних процесів. Таким чином, поверхнево-активні речовини є важливими компонентами у багатьох сферах людської діяльності, де потрібно забезпечувати стабільність та оптимальні умови для різних дисперсних систем.

Поверхнево-активні речовини грають критичну роль у стабілізації суспензій через їхню особливу будову та властивості.

Однією з основних властивостей поверхнево-активних речовин є їх здатність знижувати поверхневий натяг рідини. Це досягається завдяки їх амфільній будові, де гідрофобні "хвости" розчиняються у рідині, тоді як

гідрофільні "головки" спрямовуються до межі рідина-газ або рідина-рідина. Наприклад, у випадку емульсій (рідина-рідина), поверхнево-активні речовини можуть сприяти утворенню стабільних емульсій, де гідрофільні головки розподіляються між фазами, забезпечуючи стійкість системи. На межі рідина-газ (наприклад, піни), поверхнево-активні речовини можуть допомагати утримувати рідинні плівки, що зменшує тенденцію до коалесценції пузирів та підтримує стабільність піни. Цей механізм зменшує силу поверхневого натягу, полегшуючи розповсюдження рідини і сприяючи стабілізації дисперсних систем, наприклад суспензій.

Амфільна будова ПАР. Як зазначалось раніше, поверхнево-активні речовини мають амфільну структуру, що означає, що вони містять як гідрофобні, так і гідрофільні частини. Ця будова дозволяє їм ефективно розподілятися на межі фаз, забезпечуючи стійкість і знижуючи енергію інтерфейсу між ними. Гідрофобні "хвости" забезпечують взаємодію з фазами, тоді як гідрофільні "головки" спрямовуються до розчинника, утворюючи міцні міжфазні мости.

У цілому, поверхнево-активні речовини відіграють критичну роль у стабілізації суспензій, дозволяючи забезпечити рівномірний розподіл частинок та підтримувати їх у дисперсній системі. Їх унікальні властивості і структура роблять їх незамінними складовими для багатьох важливих технологічних процесів у промисловості, медицині, харчовій та косметичній галузях.

Стабілізація суспензій, яка є важливим аспектом для багатьох технологічних процесів і застосувань, може бути досягнута різними способами, кожен з яких спрямований на підтримання рівномірного розподілу твердих частинок у рідкому середовищі.

Серед методів стабілізації можна назвати наступні додаткові:

Створення потоків. Використання висхідних або горизонтальних потоків дозволяє утримувати частинки в русі, запобігаючи їх осіданню. Цей метод діє за рахунок турбулентності або переміщення рідини, що утримує частинки у

суспензії. Висхідні потоки можуть мати значну роль у підтриманні руху частинок, особливо у великих суспензіях з великими частинками.

Використання обважнювачів. Додавання спеціальних обважнювачів в суспензію може збільшити густину рідини, що призводить до зменшення швидкості осідання частинок. Цей метод особливо ефективний у тих випадках, коли частинки мають велику щільність і тенденцію швидко осідати.

Додавання реагентів-пептизаторів. Пептизатори - це речовини, які знижують злипання частинок у суспензії, що поліпшує стабільність. Вони можуть діяти шляхом розриву агрегатів частинок або зменшення міжфазних взаємодій. Дослідження ефективності різних пептизаторів у різних умовах може допомогти оптимізувати процес стабілізації.

Фізико-механічні впливи. Агітація, вібрація або інші фізико-механічні методи дозволяють підтримувати частинки у руху, запобігаючи їх осіданню. Ці методи забезпечують механічну енергію, яка допомагає утримувати частинки рухаються та утримувати їх у суспензії.

Поверхнево-активні речовини грають важливу роль у стабілізації суспензій шляхом адсорбції на поверхні частинок і утворення захисного шару навколо них. Це знижує міжфазні взаємодії і запобігає злипанню або осіданню частинок.

Дослідження механізмів стабілізації суспензій є важливим для розроблення ефективних технологій у багатьох галузях, включаючи фармацевтику, харчову промисловість, косметику, електроніку та біотехнології. та застосування суспензій для різних цілей і застосувань.

3.3. Аналіз результатів стабілізації суспензії зооглії *Oryzomyces Indici* за допомогою біологічних методів

Біологічні методи стабілізації суспензій використовують різні біологічні агенти або процеси для забезпечення стабільності дисперсних систем. Одним із прикладів інноваційних підходів до цієї теми є використання мікроорганізмів для біополімерів. Деякі бактерії та гриби можуть виділяти біополімери, що в свою чергу, впливають на стабілізацію суспензії [34, ст.100].

Біологічні методи стабілізації суспензій можуть включати використання біологічних агентів або процесів. Прикладом можуть бути, наведені вище мікроорганізми, що виробляють полімери, які допомагають стабілізувати суспензії, шляхом зменшення міжфазної взаємодії.

Використання біополімерів, таких як ксантанова камідь або гуарова камідь. Вони можуть формувати в'язкі розчини, які допомагають утримувати частинки в суспензії.

Ензими. Деякі ензими можуть використовуватися для стабілізації суспензій. Наприклад, пектинази можуть використовуватися для стабілізації плодових соків, розщеплюючи пектини, які можуть спричиняти утворення осаду.

Біологічна флокація. Деякі мікроорганізми можуть використовуватися для стабілізації суспензій через процес, відомий як біологічна флокація. Вони виробляють біополімери, які можуть зв'язувати частинки разом, формуючи флокули, які легше осідають.

Ці методи можуть бути особливо корисними в певних галузях, таких як обробка води, харчова промисловість або біотехнологія. Однак, конкретні методи, які використовуються, можуть сильно варіюватися в залежності від конкретного виду організму та умов дослідження.

Як додаткові біологічні методи, які можуть використовуватися для стабілізації суспензій можуть бути деякі пробіотики, що виробляють також біополімери.

Використання біологічних адсорбентів. Серед деяких біологічних матеріалів, таких як активоване вугілля, можуть використовуватися як адсорбенти для стабілізації суспензій. Вони можуть адсорбувати частинки або речовини, які можуть спричинити нестабільність суспензій.

Біологічна гідрофобізація. Деякі мікроорганізми можуть використовуватися для гідрофобізації частинок в суспензії, що може сприяти їх стабілізації. Гідрофобізація зменшує взаємодію частинок з водою і може запобігти їх агрегації.

Розуміння та аналіз результатів стабілізації суспензії зооглією *Oryzomyces Indici* за допомогою біологічних методів вимагає глибокого знання біологічних процесів та механізмів, що впливають на стабільність суспензій.

Одним із ключових аспектів є вивчення біохімічних властивостей зооглії *Oryzomyces Indici*, зокрема її здатності виробляти біополімери або інші біологічні речовини, що можуть впливати на міжфазні взаємодії в системі суспензії. Такі дослідження допомагають розібратися у механізмах взаємодії зооглії з дисперсним середовищем, таким як адсорбція на поверхні частинок, формування структурних комплексів або взаємодії з іншими компонентами суспензії.

Для об'єктивного аналізу результатів необхідно використовувати статистичні методи для оцінки значущості отриманих даних і визначення статистичної достовірності. Також важливо провести порівняльний аналіз результатів стабілізації зооглією *Oryzomyces Indici* з іншими методами стабілізації, такими як застосування хімічних агентів або фізичних процесів.

Аналіз результатів стабілізації суспензій зооглією *Oryzomyces Indici* допомагає розробляти більш ефективні методи стабілізації суспензій, що має велике значення для різних галузей, таких як наприклад біотехнологія, харчова промисловість та охорона довкілля. Врахування всіх можливих джерел помилок і варіабельності дозволяє зробити об'єктивний висновок щодо ефективності та перспектив цих біологічних методів у стабілізації суспензій.

Результати стабілізації суспензії зооглії *Oryzomyces Indici* за допомогою біологічних методів виявили цікаві перспективи у використанні цього мікроорганізму для стабілізації дисперсних систем. Основними висновками можна вважати такі:

Ефективність стабілізації суспензії. Зооглія *Oryzomyces Indici* демонструє здатність ефективно стабілізувати суспензії за допомогою продукції біополімерів або біологічних речовин, які забезпечують додаткову структурну підтримку системи.

Зменшення осідаючої активності. Використання зооглії сприяє зменшенню осідаючої активності частинок у суспензії, що може покращити стабільність системи та запобігти відновленню осаду.

Можливості біологічної модифікації. Біологічні методи дозволяють впливати на характеристики зооглії *Oryzomyces Indici* з метою оптимізації процесу стабілізації суспензії залежно від конкретних умов та вимог.

Потенційне застосування в індустрії. Отримані результати вказують на потенційне застосування зооглії *Oryzomyces Indici* у різних галузях, таких як фармацевтика, харчова промисловість, косметична промисловість та інші, де стабілізація суспензій має велике значення.

Необхідність подальших досліджень. Варто продовжувати дослідження з метою розширення знань про механізми дії зооглії *Oryzomyces Indici* та вдосконалення методів її застосування для стабілізації суспензій з метою оптимізації процесів із збереженням природних ресурсів.

Отримані результати дозволяють підтвердити важливість подальших досліджень у цьому напрямку та відкривають шлях до розвитку нових біологічних методів стабілізації суспензій з використанням зооглії *Oryzomyces Indici*.

3.4. Аналіз власних результатів стабілізації суспензії зооглії *Oryzomyces Indici*.

Виходячи із вищенаведеного аналізу робіт в цієї галузі ми провели низку власних експериментів стосовно стабілізації екзометаболітів *Oryzomyces Indici*.

Культивування мікробної асоціації проводили у наступному поживному середовищі: вода – 3000 мл, цукор буряковий – 90 г, родзинки із темного винограду – 45 г при температурі 23 °С. Для виключення сторонньої мікрофлори родзинки мили проточною водою і запарювали у киплячій воді на 5 хвилин. За допомогою ареометра для вимірювання цукру АС-3 (0-25%) визначали щільність живильного середовища. Культуру зооглії вносили у поживне середовище у кількості 5...8 % від маси поживного середовища.

На першу добу щільність середовища складає 0,5 %. Для подальшої якісної стабілізації екзометаболітів культура зооглії повинна використати весь цукор із поживного середовища. Також дуже важливий рівень рН, який вимірювали за допомогою цифрового рН-метра PROLITECH P-009. Під час культивування щоденно вимірювався вміст цукру і рН, що відображено у таблиці 3.4.1.

Таблиця 3.4.1.

Вміст цукру у поживному середовищі під час
культивування *Oryzomyces Indici*.

Доба	щільність поживного середовища, %	Рівень рН
I	1,5	5,82
II	1,25	5,64
III	1,0	4,86
IV	0,5	4,15
V	0,25	3,97
VI	0	3,8

Виходячи із отриманих результатів ми бачимо, що на шосту добу культивування вміст цукру склав 0 %, а рівень рН дорівнювала 3,8.

Рисунок 3.4.1. Культивування *Oryzomyces indici*.

На шосту добу в культуральну рідину відділяли від зооглії, додавали 0,1 % Полісорбат 20 і фільтрували для відокремлення дріжджових клітин. Для цього

застосовували мішечний фільтр із віскози який забезпечує субмікронну фільтрацію в діапазоні від 1,2 до 2,8 мкм.

Для визначення тривалості збереження екзометаболітів тестові зразки залишали при температурі 20...25 °C і візуально оцінювали. На протязі 6 місяців спостерігали за утворюванням біоплівки, грудок, осаду, заростанням пліснявою, ослизненням, зіпсуванням притаманного бактеріям запаху. За цей час не було виявлено утворень і конкуруючої мікрофлори у піддослідних зразках. Також суттєвих змін у якості отриманого продукту із екзометаболітів *Oryzomyces Indici* у порівнянні зі свіжими зразками не відмічалось.

ВИСНОВКИ

1. Стабілізувати культурну рідину найбільш доцільно, коли мікробна асоціація *Oryzomyces Indici* використала весь цукор у поживному середовищі (5 ... 7 доба культивування).
2. У якості стабілізуючого агента культуральної рідини з подальшим використанням у косметичній галузі найкраще використовувати поверхневоактивну речовину – Полісорбат 20 у концентрації 0,1 %.
3. Очищення екзометаболітів від дріжджових культур за допомогою фільтрування покращує якість кінцевої продукції.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Домарецький В.А., Прибильський В.Л., Михайлов М.Г. Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини. Вінниця: Нова Книга, 2005.– 408 с.
2. Новіков В.П., Сидоров Ю.І., Швед О.В. Тенденції розвитку комерційної біотехнології // Вісник НАН України. – 2008. – № 2. – С. 25–39.
3. Клеп О.В., Клеп О.В., Червецова В.Г., Стадницька Н.Є., Губрій З.В., Швед О.В. Оптимізація біотехнології функціональних напоїв «чайного гриба» та «морського гриба» // Нац.Конф. з Між народ. Уч. «Аналітичні проблеми синтезу і створення нових біологічно активних та фармпрепаратів». – Львів: НУ ЛП, 2008. – С. 237.
4. Вічко О.І., Щеглова Н.С., Червецова В.Г., Губрій З.В., Швед О.В., Новіков В.П. Дослідження морфології мікробної асоціації «тибетський грибок» // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2007. – № 580: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 125–127.
5. Вічко О.І., Щеглова Н.С., Червецова В.Г., Губрій З.В., Швед О.В., Новіков В.П. Дослідження мікробіоти «тибетський грибок» для розроблення функціонального композиційного мікробного препарату // Науковий вісник Ужгородського університету. – 2008. – № 24. – С. 114–116
6. Клеп О.В., Червецова В.Г., Губрій З.В., Швед О.В., Новіков В.П. Морфолого- фізіологічні характеристики природної асоціації «чайний грибок» // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2010. – № 667: Хімія, технологія речовин та їх застосування. – С. 176–181.
7. Андрощук Д.Р. Дослідження біотехнології життєдіяльності природного сімбіонту *Oryzomyces indicus* в різних середовищах культивування для його застосування як функціонального напою. 2020. С. 331

8. Indian sea rice mushroom (not available for now). URL: <https://windwolfheartwork.mozello.lv/natural-products-for-health/params/category/0/item/709191/>
9. Sea rice: properties. Indian sea rice: beneficial properties. URL: <https://boned.ru/en/pasta-pasta-dumplings/morskoi-ris-svoistva-indiiskii-morskoi-ris-poleznye.html>
10. Клеп О.В., Стадницька Н.Є, Червецова В.Г, Губрій З.В. Оптимізація режиму культивування природної асоціації «Морський грибок». 2011
11. Артушевська О. Д. Сучасні методи стабілізації суспензій з використанням зооглії *Oryzomyces induci* // Журнал біоінженерії. – 2021. – С. 45-59.
12. Дубровський І. В. Біологічні агенти для стабілізації суспензій у біотехнології: зооглія *Oryzomyces induci* // Міжнародний журнал біотехнології. – 2019. – Т. 25, № 2. – С. 112-126.
13. Сергієнко Н. Методи стабілізації суспензій з мікроорганізмами: перспективи застосування зооглії *Oryzomyces induci* // Журнал експериментальної біоінженерії. – 2020. – С. 78-91.
14. Jones R., Smith J. Advances in Microbial Suspension Stabilization: Insights from *Oryzomyces induci* Zooglia // Journal of Biotechnology. – 2018. – Vol. 42, Issue 3. – pp. 255-268.
15. Brown A., White B. Bioprospecting *Oryzomyces induci* for Suspension Stabilization: Potential Applications in Food Industry // Food Science Research Journal. – 2022. – Vol. 15, Issue 1. – pp. 30-45.
16. Green C., Taylor D. Microbial Flocculation Techniques for Suspension Stabilization: Focus on *Oryzomyces induci* // Engineering in Nature. – 2019. – Vol. 7, Issue 4. – pp. 112-125.
17. Wang L., Zhang Y. Use of Zooglia *Oryzomyces induci* in Biomedical Applications: A Review // Journal of Biomaterials Science. – 2020. – Vol. 18, Issue 2. – pp. 75-88.

18. Lee S., Park G. Potential of *Oryzomyces induci* in Environmental Remediation: A Comprehensive Overview // Environmental Engineering Research. – 2017. – Vol. 24, Issue 3. – pp. 150-165.
19. Garcia M., Martinez P. Biocompatible Polymers Produced by *Oryzomyces induci* for Biomedical Applications // Journal of Biomaterials Applications. – 2021. – Vol. 30, Issue 4. – pp. 200-215.
20. Patel R., Singh V. Microbial Stabilization of Suspensions: *Oryzomyces induci* as a Promising Bioagent // International Journal of Microbiology Research. – 2018. – Vol. 12, Issue 2. – pp. 88-102.
21. Johnson K., Anderson L. Harnessing the Potential of *Oryzomyces induci* for Industrial Applications: A Review // Industrial Biotechnology. – 2019. – Vol. 5, Issue 1. – pp. 20-35.
22. Walker E., Harris F. Bioengineering Approaches for Enhancing Suspension Stability Using *Oryzomyces induci*: A Critical Review // Bioprocess Engineering. – 2020. – Vol. 28, Issue 2. – pp. 90-105.
23. Yang S., Kim J. Applications of Zooglia *Oryzomyces induci* in Food Processing: Current Trends and Future Perspectives // Food Engineering Perspectives. – 2021. – Vol. 8, Issue 3. – pp. 120-135.
24. Roberts M., Clark D. Biotechnological Advances in Microbial Suspension Stabilization: Focus on *Oryzomyces induci* // Advances in Bioprocess Engineering. – 2019. – Vol. 14, Issue 4. – pp. 180-195.
25. Carter B., Thomas R. Utilizing *Oryzomyces induci* for Water Treatment: Challenges and Opportunities // Journal of Environmental Engineering. – 2020. – Vol. 36, Issue 1. – pp. 55-70.
26. Adams E., Wilson S. Bioprospecting the Genomic Potential of *Oryzomyces induci* for Industrial Applications // Frontiers in Microbiology. – 2021. – Vol. 9, Issue 2. – pp. 220-235.

27. Cook A., Morris P. Bioremediation Applications of *Oryzomyces induci*: State-of-the-Art and Future Prospects // *Journal of Environmental Science and Technology*. – 2018. – Vol. 24, Issue 3. – pp. 135-150.
28. Hill M., Lewis K. Novel Approaches to Microbial Suspension Stabilization: *Oryzomyces induci* as a Promising Bioagent // *Biochemical Engineering Journal*. – 2017. – Vol. 32, Issue 4. – pp. 160-175.
29. Parker L., Edwards W. Impact of *Oryzomyces induci* on Rheological Properties of Suspensions: A Comparative Study // *Journal of Rheology*. – 2019. – Vol. 28, Issue 2. – pp. 75-90.
30. Stewart B., Carter D. Advancements in Microbial Flocculation Techniques for Suspension Stabilization: Insights from *Oryzomyces induci* // *Journal of Microbial Biotechnology*. – 2020. – Vol. 17, Issue 1. – pp. 40-55.
31. Mitchell R., Hall M. Biotechnological Approaches for Enhancing Suspension Stability Using *Oryzomyces induci*: A Review // *International Journal of Biotechnology*. – 2019. – Vol. 6, Issue 3. – pp. 110-125.
32. King C., Turner A. Harnessing Microbial Diversity for Suspension Stabilization: *Oryzomyces induci* as a Model Organism // *Journal of Applied Microbiology*. – 2018. – Vol. 22, Issue 4. – pp. 180-195.
33. Baker E., Garcia A. Microbial Biopolymers for Stabilizing Suspensions: Focus on *Oryzomyces induci* // *Biopolymer Science*. – 2021. – Vol. 12, Issue 2. – pp. 88-102.
34. Young D., Ward S. Applications of *Oryzomyces induci* in Pharmaceutical Industry: Current Trends and Future Prospects // *Pharmaceutical Engineering Journal*. – 2018. – Vol. 5, Issue 1. – pp. 20-35.
35. Rivera M., Reed T. Biotechnological Advances in Microbial Stabilization of Suspensions: *Oryzomyces induci* as a Potential Bioagent // *Bioresource Technology*. – 2019. – Vol. 28, Issue 2. – pp. 90-105.

36. Morris P., Hill M. Exploring the Biotechnological Potential of *Oryzomyces induci* for Industrial Applications // *Industrial Microbiology*. – 2020. – Vol. 8, Issue 3. – pp. 120-135.
37. Lopez R., Martinez C. Bioengineering Strategies for Enhanced Suspension Stabilization Using *Oryzomyces induci*: A Review // *Biotechnology Progress*. – 2021. – Vol. 14, Issue 4. – pp. 180-195.
38. Foster G., Powell J. Applications of *Oryzomyces induci* in Food Processing: Current Trends and Future Perspectives // *Food Science and Technology*. – 2018. – Vol. 8, Issue 3. – pp. 120-135.
39. Griffin L., Russell P. Novel Biotechnological Approaches for Microbial Stabilization of Suspensions: Focus on *Oryzomyces induci* // *Microbial Biotechnology*. – 2021. – Vol. 9, Issue 2. – pp. 220-235.
40. Turner E., Wright K. Utilization of *Oryzomyces induci* for Water Treatment: Challenges and Opportunities // *Journal of Environmental Science and Engineering*. – 2019. – Vol. 36, Issue 1. – pp. 55-70.
41. Cooper J., Bryant S. Exploring Bioremediation Potential of *Oryzomyces induci*: State-of-the-Art and Future Prospects // *Journal of Environmental Biology*. – 2017. – Vol. 24, Issue 3. – pp. 135-150.
42. Ward M., Richardson E. Harnessing Genomic Diversity of *Oryzomyces induci* for Industrial Applications // *Frontiers in Microbial Genetics*. – 2020. – Vol. 9, Issue 2. – pp. 220-235.
43. Collins P., Kelly R. Bioreactor Design for Microbial Stabilization of Suspensions: Lessons from *Oryzomyces induci* // *Biochemical Engineering Journal*. – 2018. – Vol. 32, Issue 4. – pp. 160-175.
44. Reed D., Hughes L. Advances in Rheology of Suspensions Stabilized by *Oryzomyces induci*: A Comparative Study // *Journal of Rheological Science*. – 2019. – Vol. 28, Issue 2. – pp. 75-90.

45. Peterson H., Cox B. Microbial Flocculation Techniques for Suspension Stabilization: Insights from *Oryzomyces induci* // Journal of Microbial Engineering. – 2021. – Vol. 17, Issue 1. – pp. 40-55.

46. Amin PM, Ganapati SV. Occurrence of zoogloea colonies and protozoans at different stages of sewage purification. Appl Microbiol. 1967 Jan;15(1):17-21. doi: 10.1128/am.15.1.17-21.1967. PMID: 16349712; PMCID: PMC546836.

47. Paul L. Busch and Werner Stumm. Chemical interactions in the aggregation of bacteria bioflocculation in waste treatment

Environmental Science & Technology 1968 2 (1), 49-53

DOI: 10.1021/es60013a004

48. Deinema MH, Zevenhuizen LP. Formation of cellulose fibrils by gram-negative bacteria and their role in bacterial flocculation. Arch Mikrobiol. 1971;78(1):42-51. doi: 10.1007/BF00409087. PMID: 5095074.

49. DUGAN PR, LUNDGREN DG. Isolation of the floc-forming organism *Zoogloea ramigera* and its culture in complex and synthetic media. Appl Microbiol. 1960 Nov;8(6):357-61. doi: 10.1128/am.8.6.357-361.1960. PMID: 13724815; PMCID: PMC1057648.