

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства освіти і науки,
молоді та спорту України
29 березня 2012 року №384

Форма № Н-9.02

**Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гіжцького**

Факультет харчових технологій та біотехнологій

(повна назва факультету)

Кафедра біотехнологій та радіології

(повна назва кафедри)

ДИПЛОМНА РОБОТА

за ОС «Магістр»

на тему: “Оптимізація технології виробництва кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді за безвідходною технологією”

Виконала: студентка 2__ курсу, групи __1__
спеціальності

162 «Біотехнологія та біоінженерія»

Орлова Вікторія Олегівна

(прізвище та ініціали)

Керівник д.с.-н., професор **Буцяк В.І.**

(прізвище та ініціали)

Рецензент **доц. Періг Д.П.**

(прізвище та ініціали)

Робота заслухана на засіданні кафедри біотехнологій та радіології і
рекомендована до захисту в ДЕК, протокол № __від__ грудня 2023 р.

Завідувач кафедри біотехнологій та радіології,
професор, доктор с.-г. наук

Василь БУЦЯК

Львів – 2023

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	10
1.1. Сучасні технології виробництва кормових дріжджів	10
1.1.1. Фізико-хімічна характеристика кормових дріжджів	10
1.1.2. Продуценти та субстрати для виробництва кормових дріжджів	12
1.2. Класичні технології виробництва кормових дріжджів	14
1.3. Технологічні режими підготовки гідролізату до вирощування дріжджів	18
1.3.1. Вирощування дріжджів	22
1.3.2. Технологічні режими вирощування дріжджів	25
1.4. Перспектива використання кормових дріжджів	30
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
2.1. Особливості виробництва кормових дріжджів, вимоги до субстрату та допоміжних матеріалів	33
2.2. Контроль технологічного процесу	39
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	42
3.1. Обґрунтування доцільності використання після спиртової мелясної барди для одержання кормового білкового препарату	42
3.2. Технологічні особливості культивування кормових дріжджів на мелясній бардові	47
3.3. Вплив аерації на активність росту біомаси кормових дріжджів та оптимізація окремих технологічних ланок виробництва кормових дріжджів	56
3.4. Ефективність використання кормових дріжджів одержаних на мелясній барді у живленні поросят на вирощуванні	65
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	69
ДОДАТКИ	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АЧК – апарат чистої культури;
- БВД – білково-вітамінна добавка;
- БВМД – білково-вітамінно-мінеральна добавка;
- БЕР – безазотисті екстрактивні речовини;
- ДКК – дріжджовий кормовий концентрат;
- ДР – стадії допоміжних робіт;
- ЗВ – стадії знешкодження відходів виробництва;
- ПС – поживне середовище;
- ПСБ – післяспиртова барда;
- ПМВ – стадії пакування та маркування готової продукції;
- РПА – роторно-пульсаційний апарат;
- СОР – суха органічна речовина;
- СР – сухі речовини;
- ТП – стадії основного технологічного процесу;
- ФП – ферментний препарат;
- pH – ступінь кислотності або лужності середовища;
- WDG – wet distillers grains (сиря барда).

АНОТАЦІЯ

Робота написана на 78 сторінках комп'ютерного тексту. Складається із 3 розділів (огляд літератури, умов та методики проведення досліджень, результатів власних досліджень), вступу, висновку та пропозицій, списку використаної літератури та 4-ох додатків Містить 18 рисунків, 11 таблиць, 53 джерела використаної літератури.

Ключові слова: безвідходна технологія, після спиртова мелясна барда, кормові дріжджі, продуценти, технологія одержання кормових дріжджів, ферментер, інокулятор, блок-схеми, принципова технологічна схема, піддослідні сільськогосподарські тварини.

В умовах постійного зростання попиту на необхідну продукцію для потреб населення зростають виробничі потужності підприємств та заводів. Одночасно із ним, зростає кількість побічної продукції, яку необхідно утилізувати, щоб забезпечити належний екологічний стан природного середовища. Для вирішення даної проблеми необхідно запроваджувати безвідходні технології.

Саме такою є технологія виробництва кормових дріжджів, де як субстрат використовується після спиртова мелясна барда. Мелясу як речовину багату на вуглеводи спочатку використовують у технології виробництва спирту, а її побічний продукт барду за безвідходною технологією переробляють на кормові дріжджі. Саме такі технології є найбільш перспективними, екологічно та економічно доцільними.

Виробництво кормових дріжджів має значну перспективу, бо за допомогою їх можна підвищувати поживні якості комбікормів, що в кінцевому результаті забезпечить надійну кормову базу для розвитку тваринницької галузі. А тому дослідження та використання одержаних результатів у практику має значну перспективу.

На основі експериментальних досліджень щодо оптимізації технологічного процесу виробництва кормових дріжджів встановлено, що максимальну концентрацію дріжджів (60 г /л) можна отримати за насиченні поживного середовища ферментера повітрям у межах 60 л/л.

Об'єкт дослідження: штами дріжджів та дріжджеподібних грибів – продуцентів кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді, поросята на дорощуванні.

Предмет дослідження: оптимізація окремих ланок технологічного процесу та умов культивування популяцій кормових дріжджів на мелясній барді.

Метою роботи було проаналізувати сучасні технології одержання кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді, запропонувати оптимізацію умов ферментації, дослідити якісний і кількісний склад дріжджового концентрату та його ефективність у живленні тварин.

Для досягнення мети досліджень були виконані такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан та технології виробництва кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді;
- дослідити особливості виробництва кормових дріжджів, вимоги до субстрату та допоміжних матеріалів та охарактеризувати якісний та кількісний склад дріжджового кормового препарату;
- вивчити оптимальні умови аерації та масообміну в процесі ферментації базового субстрату (після спиртова мелясна барда) популяцією дріжджових клітин;
- оптимізувати окремі технологічні ланки та умови культивування популяцій кормових дріжджів на мелясній бардові;

- дослідити зоотехнічну та економічну ефективність використання кормових дріжджів одержаних на мелясній барді у живленні поросят на вирощуванні.

Актуальність теми. Використання та удосконалення безвідходних технологій, на даний час, є найбільш актуальним напрямом господарської діяльності. У даних технологіях побічний продукт виробництва стає субстратом для наступного виробничого процесу, в якому побічні продукти зводяться до мінімуму. Саме використанню та вдосконаленню такої технології присвячена дана кваліфікаційна робота.

Безумовно використання та вдосконалення технологій виробництва кормових дріжджів як білкової кормової добавки за безвідходних технологій є особливо актуальним для потреб тваринницької галузі та для забезпечення екологічної безпеки довкілля в цілому. Окрім, значного вмісту протеїнів, амінокислот, вітамінів, особливо водорозчинних вітамінів групи В, ліпідів та збалансованого вмісту макро- і мікроелементів кормові дріжджі проявляють пробіотичні та абіотичні властивості. Використання їх спроможне стабілізувати мікрофлору шлунково-кишкового тракту та підвищувати імунну систему організму.

Тому важливо та актуально розробляти та використовувати у виробництво інноваційні технології або модернізувати вже діючі для виробництва високоякісних дріжджових кормових препаратів.

Практична цінність роботи. Використання кормових дріжджів у живленні молодняку свиней суттєво впливає на активність росту дослідної групи поросят. Середньодобові прирости свиней дослідної групи перевищував аналогічні показники контрольної групи на 128 г, що забезпечило на 7,8 кг збільшення їх живу масу в кінці дослідів. Витрати кормів тваринами дослідної групи була на 25,1% нижчим порівняно із контрольною групою.

Науковий внесок роботи. На основі експериментальних досліджень доведена необхідність модернізації виробництва кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді проводити шляхом вдосконаленням: ферментера (використовувати перемішуючий пристрій, який би забезпечив рівномірне розподілення тепла та живильного середовища), сепаратора та стадії сушіння.

ВСТУП

В усіх країнах світу й у нашій країні відзначається великий дефіцит кормового білка. Останніми роками до раціону годівлі тварин і птахів дедалі більше входять кормові дріжджі, отримані на гідролізних і целюлозних підприємствах, використовуючи для цього вуглеводи, які у гідролізатах і сульфатних кислотах. Ці дріжджі є біологічно повноцінним кормом, джерелом білка, вітамінів і мінеральних речовин. Кормові дріжджі підвищують біологічну цінність білків інших кормів за допомогою незамінних амінокислот які у них містяться. За вмістом амінокислот кормові дріжджі близькі до білків тваринного походження [2].

Комбікормова промисловість висуває великий попит на кормові дріжджі. За рецептурою комбікормів щодо різноманітних видів сільськогосподарських тварин кормові дріжджі становлять 3-20%.

Кормові дріжджі успішно використовують у всіх галузях тваринництва і птахівництва, тому потреба у них щорічно зростає. Одержання гідролізних і сульфатних кормових дріжджів одна із напрямів великого промислового виробництва кормового білка і вітамінів [1].

Дріжджі вперше стали використати як джерело білка для людини й тварин у Німеччині під час першої світової війни. Була розроблена промислова технологія культивування пивних дріжджів.

Дріжджі є однією з різновидів грибів, які виробляються як рослинних, так і нерослинних субстратів. Вони не утворюють міцелію і не мають плодових тіл. Це дуже цінний продукт, який багатий білком і вітамінами. Кормові дріжджі зазвичай дають таким видам худоби:

- корови;
- свині;
- птах;
- хутровий звір.

Корисна ця добавка для риби, і для раків. Білок з кормових дріжджів засвоюється тваринами на 90 відсотків. Ними збагачують суміші із зерна в

домашніх умовах і комбікорму на виробництві. У цих дріжджах містяться незамінні амінокислоти і вітаміни.

При постійному застосуванні цієї добавки в господарстві збільшуються прирости, підвищується жирність молока, поліпшується здоров'я молодняку. Кормові дріжджі знижують витрати на їжу худобі, збагачуючи її раціон [3].

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Сучасні технології виробництва кормових дріжджів

1.1.1. Фізико-хімічна характеристика кормових дріжджів

Кормові дріжджі містять від 47 до 55% білка в своєму складі. Найбільш поживними з них вважаються ті, які вирощені на картопляно-зерновій барді. Кормові дріжджі є джерелами вуглеводів і жирів, але їх складі значно менше, ніж протеїну. Це цінний продукт, який корисний для худоби [4].

Кормові дріжджі по ГОСТ 20083-74 повинні містити лізин, триптофан і метіонін. Вони багаті корисними мікроелементами: фосфор; натрій; калій; нікель; хром; мідь; марганець; цинк; кальцій; залізо; селен. В корисній добавці містяться вітаміни групи В і С. Вони є прекрасним джерелом незамінних амінокислот. Кормові дріжджі збагачують комбікорму і збільшують їх поживну цінність [17].

Справжній стандарт поширюється на кормові дріжджі, отримані з технічно чистих культур дріжджів, вирощених в різних субстратах гідролізно-дріжджевих, спиртових, ацетоно-бутилових і сульфітно-кислотних виробництв. Кормові дріжджі використовують під час виробництва комбікормів:

1. Кормові дріжджі роблять у гранульованому чи порошкоподібному вигляді.
2. Залежно з показників якості кормові дріжджі поділяють на чотири групи: вищу, першу, другу й третю.
3. По органолептичними і фізико-хімічними показниками кормові дріжджі повинні відповідати вимогам. Вид кормових дріжджів визначають штамом гриба-продуцента й середовищем, на якому вирощено дріжджі конкретних штамів.

Виробництво кормових дріжджів за безвідходною технологією на післяспиртовій мелясній барді наведено на рис. 1.1.

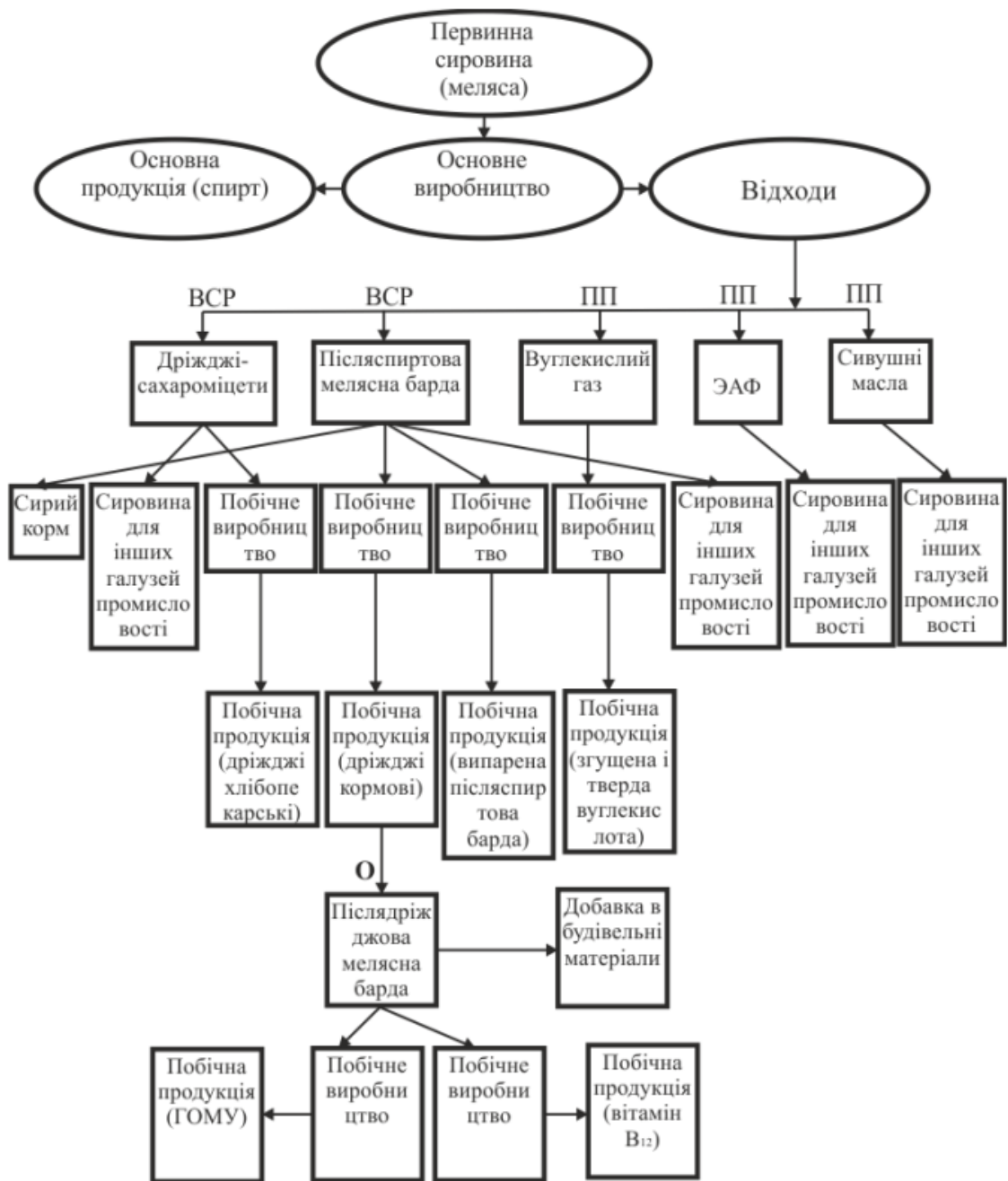


Рис. 1.1. Використання побічної сировини у безвідходній технології виробництва кормових дріжджів на після спиртовій барді

1.1.2. Продуценти та субстрати для виробництва кормових дріжджів

Як штами - продуценти кормових дріжджів використовують мікроскопічні гриби родів *Candida*, *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Torulopsis* та інші [5]. Класичні кормові дріжджі одержують способом вирощування грибів роду *Candida* (рідше *Torulopsis*) на післяспиртовій барді - відходах спиртового виробництва.

Як вихідна сировина для одержання кормового білка звичайно використовуються відходи целюлозної й деревопереробної промисловості, солома, бавовняна лушпайка, кошики соняшника, лляна багаття, стрижні кукурудзяних качанів, бурячна меласса, картопляна мезга, виноградні вижимки, пивна дробина, верхівковий мало розкладений торф, барда спиртових виробництв, відходи кондитерській і молочної промисловості [7].

Здрібнена рослинна сировина, що містить велика кількість клітковини, геміцеллюлоз, пентозанов, піддають кислотному гідролізу при підвищеному тиску й температурі. У результаті 60 - 65 % в них полісахаридів гідролізуються до моносахаридів. Отриманий гідролізат відокремлюють від лігніну. Надлишок кислоти, застосовуваної для гідролізу, нейтралізують вапняним молоком або аміачною водою. Після охолодження й відстоювання в гідролізат додають мінеральні солі, вітаміни й інші речовини, необхідні для життєдіяльності мікроорганізмів. Отриману в такий спосіб живильне подавати середовище у ферментерний цех, де вирощують дріжджі [7].

Для культивування на гідролізатах рослинних відходів найбільш ефективні дріжджі пологів *Candida*, *Torulopsis*, *Saccharomyces*, які використовують як джерело вуглецю гексози, пентози й органічної кислоти.

Для одержання кормових дріжджів застосовують технологію із глибинного вирощування в спеціальних апаратах - ферментерах, у яких забезпечується режим постійного перемішування суспензії мікробних клітин у рідкому живильному й з оптимальні умови аерації. З метою підтримки

заданого температурного режиму в конструкції ферментера передбачається система відводу надлишкового тепла. Робочий цикл вирощування культури дріжджів триває близько 20 годин. По закінченні робочого циклу культуральна рідина разом із суспендированими в ній клітинами дріжджів виводиться з ферментера, а в нього знову подається живильний субстрат і культура дріжджових клітин для вирощування [5, 6].

Виведену з ферментера суспензію мікробних клітин подають на флотаційну установку, за допомогою якої відокремлюють біомасу дріжджів від культуральної рідини. У процесі флотації суспензія спінюється, при цьому мікробні клітини спливають на поверхню разом з піною, що відокремлюється від рідкої фази. Після відстоювання дріжджову масу концентрують у сепараторі. Для досягнення кращої перетравності дріжджів в організмі тварин проводять спеціальну обробку мікробних клітин (механічна, ультразвукова, термічна, ферментативна), що забезпечує руйнування їхніх клітинних оболонок. Потім дріжджову масу упарюють до необхідної концентрації й висушують, вологість готового продукту не повинна перевищувати 8 - 10 % [12].

Гарний субстрат для вирощування кормових дріжджів - молочна сироватка, що є виробничим відходом при переробці молока. В 1 т молочної сироватки в середньому втримується 10 кг повноцінного білка й 50 кг дисахариду лактози, що легко утилізується мікроорганізмами. Для виділення з молочної сироватки білків розроблена ефективна технологія із застосуванням методу ультрафільтрації низькомолекулярних речовин через мембрани. Одержувані в такий спосіб білки використовують для готування сухого знежиреного молока. рідкі відходи, що залишаються після відділення білків, що містять лактозу, можуть бути перероблені шляхом культивування дріжджів у збагачені білками кормові продукти [8].

Дуже часто дріжджуванню піддають молочну сироватку без попереднього виділення з її білків, при цьому вирощують спеціальні раси кормових дріжджів з роду *Torulopsis*. На основі дріжджування молочної

сироватки роблять три види кормових білкових продуктів: замітник незбираного молока для годівлі молодняку сільськогосподарських тварин - «БИО - ЗЦМ»; рідкий білковий продукт «Промікс» зі змістом білків в 2,5 - 3 рази вище, ніж у вихідній молочної сироватці; сухий збагачений дріжджовими білками продукт «Провилакт», застосовуваний як замітник сухого знежиреного молока [16].

Крім вуглеводів і вуглеводнів як джерела вуглецю дріжджові клітини можуть використати нижчі спирти - метанол й етанол, які звичайно одержують із природного газу або рослинних відходів. Дріжджова маса, отримана після культивування дріжджів на спиртах, відрізняється високим змістом білків (56 - 62 % від сухої маси) і в ній менше втримується шкідливих домішок, чим у комових дріжджах, вирощених на н - парафінах нафти [21, 22].

1.2. Класичні технології виробництва кормових дріжджів

Основна цінність кормових дріжджів заключається в тому, що вони є багатим джерелом білків і вітамінів. Мелясна барда містить вуглеводи, гліцерин, органічні кислоти і тому може слугувати живильним середовищем для вирощування дріжджів. В тих випадках, коли спиртовий завод не випускає хлібопекарських дріжджів, їх можна виділити із барди. Для цього барду охолоджують до 30-35⁰С і двічі сепарують [47].

Отриманий дріжджовий концентрат (дріжджове молоко) містить 250-300 г/л дріжджів. Кормові дріжджі – цінна білково-вітамінна добавка в кількості 1-5% до маси кормів. Отримують кормові дріжджі на мелясній після спиртовій барді з попередньо видаленими сахароміцетами чи без видалення [8].

Для виробництва кормових дріжджів використовують основні штами дріжджоподібних грибів: *Candida utilis* Л-35б, *Torulopsis pinus* Л-30, *Trichosporon cutaneum* Л-52. рекомендується також використання штамів дріжджів. Дріжджоподібні гриби володіють здатністю швидко рости в аеробних умовах з утворенням білку і вітамінів групи В.

Для отримання кормових дріжджів використовують безперервно-приточний метод вирощування дріжджів, який характеризується безперервним і рівномірним постутанням живильного середовища в дріжджеростильний апарат і в такій же кількості безперервний і рівномірний відбір із нього культурального середовища [48].

При переробці необездріждженої барди підсів дріжджів в дріжджеростильний апарат проводять тільки дріжджами чистої культури. В цьому випадку процес накопичення засівних дріжджів збільшується на одну стадію, яка проводиться на нерозведеній барді безперервним способом у великій дріжджанці. На цій стадії накопичують 50 г/л дріжджів, що повністю забезпечує засів дріжджеростильного апарату без повернення від сепарованих дріжджів.

Краще виділяти дріжджі із необездріждженої барди на сепараторах і вирощувати кормові дріжджі на від сепарованій барді. При цьому дріжджі спиртового бродіння приєднують до суспензії кормових дріжджів, концентрують на сепараторах і висушують. При вирощуванні товарних кормових дріжджів в дріжджеростильному апараті підтримують температуру 32-34⁰С і в нього безперервно подають 30 м³ /год повітря на 1 м³ сусла. Термін вирощування складає 8,0-8,5 год [32].

Дріжджова бражка з вмістом 50 г/л дріжджів безперервно поступає із дріжджеростильного апарату в деемульгатор, де гаситься піна. Виділення дріжджів із бражки проводять триступеневою сепарацією. Після третьої ступені сепарації дріжджовий концентрат містить 600 г/л дріжджів і поступає для висушування в сушарку [49].

Сухі дріжджі із сушарки поступають на фасування. Вихід сухих дріжджів на 2 м³ барди складає 11-13 кг, при додаванні до барди 1% меляси – 16- 20 кг. Дріжджовий концентрат на шляху в сушарку бажано опромінювати ультрафіолетовими променями для перетворення провітаміну ергостеролу, який міститься в дріжджах, в вітамін Д₂. наявність вітаміну Д₂ в кормі виключає захворювання молодняка рахітом.

Вторинна барда, отримана після виділення дріжджового концентрату на сепараторах, мало відрізняється за хімічним складом від первинної, тобто звичайної барди, тому її можна використовувати в рідкому чи упареному вигляді для отримання кормових концентратів. При виробництві кормових концентратів і кормових дріжджів можлива сушка дріжджової бражки без її сепарації в суміші з наповнювачами: кукурудзяними качанами, соломою, висівками, жомом (відходом бурякоцукрового виробництва). Такий спосіб спрощує роботу дріжджового цеху і покращує кормові цінності концентрату за рахунок білків і вітамінів дріжджів [50].

При нормальній температурі і в чистій воді реакція гідролізу полісахаридів по суті не відбувається. Гідроліз целюлози і геміцелюлоз з метою прискорення реакції проводиться в присутності каталізатора (мінеральні кислоти), а також при підвищеній температурі. Таким чином, в результаті гідролізу полісахаридів можна отримати гідролізний цукор у вигляді розчину (гідролізат). Що містяться в гідролізаті цукор складається з гексозного (глюкоза, манноза і галактоза) і пентозного (ксилоза, арабіноза) [28].

По схемі рослинна сировина зазнає гідролізу розбавленої до 0.5 - 0.6%-ний сірчаною кислотою в гідролізапратах при температурі 175 - 190°C. Утворившийся при цьому фурфурол виводиться у вигляді фурфуролутримуючого конденсату, а частина його залишається в гідролізаті. Той, що залишився після гідроліза лігнін видаляється з апарату.

Отриманий гідролізат із вмістом цукру до 3-3.5% зазнає інверсії і нейтралізацій вапняним молоком або аміачною водою. Отриманий внаслідок

вапняної нейтралізації гіпс разом з всім шламом видаляється з розчину методом осадження у відстійниках або сепаруванням в циклонах [26].

По цій схемі на гіролізних підприємствах з 1 т абс. сухої хвойної деревини можна отримати (рис. 1.2):

- Дріжджі кормові (вогкістю 10%) - 225 - 235 кг;
- Метанол - 2,0 кг;
- Фурфурол-сирець (94%) - 5,6 кг;
- Лігнін (абс. сухої) - 380 кг;
- Гіпс - 225 кг.

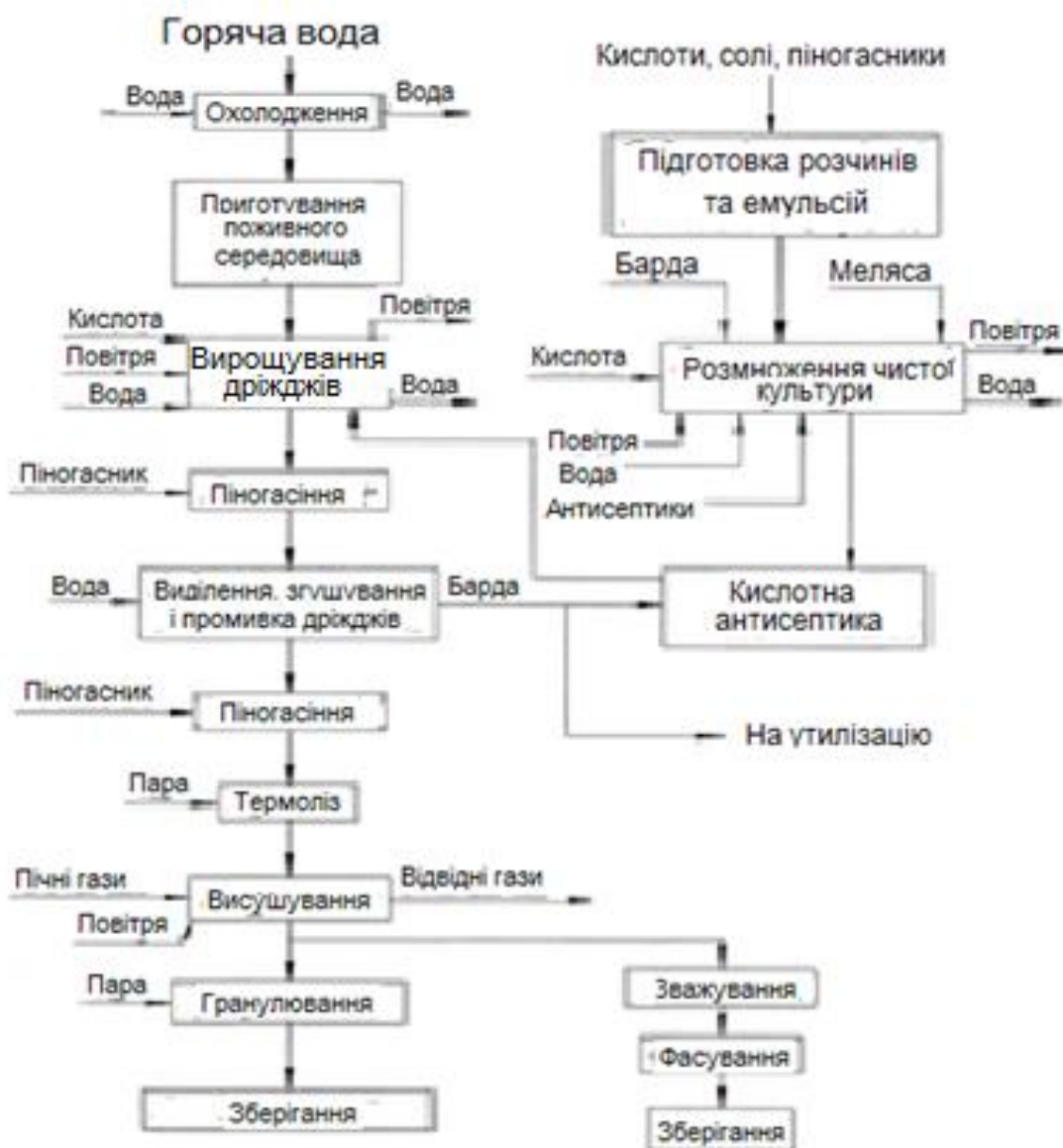


Рис. 1.2. Технологічна схема виробництва сухих кормових дріжджів на мелясній барді

1.3. Технологічні режими підготовки гідролізату до вирощування дріжджів

У процесі гідролізу поряд з органічними вуглеводними компонентами присутні речовини, що негативно впливають на хід вирощування дріжджів, такі як фурфурол, оксиметилфурфурол, фенол, мінеральні солі азоту і калію. Постадійний термо-ферментний гідроліз м'яси аведений на рис. 1.3.

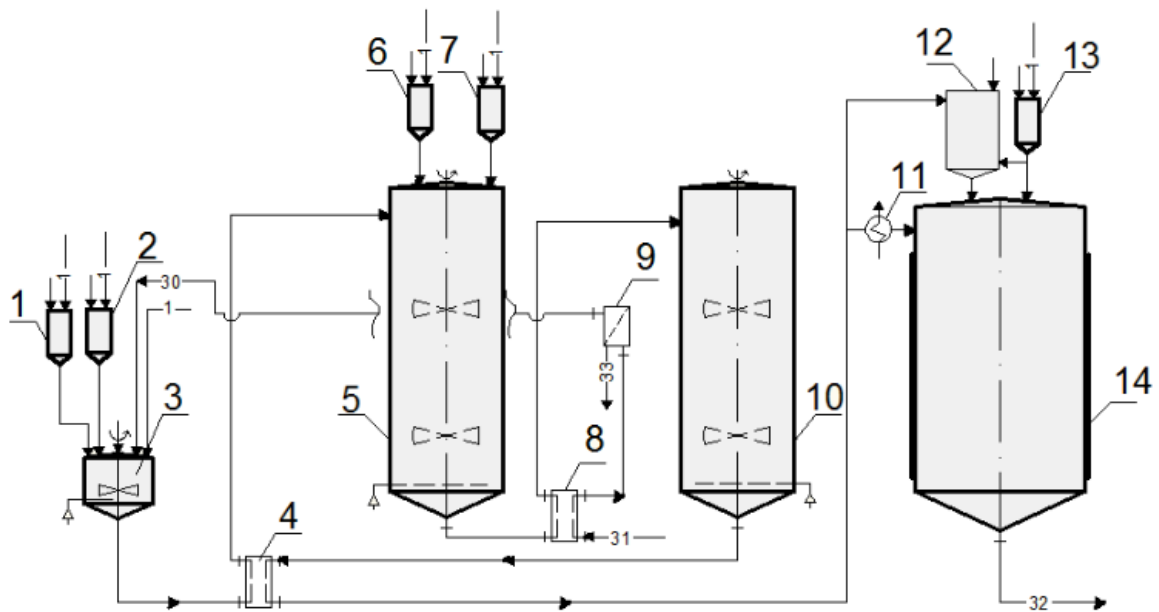


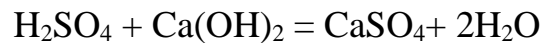
Рис. 1.3. Постадійний термо-ферментний гідроліз м'яса

Концентрація інгібіторів в культуральному середовищі не повинна перевищувати ГДК, величина якого специфічна для кожної речовини. Для забезпечення нормальних умов процесу вирощування необхідно відповідним образом підготувати гідролізат. Для цієї мети потрібно здійснити ряд послідовних технологічних операцій: самоиспарение гідролізата, нейтралізацію, очищення від зважених речовин, охолодження самоиспарением, аерацію повітрям [15].

Нейтралізація. Основною задачею при підготовці гідролізата є видалення інгібіторів, а враховуючи наявність в середовищі декількох інгібіторів, необхідно видаляти кожний з них по можливості повніше. Крім

цього необхідно звільнити гідролізат від сірчаної кислоти, знизити температуру до 28 - 32⁰С і максимально знизити кількість зважених і колоїдних речовин.

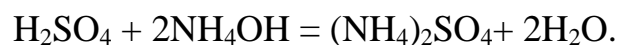
Сірчана кислота віддаляється методом нейтралізації з використанням двох нейтралізуючих агентів: вапняного молока і аміачної води. При нейтралізації вапняним молоком відбувається реакція з утворенням гіпсу:



Органічні кислоти, що знаходяться в розчині також частково нейтралізувалися.

Гіпс густиною 2,3 г/см³ випадає в осадок. Цією властивістю користуються, виділяючи його з розчину осадженням.

При нейтралізації кислоти аміачною водою утвориться сульфат амоній:



Сульфат амоній, що утворюється повністю розчинимо і осідання не утворить. Якщо для нейтралізації вапняним молоком необхідно встановлювати спеціальні апарати, то для нейтралізації аміачною водою досить подавати її у всмоктуючу лінію насоса, що відкачує гідролізат. Крім того, у кожного з методів є свої недоліки [15].

Для вапняного методу характерна трудомісткість транспортування, складування і приготування вапняного молока. Азот, пов'язаний з сірчаною кислотою, не може бути використаний для утворення білків. Таким чином, майже весь сульфат амоній залишається в посередній бражке, що приводить до значних витрат при очищенні промислових стоків. Крім того, аммонійний азот є інгібитором процесу вирощування дріжджів.

На гідролізних підприємствах застосовують послідовну нейтралізацію спочатку вапняним молоком з донейтралізацією аміачною водою. При цьому витрата аміачної води повинна бути такою, щоб вміст азоту в посередній бражке був би в межах 80 - 100 мг/л [15].

Мета нейтралізації складається не тільки в здійсненні самого процесу нейтралізації, але і в отриманні такого нейтралізата, який дозволив би провести відстоювання при мінімальній кількості обладнання. Для цієї мети нейтралізацію проводять при температурі 75 - 85⁰С із застосуванням гіпсової затравки, що подається спільно з вапняним молоком. Ця операція носить назву направленої кристалізації гіпсу. Гіпс виходить у вигляді дрібних кристалів, що мають велику питому поверхню, які служать центрами кристалізації великих кристалів гіпсу [8].

Нейтралізований гідролізат називається нейтралізатом. Гіпс, що утворився виділяється шляхом відстою. Спільно з гіпсом з розчину виділяється частина колоїдних і зважених речовин, що містяться в йому. Температура нейтралізата після нейтралізації і відстою звичайно рівна 80 - 85⁰ У перший нейтралізатор подають гідролізат, а в його струмінь - вапняне молоко. Нейтралізатор послідовно зверху вниз проходить обидва нейтралізатора, і з останнього насосом перекачується у відстійники [8].

Нейтралізатор обладнаний мешалкой лопатевого типу. Також використовуються апарати, оснащені пристроєм «Газліфт», при якому перемішування середі здійснюється за рахунок подачі повітря. Замість лопатевої мешалки по центру нейтралізатора по вертикалі соосно розміщені чотири відрізки труби. Діаметр труб збільшується знизу вгору, а висота труб меншає [20].

Рівень рідини в нейтралізаторе приблизно на 900 мм вище верхніх обрізи четвертої труби. При подачі стислого повітря в нижню трубу встановлюється інтенсивна циркуляція (ефект ерліфта) рідини. Перевагою даної системи є відсутність рухомих частин. Нейтралізатор забезпечений необхідними штуцерами для подачі гідролізата, вапняного молока, нейтралізата з головного нейтралізатора і відбору нейтралізата. Для витяжки пар і гзов в кришці нейтралізатора є штуцер, до якого приєднана витяжна труба [20].

Освітлення нейтралізата проводиться на безперервно діючих відстійниках. Відстійник являє собою циліндричну судину з конічним днищем і закритий плоскою кришкою. Нейтралізат через успокоитель поступає в центральну частину відстійника. Шлам осаждається на дні відстійника, а нейтралізат, освітляясь, підіймається вгору по перетину відстійника і зливається в жолоб, розташований по колу відстійника, а з нього прямує в збірник освітленого сула.

Для очищення від осада внутрішньої поверхні і кромки жолоба передбачена скребачка. Осадок, що скупчується на дні відстійника, вигрібним механізмом згрібається до центра конусного днища і через штуцер прямує у вивантажувач шлама [19].

1.3.1. Вирощування дріжджів

В технологічній схемі дрожжевого виробництва стадія вирощування дріжджів - головна операція, заснована на мікробіологічному синтезі. Для накопичення біомаси дріжджів треба мати відповідну ємність, т. е. апарат для вирощування товарних кормових дріжджів, засевние дріжджі чистої культури, живлячу середу і повітря. Кожний з вказаних чинників впливає на процес вирощування дріжджів [9].

Після вирощування дріжджі необхідно виділити з відпрацьованої середи, промити і довести до сухого стану. Виділяють і збезводнюють дріжджі фільтруванням, сепаруванням, фільтрацією, упариванием і сушкою. Таким чином, технологічні операції отримання дріжджів розділяються на біохімічні, механічні і теплових [14].

Підготовка чистої культури засевних дріжджів відбувається по-етапно із відбору музейної культури, отримання монокультури шляхом пересіву, відбір колоній за активністю ферментації субстрату, стабілізація штаму шляхом множинного пересіву та отримання промислового продуценту (рис.1.4).

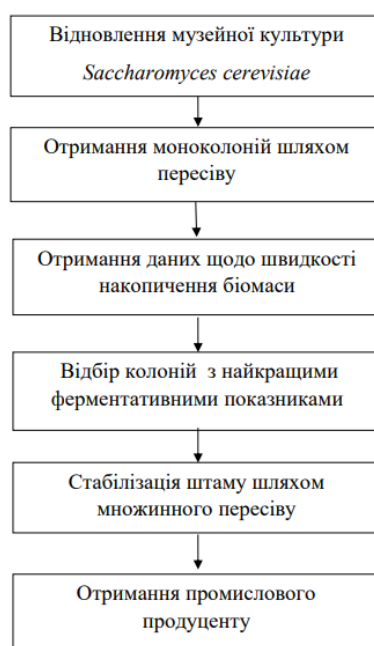


Рис. 1.4. Підготовка чистої культури

Під поняттям засевние дріжджі прийнято розуміти початкова або додаткова притока дріжджів чистої культури в основні виробничі дрожжерастильні апарати. Під чистою культурою у виробництві потрібно розуміти 100%-ною біомасу дріжджів, рекомендовану виробництву для культивування на часі, що переробляється в даний період сировина.

Засевние дріжджі чистої культури приготуються по особливому режиму, починаючи від лабораторної пробірки і кінчаючи виробничим дрожжерастильним апаратом - ферментатором. Установа для їх приготування працює періодично або безперервно, в залежності від потреби [10].

Перед процесом вирощування дріжджів в пусковий період субстрат, що переробляється повинен бути засіяний певною кількістю активних дріжджів урожайної чистої культури. Досвід показав, що в початковий період в субстрат кількість біомаси засевних дріжджів, вмісної до 75% вологи, не повинне перевищувати половини маси цукру, призначеного для завантаження апарату. При безперервному вирощуванні товарних дріжджів у разі нестійкості виробничої культури рекомендується постійно додавати 10% засевних дріжджів від біомаси дріжджів, що знаходяться в апараті [11].

Виходячи з цього, визначається склад і продуктивність установки приготування засевних дріжджів чистої культури.

Процес вирощування засевних дріжджів розбивається на ряд операцій, основними з яких є:

- вирощування чистої культури дріжджів в лабораторних умовах,
- вирощування засевних дріжджів в малої і великий дрожжанках,
- вирощування засевних дріжджів в малому дрожжерастильном апараті.

Вирощування чистої культури дріжджів в лабораторних умовах здійснюється в декілька стадій в колбах або бутлях різною місткістю. Як живляча середа на всіх стадіях установки чистої культури застосовують нейтралізований гідролізат або сульфитний щілінка. Живлячу

середу приготують в спеціальному апараті, так званому стерилізаторе-нейтралізаторе, до якого підведені пара, повітря, вапняне молоко, розчин сульфату амоній і водна витяжка суперфосфата [13].

Апарат, заповнений нейтралізованим гідролізатом, з метою стерилізації середу нагрівають до 80⁰С і додатково нейтралізується до рН 5,5 - 5,8 при безперервному повітряному або механічному перемішуванні. При цьому додаються живлячі солі: розчин сульфату амоній, водна витяжка суперфосфата і хлористий калій. У живлячу середу бажано додати дрожжевої автолизат. Добавка автолизата прискорює процес розмноження дріжджів і робить їх фізіологічно активними [23].

Живлячу середу можна вживати після відстоювання і охолодження. Відстоювання звичайно продовжується 5 - 8 год. Для очищення від осада в стерилізаторе-нейтралізаторе передбачені декантационні пристрою, а для механічного вивантаження осада з апарату - бічної і верхні люки.

Первая стадія вирощування засевних дріжджів у виробничих умовах здійснюється в малою дрожжанке загальною місткістю 500 л. Спочатку в дрожжанку набирають 180 л кип'ячених води, потім подають 40 л підготовленої живлячих середу. У цю субстрат засівають вирощені в лабораторії дріжджі в кількості 120 - 140 г в перерахунку на пресовані, разом з середою, на якій вони вирощувалися. Живляча середу в малої дрожжанке повинна містити РВ в межах 0,4 - 0,5% [13].

Все дрожжанки, що міститься інтенсивно продувається повітрям протягом 12 - 14 год з поступовою за цей час добавкою живлячої середу з таким розрахунком, щоб до кінця періоду об'єм рідини був 310 л. При вирощуванні підтримується рН 4,0 - 5,5 шляхом подачі аміачної води. На першій стадії за один цикл отримують 3,5 - 4,5 кг біомаси дріжджів, вмісних 75% вологи.

Друга стадія здійснюється в большой дрожжанке загальною місткістю 4,5 - 5 м³. Весь процес другої стадії аналогічний процесу першої стадії: в дрожжанку подається 1300 л кип'ячених води, 200 л живлячих

середі, всі засевніе дріжджі разом з відпрацьованою середою з першої стадії. Процес протікає протягом 10 - 11 год [14].

1.3.2. Технологічні режими вирощування дріжджів

Стан культури кормових дріжджів, а також нормальне вирощування біомаси дріжджів в промислових умовах залежить від дуже багатьох чинників і обставин, основними з яких є: підбір необхідної і відповідної виробничим вимогам культури дріжджів, забезпечення процесу вирощування дріжджів потрібною кількістю кисня, цукром необхідної концентрації і якості, живлячими речовинами (азотом, фосфором, калієм), підтримка температури середі при вирощуванні, відповідної умовам розмноження, підтримка постійності рН, дотримання стерильних виробничих умов [16].

Найбільш поширеними видами кормових дріжджів є *Candida scottii*, *Candida tropicalis* і *Candida utilis*. Ці культури дріжджів широко застосовуються в різних середовищах, в залежності від зміни яких дріжджі отримали свою різноманітність і різну ефективність по виходу біомаси. У виробничих умовах найбільш широке застосування отримали дріжджі *Candida scottii*. У порівнянні з іншими видами *Candida scottii* дає найбільший вихід біомаси, але і не менш стійкі в середовищі з підвищеним змістом фурфурола. Іноді доцільно змішувати різні культури дріжджів, т. до. при цьому розширяється діапазон асиміляції різних видів вуглеводів [14].

Нормальним потрібно вважати вихід кормових дріжджів (в сухому вигляді) 40 - 50% від використаного цукру.

Забезпечення повітрям

Одним з найважливіших умов вирощування аеробний культур мікроорганізмів для накопичення білка є подача повітря, що є джерелом кисня. Істинне визначення потреби повітря при вирощуванні біомаси має

велике значення, оскільки нестача його приводить до зниження виходу біомаси, а значне його перевищення - до споруди складних воздуходувних і воздухораспределительних пристроїв.

Витрата кисня на отримання абсолютно сухої біомаси може бути знайдена по рівнянню [19]:

$$V=0,25gKk$$

V - витрата кисня, кг;

0,25 - вміст сухих речовин в біомасі, кг/кг;

g - приріст сирої біомаси, кг/ч;

Kk- коефіцієнт витрати кисня, кг на 1 кг абс. сухої біомаси.

Диспергирование повітря в рідині, на якій вирощуються дріжджі, може бути здійснено різними шляхами, у відповідність з чим в техніці виробництва кормових дріжджів існує велика різноманітність воздухораспределительних систем, встановлених в дрожжерастильних апаратах. Є загальновідомі барботажные системи, системи з механічними коштами розпилення повітря, аерлифтние і ряд інших [32].

Повітря, що подається в дрожжерастильные апарати, повинне бути максимально чистим, не зараженим сторонніми мікроорганізмами. Для цього огорожа повітря необхідно здійснювати з місць, видалених від гнилісних і запиленних ділянок. Повітря забирають поза будівлею через індивідуальні всмоктуючі воздухозаборные трубопроводи або через колектор.

Індивідуальні всмоктуючі воздухозаборные трубопроводи краще усього застосовувати тоді, коли не потрібно здійснювати тонке очищення повітря від механічних домішок. Таке очищення допускають турбовоздуховки, працюючі з великим числом оборотів і для них ставиться умова: вміст механічних домішок в повітрі, що поступає на всмоктування, не повинен перевищувати 10 мг в 1 м³ повітря. У зв'язку з цим необхідно очищати повітря на масляних фільтрах [25].

Вплив концентрації цукру в живлячому середовищі

Кормові дріжджі легше усього і насамперед засвоюють гексози. Загальний зміст в гідролізатах моносахаридов становить 3,72 г в 100 мл розчини. На швидкість накопичення біомаси дріжджів більше усього впливає концентрація цукру в субстрат і кількість взятих на засів дріжджів. У промислових умовах при високому (більше за 1,5 - 1,7%) вмісті РВ вирощування дріжджів йде уповільнено з неповною утилізацією вуглеводів [51].

Для того, щоб збільшити утилізацію вуглеводів, необхідно досягнути високої міри диспергування повітря і циркуляції рідини, що можливо тільки в лабораторних умовах. Вельми важливою умовою глибокої утилізації цукру є наявність всіх необхідних для вирощування біомаси стимуляторів зростання. Розбавляють гідролізат водою або відпрацьованою послеспиртовою культуральною рідиною, доводячи вміст РВ в ньому до 1 - 1,8%.

Для досягнення максимального виходу кормових дріжджів з гідролізата, що має підвищений зміст РВ (вище за 2%), необхідні спеціальні заходи.: розбавлення гідролізата відпрацьованою дрожжевою рідиною, двоступеневе вирощування дріжджів, при якому на першому рівні здійснюється вирощування біомаси на нерозбавлених гідролізатах з недобродом до 1 - 1,2%, а після відділення дріжджів - вирощування біомаси на другому рівні з остаточною утилізацією залишкового цукру; збільшення часу вирощування дріжджів з введенням в дрожжерастильні апарати відповідної культури дріжджів, що засвоює всі види цукру. Самим кращим прийомом використання нерозбавленого гідролізата може бути підбір відповідної культури дріжджів, до кінця що засвоює всі види цукру [52].

Вплив температури середовища

Вирощування кормових дріжджів звичайно проводять при температурі від 32 до 40⁰С. Відмінності в температурному режимі залежать

не тільки від культури дріжджів, але і мірі її адаптації до більш високих і низьких температурних умовам.

При вирощуванні кормових дріжджів відбувається значне виділення тепла (2500 - 3500 кал на 1 кг сухої маси дріжджів). Це тепло підвищує температуру середи, отже його необхідно відвести. У дрожжерастильних апаратах невеликої ємності (до 250 м³) для охолодження використовуються змійовики. У апаратах більшого об'єму використовується відведення тепла через поверхню диффузора, а також за допомогою зовнішнього зрошування. Розбавлення суспензії холодною водою також використовується як засіб охолодження середи в апараті [42].

З збільшенням ємності, а також продуктивності одного дрожжерастильного апарату відбір тепла, що виділяється, придбаває велику трудність. Конструктивно неможливо розмістити всередині апарату необхідну поверхню охолодження. У зв'язку з цим в окремих випадках охолодження рідини здійснюється на виносних теплообмінниках, що спеціально споруджуються з циркуляцією через них дрожжевої суспензії, що відбирається з дрожжерастильного апарату за допомогою відцентровий насоса. У цьому випадку потрібно додаткова витрата електроенергії на циркуляцію суспензії через теплообмінник [36].

Вплив рН і кислотність середи

що Отримується з гідролізапаратів кислий гідролізат з показником рН = 2 - 2,5, непридатний для зростання дріжджів. Допустимою межею рН, в якій кормові дріжджі різних культур можуть нормально жити і розмножуватися, є 3,5 - 5,5. Відхилення в ту або іншу сторону різко знижують життєдіяльність дрожжевих кліток [32].

Вихід кормових дріжджів

Основною речовиною живлення дріжджів є цукор, що міститься в розчині гідролізата. Тому вихід дріжджів вважають по мірі утилізації цукру

відносно спожитих редуцируючих речовин. Практично вихід дріжджів з РВ менше, ніж з такої ж кількості глюкози [48].

Таблиця 1.1.

Органолептичні та фізико-хімічні показники кормових дріжджів

№	Показники якості кормової добавки	Характеристика показників
1	Зовнішній вигляд	Однорідний сипучий продукт
2	Колір	Від сіро-жовтого до сіро-коричневого
3	Запах	Рослинно-дріжджовий, без стороннього запаху (плісняви, затхлості)
4	Крупність помелу, сито діаметром 3мм, % не більше	5,0
5	Вологість, %, не більше	10,0
6	Вміст білку, %, не менше -ПСР -АСР	36,0 40,0
7	Вміст вуглеводів, %	25,0
8	Вміст жиру, %, не більше	7,0
9	Вміст клітковини, %	8,0
10	Вміст Кальцію, %	10,0
11	Вміст Фосфору, %	11,0
12	Загальна бак. заплідненість, тис.кл. в 1г, не більше	150
13	Токсичність	Не допускається

До визначуваних в розчині РВ відноситься цукор, що не тільки засвоюється дріжджами, але і інші речовини: цукор, що неутілізується, метилпентози, фурфурол, деякі органічні кислоти. Крім того, у виробничих умовах не повністю утилізується доброякісний цукор, протікають сторонні мікробіологічні процеси, що використовують цукор, спостерігаються втрати

дріжджів на різних стадіях виробничого процесу (на флотаторах, сепараторах, в сушарках). При мікробіологічному синтезі виділяється тепло, на яке також витрачається частина енергетичного матеріалу [51].

Найкращі показники виходу дріжджів з 100 кг РВ по дрожжерастильному чану рівні 48 - 50 кг сухої маси. Якщо в живлячому середовищі містяться органічні сполуки - несахара, за їх рахунок можна збільшити вихід дріжджів. До таких з'єднань відносяться етиловий спирт, оцтову, молочну і лимонну кислоти, вуглевод яких в присутності відповідних стимуляторів зростання і сильній аерації швидко засвоюється дріжджами з утворенням нової клітинної речовини [27].

На збільшення виходу дріжджів впливає повернення на розбавлення суслу відпрацьованої последрожжевой бражки, вмісної залишкову кількість РВ і дрожжеві клітки.

1.4. Перспектива використання кормових дріжджів

Використання кормових дріжджів в якості кормової добавки дозволяє істотно збільшити зростання тварин і їх продуктивність. Завдяки високим поживним якостям, кормові дріжджі високо цінуються. Кормові дріжджі складаються переважно з білка (до 55%) і великої кількості вітамінів, кількість безазотистих речовин становить близько 35%, 8% доводиться на зольні речовини і близько 2% - жири. Вміст клітковини дуже мало – до 0.2%. [17-19].

Таким чином, кормові дріжджі можуть успішно застосовуватись для ліквідації дефіциту білка в раціоні тварин. Поживні якості продукту також дуже цінуються завдяки високій засвоюваності елементів в організмі. До складу кормових дріжджів входить достатня кількість вітаміну D₂ та різних мінеральних сполук, що беруть участь у важливих біохімічних реакціях в організмі та входять до складу ферментів та гормонів [24].

При проектуванні раціону для тварин з урахуванням застосування кормових дріжджів слід враховувати, що в них не міститься вітамін В₁₂. Рекомендована норма використання продукту залежить від виду тварин, що вирощуються [41]:

ВРХ – 0.5 кг/добу,

телята – 0,2-0,3 кг/добу,

свині – 0,2-0,3 кг/добу,

вівці – до 0,05 кг / Добу,

для свійської птиці - від 2 до 5 грам на добу.

Застосування кормових дріжджів має високу економічну ефективність: 1 кг – здатний заощадити на 10-15% кількість основного корму, необхідного для приросту одиниці маси. Використання рекомендованої дози кормових дріжджів у раціоні дійних корів збільшує надої молока від 2 до 5 літрів та до 0,5% його жирності [53].

Дріжджі та дріжджові препарати можуть суттєво поліпшити молочну продуктивність корів. При цьому слід чітко розуміти переваги та недоліки неактивних й активних дріжджів. Так, до неактивних належать кормові та гідролізні дріжджі – цінне джерело білка, незамінних амінокислот і вітамінів групи В. Проте клітини цих дріжджів уже завершили свій біологічний цикл і являють собою звичайну білкову масу [11-14].

До активних дріжджів належать культури висушених живих клітин дріжджів, які зберігають здатність до ферментації. У рубці вони створюють анаеробне середовище, сприяючи розвитку корисної мікрофлори. До того ж активні дріжджі продукують ферменти, що розщеплюють клітковину й інші поживні речовини корму. Ефективна ферментація клітковини, зокрема, стимулює продукування бактеріального білка й вільних жирних кислот, а також знижує концентрацію аміаку в рубці [23-25].

Пробіотичні дріжджі інгібують утворення молочної кислоти в рубці, завдяки чому підвищуються молочна продуктивність корів і якість отриманого молока. Живі дріжджі поглинають кисень, що потрапляє в

рубець разом із клітковиною і, таким чином, позитивно впливають на розвиток життєвого середовища для корисних анаеробних бактерій. Відповідно поліпшується засвоюваність клітковини, утворення вільних жирних кислот і загальне засвоєння корму [49].

Живі дріжджі дозволяють уникнути проблем зі здоров'ям високопродуктивних корів, максимально ефективно використовувати основні трав'янисті корми та реалізувати генетичний потенціал тварин [7].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Особливості виробництва кормових дріжджів, вимоги до субстрату та допоміжних матеріалів

Промислове виробництво кормових дріжджів регламентується певними ланками технологічного процесу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1.

Основні ланки технологічного процесу виробництва кормових дріжджів

Назва та номер стадії	Опис процесу
ДР 1. Санітарна підготовка виробництва	Санітарна підготовка виробництва включає перелік робіт та операцій, що забезпечують регламентовану якість напівфабрикату на всіх стадіях виробництва
ДР 1.1. Приготування дезінфікуючих та миючих розчинів	Згідно з вимогами GMP обладнання повинні пройти відповідну обробку дезінфікуючими розчинами задля зменшення ризику контамінації цільового продукту. Приготування дезінфікуючих розчинів, що призначаються для обробки приладів та приміщень, здійснюється згідно з «Методичними рекомендаціями щодо приготування і застосування робочих розчинів мийних, дезінфекційних, мийнодезінфекційних засобів та антисептиків», які затверджені Наказом МОЗ України від 14 грудня 2001 р. № 502.
ДР 1.2. Санітарна підготовка персоналу	Працівники підприємств мікробіологічної промисловості повинні виконувати правила поведінки в приміщеннях відповідних класів частоти. Для забезпечення дотримання цих правил для кожного приміщення повинні бути розроблені письмові інструкції, які необхідно розмістити в зоні переодягання або в самому приміщенні
ДР 1.3. Підготовка виробничих приміщень	Підготовка виробничих приміщень виконується згідно з «Методичними рекомендаціями щодо підготовки виробничих приміщень» затверджена наказом МОЗ України від 14 грудня 2001 р. № 502. При виробництві готового продукту, робота проводиться в приміщеннях класу чистоти D і C.
ДР 1.4. Підготовка обладнання та комунікацій	Даний блок робіт складається з обробки обладнання та комунікацій до і після технологічного процесу і направлений на забезпечення чистоти та стерильності обладнання, що обумовлює належну якість продукції.

	Підготовка обладнання та комунікацій повинна включати перевірку герметичності, миття та стерилізацію з обов'язковим контролем мікробної контамінації. Підготовка технологічного обладнання здійснюється згідно з «Методичними рекомендаціями щодо підготовки технологічного обладнання», що затверджені Наказом МОЗ України від 14 грудня 2001 р. № 502.
ДР 2. Підготовка стерильної питної води	Підготовку вентиляційного повітря здійснюють згідно з «Методичними рекомендаціями щодо підготовки води питної стерильної» затверджені Наказом МОЗ України від 14 грудня 2001 р. № 502.
ДР 3. Підготовка вентиляційного повітря	Підготовку вентиляційного повітря здійснюють згідно з «Методичними рекомендаціями щодо підготовки вентиляційного повітря для виробничих приміщень» затверджені Наказом МОЗ України від 14 грудня 2001 р. № 502. При подачі повітря в приміщення необхідно забезпечити виконання чотирьох основних операцій: <ul style="list-style-type: none"> • стиснення повітря для подолання опору повітроводів та арматури; • видалення пилу та інших частинок; • видалення та знищення залишкових мікроорганізмів; • регулювання температури та вологості.
ДР 4. Підготовка робочих розчинів	
ДР 4.1. Підготовка розчину сірчаноокислого амонію	Використовується в якості джерела амідного живлення в процесах виробничого та довиробничого культивування дріжджів.
ДР 4.2. Підготовка розчину біотину	Використовується в якості ростової речовини для пришвидшення метаболізму та росту культури в процесах отримання дріжджових культур першої та другої регенерацій.
ДР 5. Приготування розчину піногасника	
ДР 5.1. Замішування компоненті	У відповідних пропорціях змішуються олеїнова кислота зі складу та питна вода. Піногасник вносять у ферментер відповідно до показів барометра та в кількості 0,001 – 0,0005% від загальної маси рідких дріжджів
ДР 5.2. Стерилізація	Для стерилізації розчину ємність замішування розігрівають водяною парою до $t = 90 - 95 \text{ } ^\circ\text{C}$ і витримують 30 хв – 1 год, за даної температури.
ДР 6. Приготування середовища довиробничого	В якості поживного середовища для довиробничого культивування використовують неферментований солод та сусло зі складу у відповідних кількостях. По

культивування	завершенню замішування, ПС фільтрують на індивідуальному фільтрі та стерилізують водяною парою.
ТП 7. Підготовка посівного матеріалу дріжджів	
ТП 7.1. Відновлення музейної культури	Колбу витримують в термостаті при температурі 48-52 °С протягом 24-48 годин. Протягом усього періоду вирощування дріжджів підтримують температуру 48-52 °С.
ТП 7.2. Отримання культури першої регенерації	Колбу витримують в термостаті при температурі 48-52 °С протягом 20 – 24 годин. Протягом усього періоду вирощування дріжджів підтримують температуру 48-52 °С.
ТП 7.3. Отримання культури другої регенерації	Колбу витримують в термостаті при температурі 48-52 °С протягом 18 – 22 годин. Контролюється даний процес чисельністю популяції дріжджів.
ТП 7.3.1. Заповнення інокулятора поживним середовищем та його стерилізація	Культуру разом з залишками ПС кількісно переносять в попередньо стерилізований водяною парою інокулятор.
ТП 8. Приготування середовища виробничого культивування	
ТП 8.1. Дозування поживного середовища	Чисті культури дріжджів розмножуються в дріжджогенераторі, з якого подаються у дріжджоростові апарати. Для нормального культивування кормових дріжджів необхідно періодично вводити в дріжджоростовий апарат дріжджі чистої культури (інакше накопичення біомаси зменшується та поживні речовини не використовуються повністю). Кількість посівного матеріалу має бути 30-40% від суми вуглецевмісних речовин.
ТП 9. Ферментація	
ТП 9.1. Заповнення ферментеру поживним середовищем	В поживне середовище вносять чисту культуру дріжджів, заквашують при температурі, зазначеній вище, протягом 20-24 год до досягнення кислотності 10-12 град.
ТП 10. Виробничий біосинтез	
ТП 10.1. Заповнення ферментеру поживним середовищем	Починається через 48 годин від початку приготування заквашеної заварки. Культуру дріжджів з колби переливають в ємність з охолодженою до 28-32 °С оцукреною заваркою і витримують при тій же температурі 12-15 год.
ТП 10.2. Внесення посівного матеріалу	Далі дріжджі переносять в ємність, що містить оцукрену і заквашену заварки, і витримують протягом

та культивування		5-6 годин при оптимальній температурі зростання дріжджів до досягнення підйомної сили 20-25 хв і кислотності 8-12 град. Подальше збільшення маси рідких дріжджів проводять додаванням рівної кількості нерозбавленої і охолодженої заквашеної заварки, доводячи їх обсяг до кількості, що необхідні виробництву.
ТП Охолодження готової продукції	11.	Отриманий напівфабрикат охолоджують холодною технічною водою до 1-4 °С.
ТП 12. Контроль якості готової продукції		Контролюють отриманий напівфабрикат за наступними фізико-хімічними показниками: піднімальна сила, зимазна активність, мальтазна активність, кислотність, вологість. Також проводиться мікробіологічний контроль продукту на наявність патогенної мікрофлори, та концентрації клітин дріжджів.
ПМВ Пакування, маркування, відвантаження готової продукції	13.	Пакують та маркують готовий напівфабрикат відповідно до вимог чинної нормативно технічної документації на дану продукцію.
ЗВ Знешкодження рідких відходів	14.	Залишки розчинів дезрозчинів після санітарної обробки виробництва, промивні води після мийки обладнання збирають в збірник нейтралізації стічних вод, розбавляють водою в 3- 4 рази, доводять рН середовища до 7,0 розчином натра їдкоого або соляної кислоти та зливають в загальнозаводську каналізаційну систему. В цей же збірник зливають промивні води після мийки посівного апарату та ферментера.

Базовим субстратом для виробництва кормових дріжджів є мелясна барда – побічний продукт виробництва спирту. В процесі ферментації меляси біля 45% сухих органічних речовин метаболізуються на етиловий спирт, а решта з них залишаються у після спиртові барді. В ній також містяться ростових факторів та кінцевих продуктів життєдіяльності продуцента спирту, зокрема, вітамінів та інших біологічно активних речовин.

Через те мелясна барда є добрим поживним середовищем для різноманітних мікроорганізмів і через це її найчастіше використовують як субстрат для одержання кормових дріжджів. Здебільшого, в процесі культивування використовують популяції *Candida utilis* С-1 і *Candida*

tropicalis СК-4 [32], які добре адаптуються до післяспиртової мелясної барди та дають значний приріст біомаси (рис.2.1).



Рис.2.1. Будова дріжджової клітини промислового штаму *Candida tropicalis* СК-4 [38].

Якісні показники меляси відіграють важливу роль як в процесі виробництва етилового спирту, так й в процесі переробки післяспитрової барди на кормовий концентрат дріжджів (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Хімічний склад меляси.

Показники меляси	Вміст
Сухі речовини (по рефрактометру), %	78,9-84,0
pH (активна кислотність)	6,7-9,5
Лужність, град	0,5-5,0
Кислотність, град	0,0-0,5
Азот (загальний),%	1,56-2,06
Фосфор (P ₂ O ₅), %	0,039-0,055
SO ₂ , %	0,012-0,060
Цукор:	
- по прямій поляризації	47,8-52,5
- інвертний	0,12-1,02
- рафінозний	0,06-1,08
Доброякісність, %	58,8-64,2
Леткі кислоти (в перерахунку на оцтову), %	0,36-1,0
Нітрати, %	0,03-0,30
Нітроти, %	сліди

До допоміжних матеріалів основного виробництва можна віднести формалін, хлоридну кислоту, гашене вапно, карбамід, діамонійфосфат,

фосфатну кислоту [38]. Тобто фосфору, а нерідко й азоту, що знаходиться в мелясі недосить для нормальної життєдіяльності дріжджів, тому до неї додають в якості першого джерела ортофосфору кислоту, а в якості другого джерела – сульфат амонію, карбамід чи діамонійфосфат, який містить обидва ці елементи [29]. (табл.2.3).

Таблиця 2.3

Допоміжні матеріали.

№	Найменування матеріалу	Стандарти чи технічні умови	Вміст основного компонента	Класифікація
1.	Вода питна	ГОСТ 2874-82	Питна умовно чиста	
2.	Кислота соляна	ГОСТ 1625-89Е	Технічна	
3.	Формалін	ГОСТ 1625-89Е	СНОН - 37%	Технічний
4.	Хлорне вапно	ГОСТ 1692-85	Cl _{акт} –32-35%	Технічне
5.	Карбамід	ГОСТ 2081-92	N – 46.3%	Технічний
6.	Кислота ортофосфорна: - технічна - термічна	ГОСТ 6582-80 ГОСТ 10678-76Е	H ₃ PO ₄ – не менше 70%	
7.	Діамонійфосфат	ГОСТ 8515-75	P ₂ O ₅ – не менше 50% NH ₃ – 22.5%	Технічний

2.2. Контроль технологічного процесу

Поетапний контроль за виробництвом кормових дріжджів проводили на всіх стадіях технологічного процесу (табл. 2.4) [37].

Таблиця 2.4

Стадії та контрольні точки технологічного процесу виробництва кормових дріжджів

Назва стадії та контрольні точки	Об'єкт контролю та показник, що визначається	Метод контролю	Періодичність перевірки	Нормативне значення показника
ДР 1.1. Санітарна підготовка персоналу Кт 1, Кх 2	Чистота робочого одягу	Візуально	Кожну операцію	-
ДР 1.2. Приготування дезинфікуючих та миючих розчинів Кт 3, Кх 4	Концентрація розчину	Мірний посуд, візуально, кількісний хімічний аналіз	Кожну операцію	Норма відхилення 2-5%
ДР 1.3. Підготовка виробничих приміщень Кт 5	Приміщення, запиленість, вміст мікроорганізмів у повітрі	Візуально та мікробіологічний аналіз	Кожну операцію	-
ДР 1.4. Підготовка обладнання та комунікацій Кт 6, Км 7	Чистота обладнання та вміст мікроорганізмів	Візуально та мікробіологічний аналіз	Кожну операцію	-
ДР 2. Підготовка вентиляційного повітря Кт 8, Км 9	Мікробіологічна чистота, вміст часток, вологість	Мікробіологічний метод, висів на чашки Петрі. Психометр технічний	Кожну операцію	В 1м ³ повітря 100 колоній. Число часток в 1м ³ повітря 350 тис. (d=0,5 мкм), 2 тис. (d=5 мкм).

				W=60%
ДР 3.1. Підготовка сусла Кх 10, Км 11	Концентрація сухих речовин, наявність сторонньої мікрофлори	Мікробіологіч- ний метод, кількісний хімічний аналіз	Кожну операцію	W=12%
ДР 4.1. Приготування поживного середовища Кт 14	Температура, тиск, час	Автоматичний регулятор температури, манометр технічний, годинник	Кожну операцію	110°C, 0,1 МПа, 20 хв
ДР 4.2. Стерилізація поживного середовища Км 15	Стерильність	Висів на чашки Петрі	Кожну операцію	Стерильне
ДР 4.3. Культивуван- ня чистої культури дріжджів Кт 16, Км 17	Температура, тривалість, наявність чужорідної мікрофлори	Термометр, годинник, мікробіологіч- ний метод	Кожну операцію	28-32 °С, 48 год, відсутність
ДР 5.1. Приготування поживного середовища Кт 18	Температура, тиск, час	Автоматичний регулятор температури, манометр, технічний, годинник	Кожну операцію	110°C, 0,1 МПа, 20 хв
ДР 5.2. Стерилізація поживного середовища Км 19	Стерильність	Висів на чашки Петрі	Кожну операцію	Стерильне
ДР 5.3. Культивуван ня чистої культури МКБ Кт 20, Км 21	Температура, тривалість, наявність чужорідної мікрофлори	Термометр, годинник, мікробіологічний метод	Кожну операцію	48-52 °С, 24-48 год, відсутність
ТП 6.1. Замішування компонентів заварки Кт 22	Температура, однорідність	Термометр	Кожну операцію	83-85 °С.

ТП 6.2. Охолодження заварки Кт 23	Температура	Термометр	Кожну операцію	50-55 °С
ТП 7.1. Перша стадія розведення Кт26	Температура, час, кислотність	Термометр, годинник	Кожну операцію	20-24 год, 48-52 °С, 10-12 град
ТП 7.2. Друга стадія розведення Кт27	Температура, час, кислотність	Термометр, годинник	Кожну операцію	12-14 год, 48-52 °С, 12-14 град
ТП 8.1. Перша стадія розведення Кт28	Температура, час	Термометр, годинник	Кожну операцію	12-15 год, 28-32 °С
ТП 8.2. Друга стадія розведення Кт29	Температура, час, кислотність	Термометр, годинник	Кожну операцію	5-6 год, 28- 32 °С, 8-12 град
ТП 9.1. Перше розведення Кт30	Температура, час	Термометр, годинник	Кожну операцію	28-32 °С, 5- 6 год
ТП 9.2. Друге розведення Кт31	Температура, час	Термометр, годинник	Кожну операцію	28-32 °С, 3- 4 год
ТП 10. Контроль якості готової продукції Кт32, Кб33, Кх34	Режим культивування, температура, рН, тривалість, наявність чужорідної мікрофлори	Термометр, рН – метр, годинник, мікробіологіч- ний метод	Кожну операцію	
ПМВ 11. Пакування та маркування готової продукції Кт35	Маса, кількість у упаковці, цілісність	Автоматично	Кожну операцію	
ЗВ 12.1. Знешкодження рідких відходів Км36, Кх37	Концентрація відходів	Кількісний хімічний аналіз та мікробіологічний	Кожну операцію	

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

3.1. Обґрунтування доцільності використання після спиртової мелясної барди для одержання кормового білкового препарату

В сучасних умовах, бурхливий розвиток технологій зводиться до використання маловідходних та безвідходних технологій, особливо в переробних галузях народного господарства. Одним із таких напрямків – спиртова промисловість. У технологічному процесі виробництва харчового етилового спирту чи паливного біоетанолу використовуються крохмаловмісні сільськогосподарські культури, деревина, органічні відходи багаті клітковиною, а також побічний продукт переробки цукрових буряків – меляса [22-25].

Виробництво спирту щорік збільшується через його значне використання галузях промисловості (рис. 3.1.). із збільшенням виробництва спирту зростає кількість й побічних продуктів, що вимагає додаткових коштів та розробки технологій для їх утилізації.

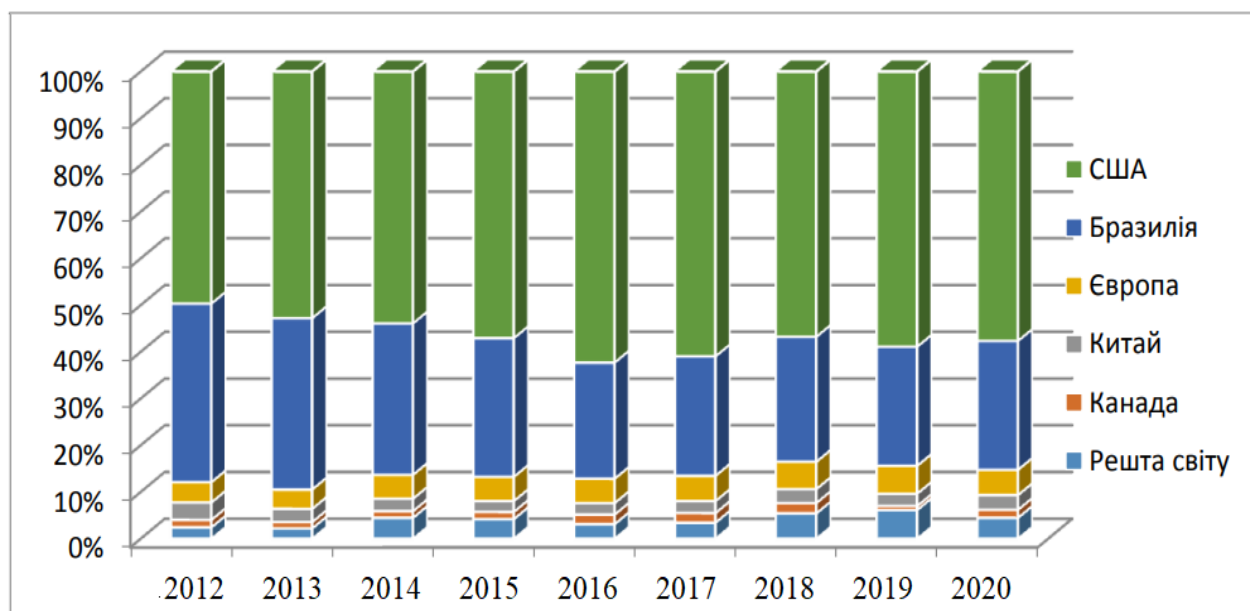


Рис.3.1. Динаміка виробництво спирту країнами найбільшими виробниками в розрізі 2012 - 2020 років [34].

Однією із найгостріших екологічною проблемою є утилізація побічних продуктів спиртового виробництва, а саме після спиртової браги. Цей продукт, із вмістом 8,0-10,0% сухої речовини не може довго зберігатися, його попит на ринку має сезонний характер, використовується сільськогосподарськими підприємствами здебільшого взимку. А в інші пори року його необхідно зберігати у відповідних сховищах або полях фільтрації, що несе навантаження на довкілля.

Вихід після спиртової барди становить 11-12 дм³ на 1 дм³ (табл. 3.1) виробленого спирту. Таким чином, на заводі продуктивністю 60 м³ спирту на добу вихід сирої після спиртової барди становить 600-900 м³. У ній міститься 5-15% сухих речовин, з яких 26-28% протеїну. Через 2-3 доби після отримання барди і викиду її на поля фільтрації, відбувається її розклад з виділенням небезпечних і отруйних речовин, що приносить, цим самим, величезної шкоди довкіллю [18, 42].

Загальна потужність державного підприємства "Укрспирт" становить понад 360 000 м³ на рік, що в перерахунку на барду становить 3,6-5,4 млн. м³ [46]. Отже, як було сказано вище, з ростом обсягів виробництва етилового спирту, в тому числі через розширення його застосування в якості біопалива, проблема переробки після спиртової барди набуває великої екологічної значимості [23].

Таблиця 3.1

Вихід барди та її кормова цінність у процесі одержання спирту із різних видів сировини

Вид сировини	Вихід спирту з одиниці сировини, дал/т	Кормова цінність сировини, 1 кг корм. од.	Вихід барди, дал/дал спирту	Кормова цінність барди, 1 кг корм. од.
Картопля	9,8	0,30	12,0	0,04
Цукровий буряк	9,0	0,26	12,0	0,04
Пшениця	36,0	1,20	12,0	0,09
Кукурудза	37,5	1,34	12,0	0,12
Жито	35,4	1,18	12,0	0,08
Ячмінь	29,8	1,21	12,0	0,09
Меляса	31,0	0,77	11,0	–

За спиртового бродіння в процесі виробництва спирту перетворенню, в основному, підлягають вуглеводи (крохмаль та цукри), а всі решта поживних речовин у барді. Окрім того, в процесі бродіння зростає кількість біомаси дріжджів та кінцевих продуктів їх метаболізму (ростові фактори, вітаміни тощо). Підсумовуючи сказане, можна зробити висновок, що барда як побічний продукт у технології виробництва спирту є досить цінним продукт, який можна використовувати в різноманітних технологіях для вирішення потреб суспільства.

Для переробки барди використовують різні технології, їх ефективність наведена на рис. 3.2 і табл. 3.2.



Рис. 3.2. Принципова технологічна схема утилізації побічних рідких відходів у процесі виробництва спирту

Ефективність існуючих технологій переробки барди [45]

Технології переробки барди	Енерго-ефективність	Вартість впровадження	Вартість експлуатації	Простота експлуатації	Необхідна виробнича площа
З отриманням кормових дріжджів	••	••••	•	•••	••••
З випарними станціями та сушкою	•	•••••	•	••••	••••
З виробництвом біогазу	•••••	•••	••	•	•
З сепаруванням та фільтрацією	•••	••	••	••	•••
З фізико-хімічним осадженням	••••	••	•	••	••

Примітки:

1. • – найменше значення;
2. ••••• – найбільше значення.

Проаналізувавши табл. 3.2. можна стверджувати, що однією із ефективних технологій переробки барди є виробництво кормових дріжджів. Враховуючи те, що кормові дріжджі мають високу кормову цінність і їх можна ефективно як кормову добавку (табл. 3.3), використовувати для балансування поживності кормів і тим самим сприяти підвищенню продуктивності тварин, що є ще одним переконливим аргументом на користь виробництва кормових дріжджів.

У процесі утилізації барди шляхом виробництва кормових дріжджів безпосередньо на спиртовому заводі проходять наступні технологічні процеси:

- значне скорочення обсягів водоспоживання спиртзаводу;
- скорочення обсягів виробничих стічних вод;
- отримання додаткових джерел доходу (кормових дріжджів);
- звільнення територій, зайнятих під складування відходів;
- видалення неприємних запахів [31, 42-44].

Органічні та мінеральні речовини в складі м'ясної барди, % СР

Сполуки	Вміст в м'ясній барді, % до сухої речовини
Білок (N×6,25)	11-12
Незброджений цукор	4-7
Гліцерин	7-9
Карбонові кислоти	13-20
Бетаїн	8-10
Глутамінова кислота	6-9
Інші амінокислоти	1-3
Гумін, меланоїдини, глюкозиди	10-15
Всього органічних сполук	68-72
K ₂ O	12,0-15,0
Na ₂ O	2,5-3,5
CaO	0,2-1,3
P ₂ O ₆	0,2-0,3
Інші неорганічні сполуки	10,5-11,9
Всього неорганічних сполук	26-32

3.2. Технологічні особливості культивування кормових дріжджів на мелясній бардові

Кормові дріжджі – це концентрована білкова добавка до кормів, використовуваного на багатьох сільгосп підприємствах і комбикормових заводах. Вміст білка в кормових дріжджах може перевищувати 45...46%. Комбінація мікробного дріжджового білка з рослинним робить дріжджовий кормовий концентрат (ДКК) не просто кормовою добавкою з високим вмістом білка, а справжньою основою кормів для свинарства та птахівництва без дієтологічних обмежень, пов'язаних з амінокислотним складом і засвоєнням протеїнів з зернового джерела [41].

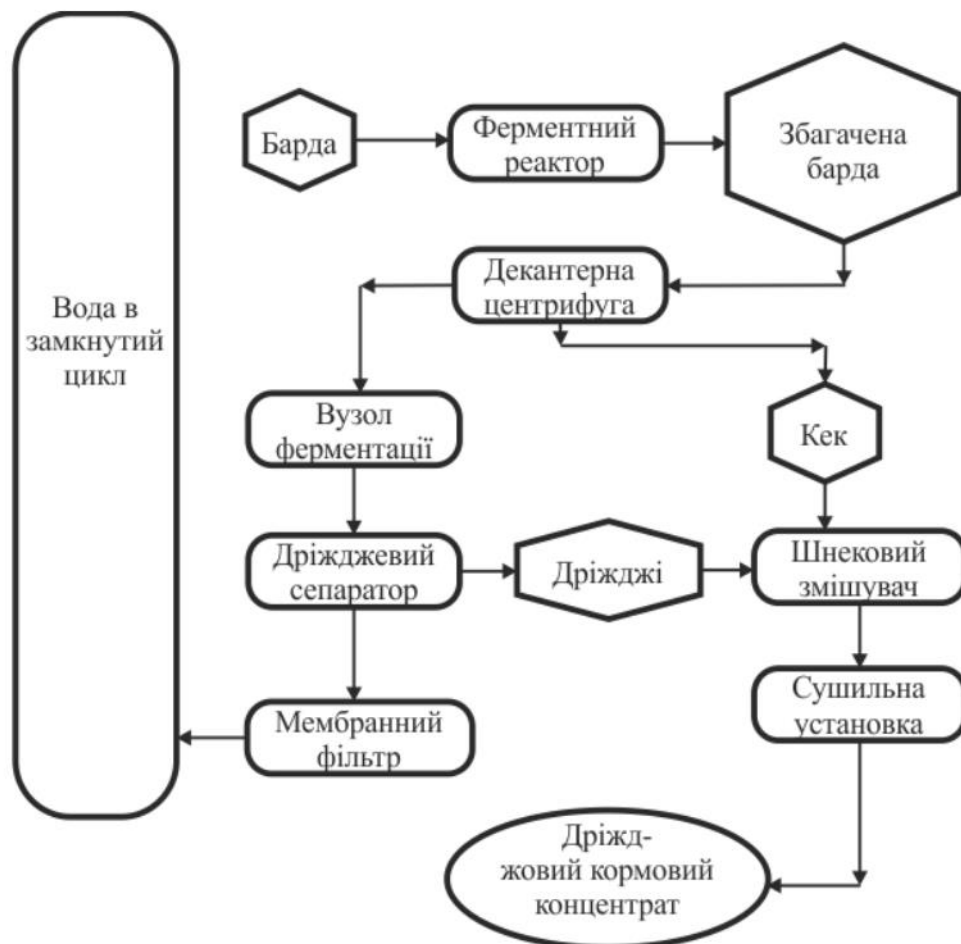


Рис. 3.3. Загальна схема виробництва дріжджового кормового концентрату

Загальна схема виробництва дріжджового кормового концентрату наведена на рис.3.3, а сам процес проходить наступними технологічними ланками із апаратурним забезпеченням:

Підготовка барди

Гаряча барда надходить на теплообмінник і далі в апарати ферментативного гідролізу, де відбувається біохімічне збагачення барди за рахунок переведення в розчинний стан частини зважених речовин, для подальшої їх утилізації дріжджами. При цьому, в результаті ферментного гідролізу клітковини утворюються засвоювані дріжджами органічні сполуки.

Асиміляція цих поживних речовин робить можливим переробляти небілкову частину зважених речовин барди в кормові дріжджі, тим самим підвищивши загальний вміст білка в готовій продукції і, відповідно, її поживну цінність [39, 40].

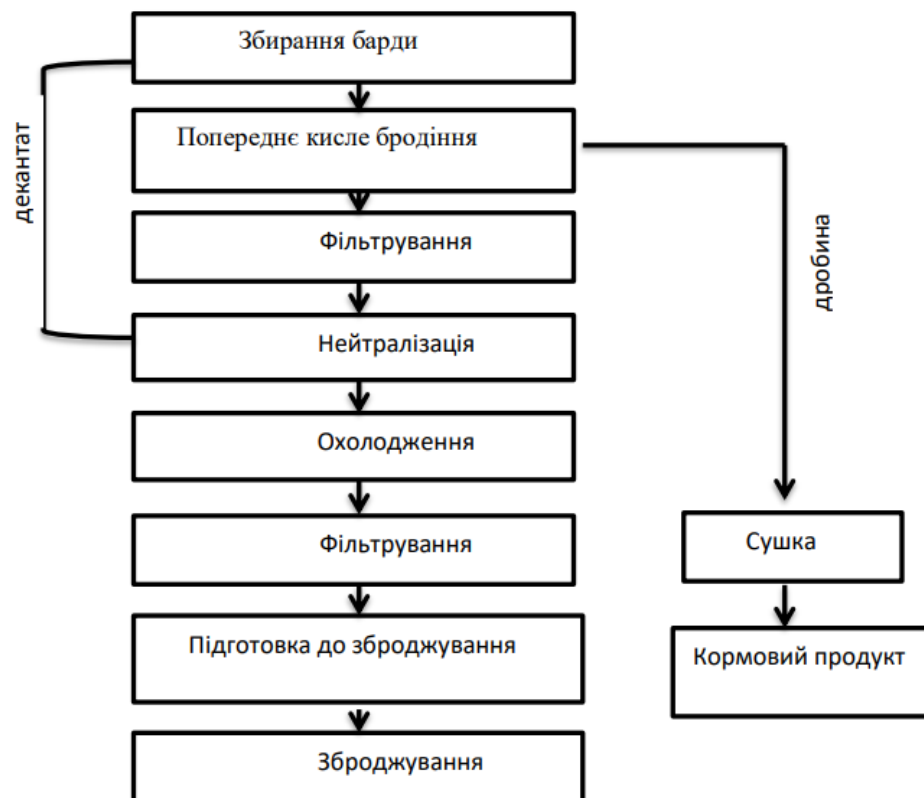


Рис. 3.4. Технологічний процес підготовка барди

Приймання та центрифугування підготовленої барди

Підготовлена барда надходить в напірну ємність і далі насосом на

батарею з двох декантерних центрифуг. На центрифугах з суспензії барди виділяються дві фракції: фракція вологих зважених речовин (кек) і рідка фракція (фугат). Вологий кек самовивантаженням подається безпосередньо або за допомогою гвинтового конвеєра в шнековий змішувач. Фугат надходить самопливом у збірник фугата (ферментний реактор).

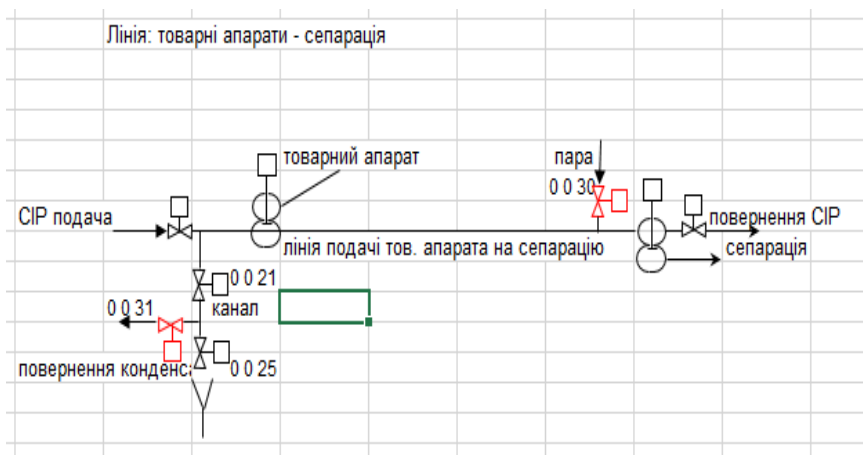


Рис.3.5. Технологічна схема сепарації

Підготовка субстрату для ферментації.

Субстрат для ферментації (процесу вирощування кормових дріжджів) являє собою фугат, збагачений поживними солями. Розчин поживних солей готується в загальному збірнику, в який надходять розчини з окремих витратних ємностей. Поживний розчин солей із загального збірника самопливом подається в збірник фугату. Потім отримана суміш насосом подається на першу щабель ферментації [39, 40].

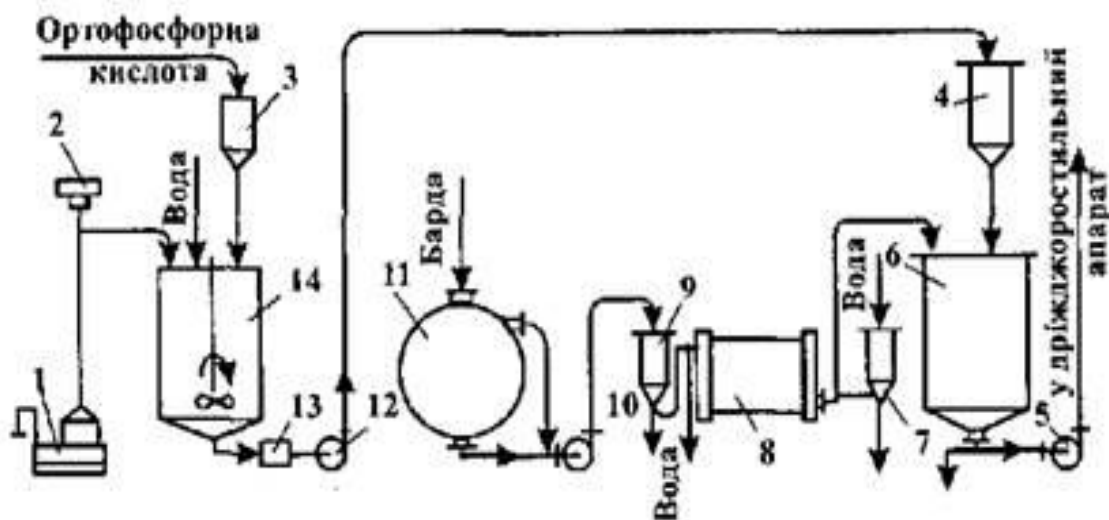


Рис. 3.6. Апаратурно-технологічна схема приготування поживного середовища із м'ясної барди: 1 – вага; 2 – тельфер; 3 – мірник; 4 – мірник-

дозатор; 5 – помпа; 6 – збірник-змішувач; 7 – фільтр; 8 – теплообмінник; 9 – фільтр; 10 – помпа; 11- стерилізатор; 12 – центробіжна помпа; 13 – вловлювач; 14 – збірник-розчинник
Ферментація.

Підготовка чистої культури дріжджів.

На першій стадії чиста культура з пробірки вирощується стандартним способом з використанням дріжджанок. Отриману дріжджову суспензію подають у ферментатор, де її доводять до необхідного об'єму.

Посівний матеріал розмножують з чистої культури у п'ять послідовних стадій. У лабораторній стадії культуру вирощують на качалці за нормальної температури 30⁰С, спочатку у колбах зі 100 мл мелясної сусла, а потім у колбах на 500 мл сусла впродовж 16-24 год. Із двох колб по 500 мл дріжджі переносять із дотриманням правил стерильності в АЧК (апарат чистої культури) ємністю 15 л. Потім продовжують культивувати в АКЧ ємністю 150 і 1500 л, заповнених суслем на 2/3 [39, 40].

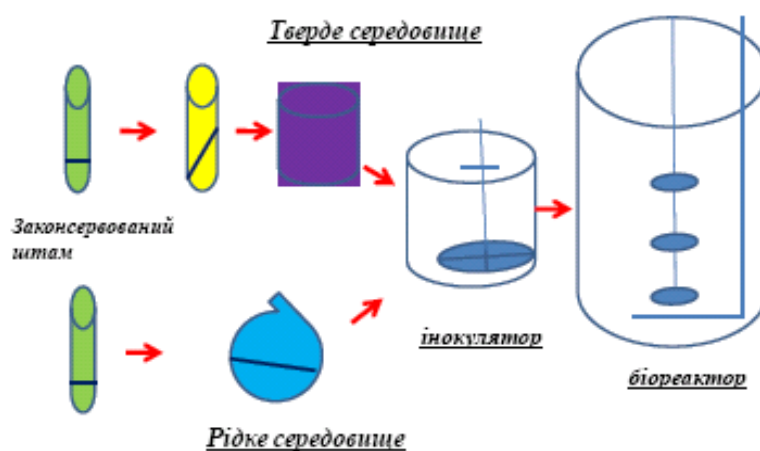


Рис. 3.7. Приготування посівного матеріалу

Перша ступінь ферментації.

Суміш фугату і поживних солей з змішувального збірника подається в ферментатор, через який проводиться барботаж повітря від повітродувки. Температура ферментації підтримується за допомогою рециркуляції дріжджової суспензії насосом через зовнішній теплообмінник. Заданий рівень кислотності підтримується шляхом добавки сірчаної кислоти. Спінена

дріжджова суспензія з ферментатора самопливом надходить у флотатор, де відбувається відділення згущеної біомаси дріжджів від дріжджової бражки. Дріжджова бражка з флотатора насосом подається на ферментатор 2 ступені [39, 40].

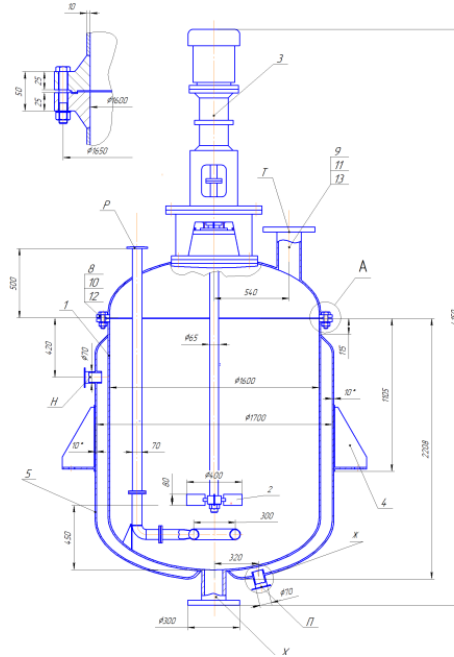


Рис. 3.8. Будова ферментера
Друга ступінь ферментації.

Відфільтрована дріжджова бражка з флотатора подається на другий ступінь ферментації. У другому ферментаторі бражку барботують повітрям. Температура ферментації підтримується за допомогою рециркуляції дріжджовий суспензії насосом через зовнішній теплообмінник.

Заданий рівень кислотності підтримується шляхом добавки сірчаної кислоти. Спінена дріжджова суспензія з ферментатора самопливом надходить у флотатор, де відбувається відділення згущеної біомаси дріжджів від дріжджовий бражки. Рідка фаза дріжджової суспензії відбирається і надходить на доочистку на установки мембранної фільтрації або безпосередньо на очисні становки. Частина рідкої фази може бути повернута в технологію виробництва спирту на ділянку замісу [39, 40].

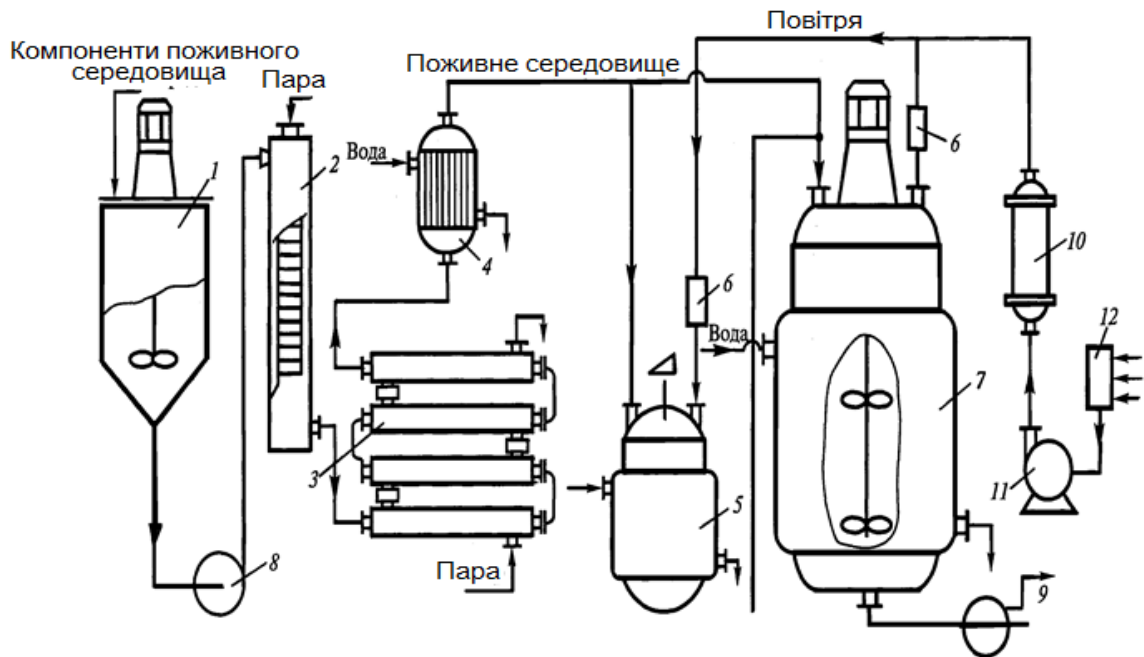


Рис. 3.9. Принципова технологічна схема процесу глибинного культивування дріжджів – продуцентів кормового білка:

1 – змішувач поживного середовища (ПС); 2 – колонка для безперервної стерилізації ПС; 3 – теплообмінник-витримувач; 4 – теплообмінник для охолодження ПС; 5 – інокулятори; 6 – фільтр для очистки повітря; 7 – ферментер; 8,9 – помпи; 10 – масляний фільтр очистки повітря; 11 – компресор; 12 – головний фільтр для очистки повітря.

Флотація.

У флотатор надходить спінена дріжджова суспензія з обох ступенів ферментації. Шляхом флотації дріжджова суспензія розділяється на флотоконцентрат з вмістом дріжджової біомаси і рідку фазу - дріжджову бражку. Флотоконцентрат насосом подається на сепарацію, а бражка - на мембранні установки або на очисні споруди.

Флотація може бути використана при двостадійному способі культивування, коли не вимагається повне виділення біомаси з браги, що надходить на 2-у стадію вирощування. При цьому зменшується потреба в сепараторах і насосах, знижується споживання електроенергії.

Для нормальної роботи флотатора дріжджі вирощують без додавання хімічних піногасників, оскільки наявність їх у бражці сильно знижує флотаційну здатність дріжджів, внаслідок чого концентрація їх у залишку

значно зростає і досягає 12-15 г/л проти 2-4 г/л при відсутності піногасників [39, 40].

Сепарація дріжджів.

Найефективніше харчові та кормові дріжджі виділяються сепаруванням, заснованої на використанні відцентрової сили. Дріжджові клітини, як більш щільні відкидаються до периферії барабана, а брага, як більш легка, розподіляється ближче до осі обертання. Швидкість виділення дріжджів в сепараторах в тисячі разів перевищує їх осадження у відстійниках. Тривалість перебування бражки в барабані сепаратора 2-5 с.

На сепараторах відбувається подальше згущення флотоконцентрату. Згущений флотоконцентрат надходить на барабанний вакуум-фільтр, а сепарована дріжджова бражка – на мембранні установки. На барабанному вакуум-фільтрі проводиться остаточне згущення дріжджів, після чого дріжджова маса зрізається з полотна вакуум-фільтра і подається в шнековий змішувач [39, 40].

Опромінення дріжджів.

При вирощуванні *Sand. Tropicalis* СК-4 на мелясній бардові вміст ергостерину в сухих дріжджах коливається в межах 0,3-0,6%. Ергостерину під впливом ультрафіолетових променів перетворюється у вітамін D₂. Ультрафіолетові промені проникають в рідкі дріжджі тим краще, коли дріжджова суспензія добре відмита від забарвлених продуктів середовища. У сухому порошкоподібному стані дріжджі опромінюються при русі їх на транспортерній стрічці. Коли опромінюються дріжджі при висушуванні на вальцьових сушарках їх необхідно подрібнити в порошок.

Отримання ДКК.

Відокремлений на декантерній центрифугі кек і згущені на вакуум-фільтрі дріжджі надходять в шнековий змішувач, в якому протягом 8-15 хв відбувається їх безперервне перемішування до однорідної маси грудок. Вологу суміш кеку і дріжджів подається транспортером в сушильну роторно-трубчасту піч. У сушильній печі відбувається остаточна сушка продукції.

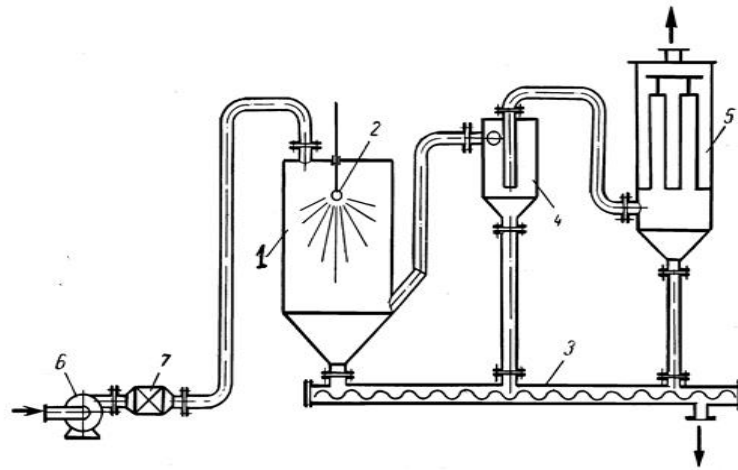


Рис.3.10. Розпилювальна сушка:

1 – камера; форсунка; 3 – шнек для вивантаження висушеного матеріалу; 4 – циклон; 5 – рукавний фільтр; 6 – вентилятор; 7 – калорифер.

При тривалому витримуванні дріжджової суспензії (20-25⁰С) відбувається слабе бродіння, що викликається не тільки дріжджовими клітинами але і посиленням розвитком бактерій. Для усунення цього, дріжджову суспензію, що містить в 1 л 400-500 г біомаси перед висушуванням піддають термолізу шляхом витримування при 75⁰С впродовж 45 хв. При цьому дріжджові клітини і супутня їм мікрофлора повинні бути вбиті. Це перш за все необхідно тому, що живі дріжджі погано засвоюються організмом тварини і можуть довгий час жити в його травному тракті [39, 40].

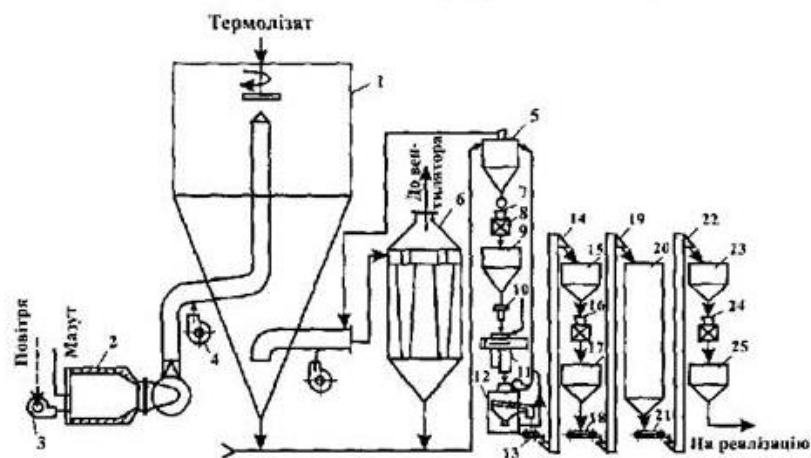


Рис.3.11. Апаратурно-технологічна схема сушки, гранулювання та зберігання дріжджів

Пакування, складування та зберігання дріжджів

Сухі кормові дріжджі упаковують в паперові крафт-мішки (з клапанами або відкриті). Більш досконала упаковка дріжджів в паперові мішки з автоматичним зважуванням на вагах з зашивкою спеціальною машиною. Хімічний і вітамінний склад кормових дріжджів вологістю 8-10%, які зберігається в паперових мішках впродовж 6-12 місяців змінюється незначно. Необхідна стабільність дріжджів досягається при зниженій температурі і відносній вологості повітря не більше 65%.

Очистка стоків.

В процесі виробництва забезпечується частково замкнутий цикл водокористування, коли очищена вода може бути повернута в виробничий процес або може бути скинута в наявні очисні споруди [39, 40].

3.3. Вплив аерації на активність росту біомаси кормових дріжджів та оптимізація окремих технологічних ланок виробництва кормових дріжджів

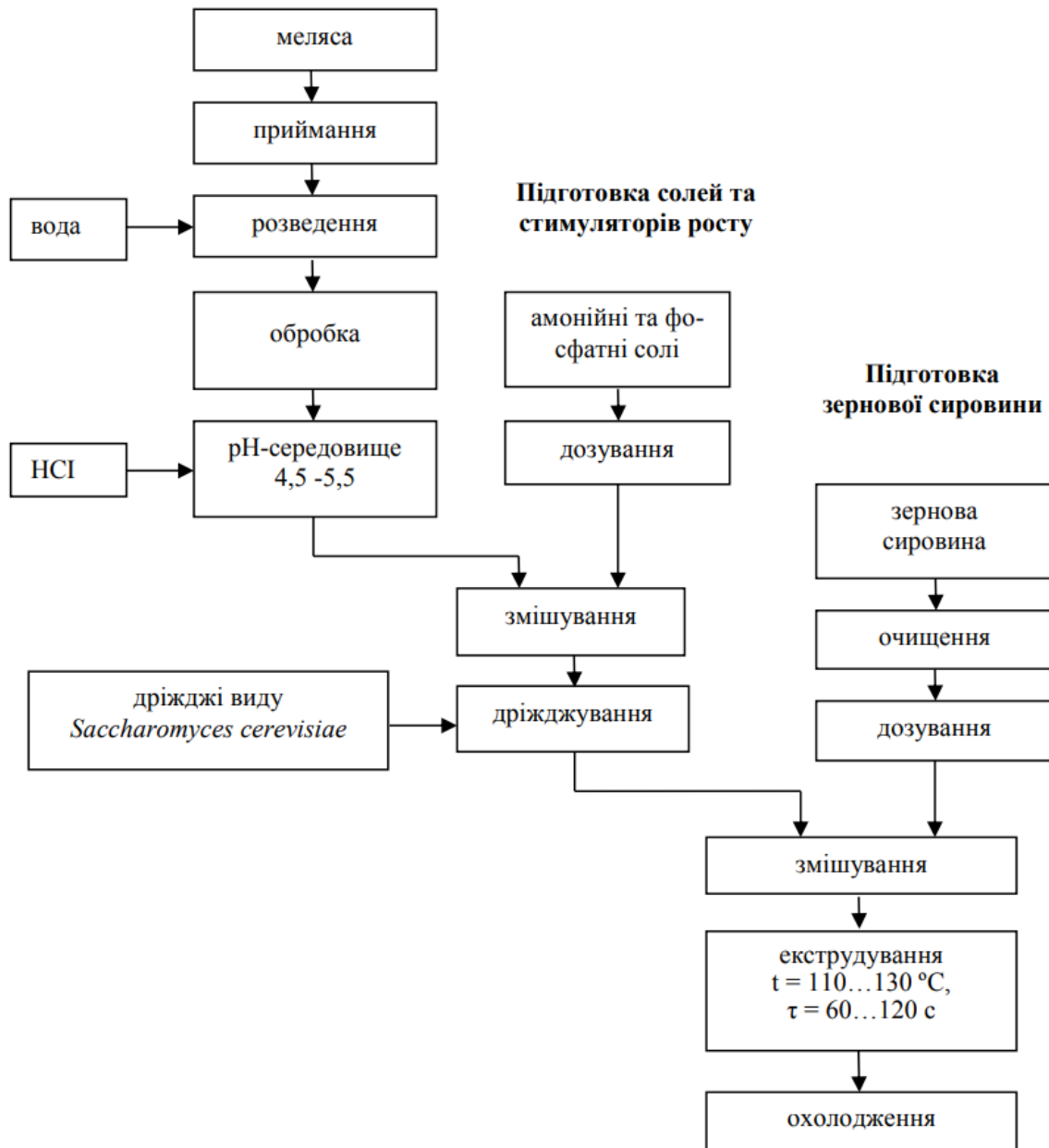


Рис. 3.12. Принципова технологічна схема виробництва БВД на основі кормових дріжджів [36].

На рис. 3.12 наведена принципова технологічна схема виробництва кормових дріжджів. За класичною номенклатурою кормові дріжджі

називають біомасу грибів популяції *Candida* і дріжджів, які використовуються в технології одержання спирту. У складі клітин перерахованих популяцій дріжджів та грибів міститься до 20-25% сухих органічних речовин, таких як білки, жири, клітковина та БЕР (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Характеристика хімічного складу кормових дріжджів вирощених на різних субстратах

Речовини,%	Дріжджі, вирощені на		
	Сульфітний луг і гідролізно-бардові	Зерно-картопляно-бардові	Мелясо-бардові
Протеїн	45-52	47-55	48-56
Вуглеводи	13-16	22-25	14-17
Жири	2-3	2-5	3-5
Безазотисті речовини	20-37	22-30	22-33
Зола	8-11	7-9	8-12

Як видно із наведеної таблиці кормові дріжджі вирощені на після спиртовій мелясній барді, за основними показниками (протеїном, ліпідами, БЕР та золюю), переважають аналоги вирощені на гідролізній барді та зерново-картопляній барді. Вміст основного поживного компоненту – протеїну, за яким ведеться контроль, згідно із стандартними вимогами, є в межах 48-56%, що на 3-11% переважає вимоги ДСТУ (не менше 45%). Засвоюваність білкових компонентів стандартних кормових дріжджів має бути на рівні не менше за 35% [36].

У процесі культивування популяцій продуцентів кормових дріжджів утворюється значна кількість побічних біологічно активних речовин, серед яких, в першу чергу водорозчинні вітаміни групи В. Вміст водорозчинних

вітамінів у кормових дріжджах значно перевищує їх вміст в інших видах кормів (мг/кг): V_1 – 6,2-8,0; V_2 – 44,0-130,0; V_3 – 28,0-44,0; V_5 – 23,0-30,0; V_6 – 500,0-504,0; V_{12} – 0,2; V_c – 11,2-23,0; V_{10} – 2910-3800; Н – 1,0-1,1; D_3 – 2080 [27]. Серед різних видів дріжджів, кормові дріжджі за основними елементами живлення та вітамінним вмістом не поступаються, а навіть переважають інші види дріжджів (табл. 3.5-3.6).

Таблиця 3.5

Вміст основних компонентів живлення досліджуваних дріжджів,
% до сухої речовини

Дріжджі	Сирий протеїн	Сирий жир	Зола	Біологічно екстрактивні речовини
Пекарські	44–46	1,5–2,5	7–10	30–40
Пивні	51–58	2,0–3,0	8–9	25–30
Кормові	47–53	2,5–3,0	8–11	27–40

Таблиця 3.6

Вміст вітамінів у досліджуваних дріжджах (мг на 100 г)

Дріжджі	Вітаміни		
	V_1	V_2	ергостерин – провітамін D
Пивні	5–7	4	200
Пекарські	2–3	6	2000
Кормові гідролізні	1,4–2,2	6	2500

У технології культивування грибів та дріжджів важливу увагу необхідно приділяти активній аерації та масообміну між клітинами-продуцентами та поживним середовищем. Оскільки, гриби та дріжджі є аеробними мікроорганізмами, то в поживне середовище постійно має надходити кисень та виводитися кінцеві продукти метаболізму, зокрема вуглекислий газ.

З цією метою, в технологічний ланцюг виробництва кормових дріжджів необхідно додатково вводити технологічну ланку щодо підвищення масообміну між клітинами продуцентів і поживним середовищем та безперервну подачу атмосферного повітря. Для вирішення даної проблеми використовують роторно-пульсаційний апарат (рис.3.13).

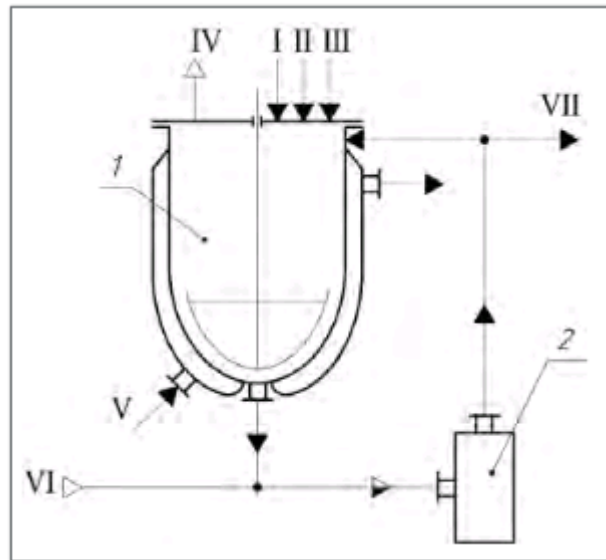


Рис. 3.13. Культивування субстрату для виробництва кормових дріжджів за використанням роторно-пульсаційного апарату (2)

Надходження поживних речовин (джерел Нітрогену, Фосфору, Карбону, сполук Ca, K, Na, Fe, Mg у незначній кількості) та розчиненого кисню у поживному середовищі повинні бути в такій концентрації, щоб їх кількість повністю використовувалась як дріжджами, так й дріжджеподібними грибами. За таких умов можна домогтися оптимального росту біомаси продуцентів, а значить й кількості виходу маси кормових дріжджів.

Експериментальні дослідження щодо зміни режимів пульсації та кількості проведених циклів механічної подачі кисню з використанням роторно-пульсаційного механізму в процесі культивування продуцентів кормових дріжджів наведено на рис. 3.14. Як видно із наведеного рисунку, можна стверджувати, що оптимальним значенням, із економічної

доцільності, є використання пульсації 2,5 кГц із одночасним зменшенням кількості циклів обертання до трьох.

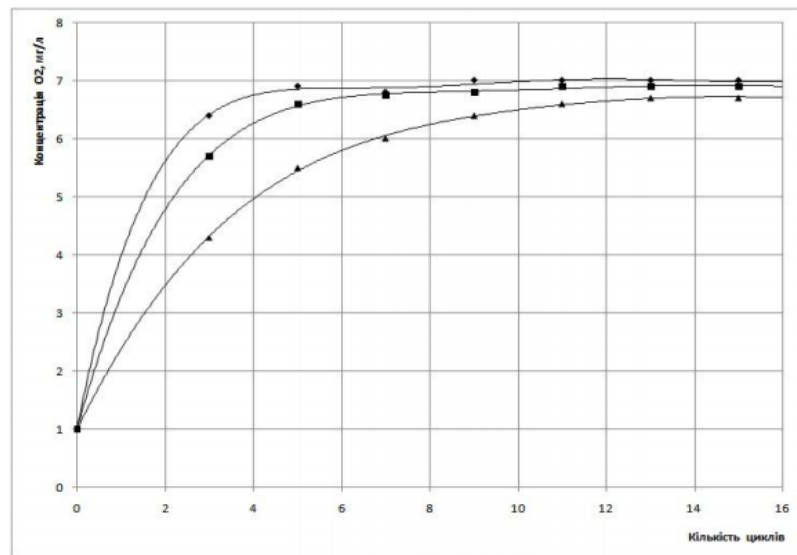


Рис.3.14. Насичення киснем поживного середовища залежно від частоти пульсацій та циклів обертання ротора: \blacklozenge - 3,0 кГц; \blacksquare - 2,5 кГц; \blacktriangle – 2,0 кГц (

Поряд із цим, потрібно зазначити, що за використанням частоти пульсації 2,0 – 3,0 кГц та кількості циклів обертання ротора від 2 до 16 не вдалося культуральному середовищі підвищити концентрацію вуглекислого газу як одного із показників активності метаболічних процесів у клітин-продуцентів. Очевидно це пов'язано із не достатньою кількістю розчиненого кисню в поживному середовищі.

На його абсорбцію впливає температура, вміст сухої органічної речовини і гідродинамічна обстановка на межі розділу фаз. З метою визначення впливу аерації на приріст біомаси дріжджів була поставлена серія експериментів з вирощування кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді з вмістом сухих речовин 8,5% (рис.3.15). Повітря подавалося за допомогою компресора. Обсяг культуральної рідини становив 30 л. Результати досліджень представлені у вигляді залежності концентрації біомаси дріжджів (75% вологості) від часу культивування за різної витрати повітря на аерацію.

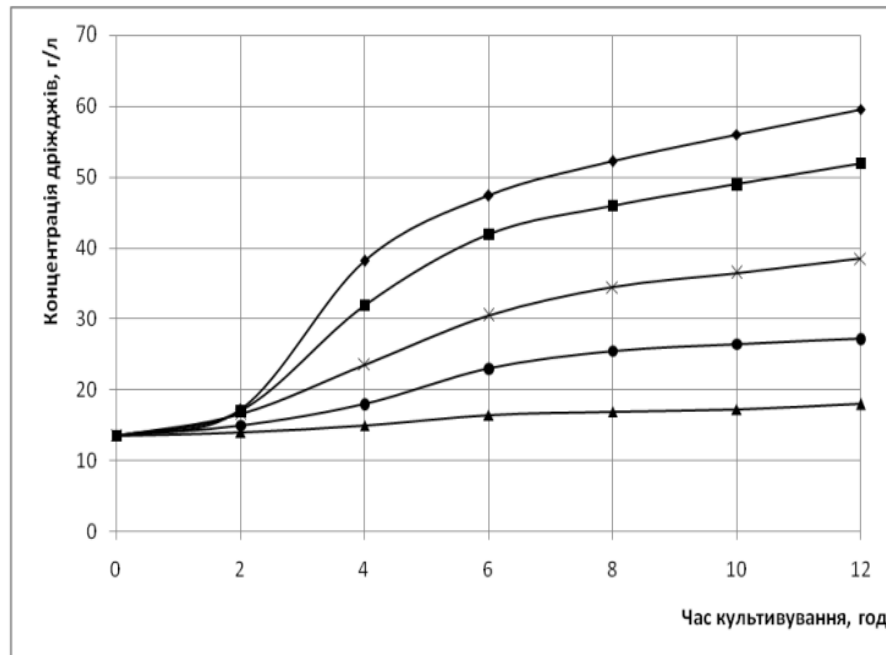


Рис. 3.15. Динаміка зміни вмісту біомаси кормових дріжджів залежно від вмісту розчинного кисню та часу ферментації: ▲ - без аерації; ● - 10 л/л год; × - 20 л / л год; ■ - 40 л / л год; ◆ - 60 л / л год

Динаміка зростання біомаси кормових дріжджів безпосередньо залежить від вмісту розчиненого кисню в поживному середовищі та часу ферментації. Найвищою продуктивністю приросту біомаси кормових дріжджів було досягнуто за аерації повітрям поживного середовища в дозі 60 г / л год. За менших доз примусової аерації: 10 л/л год; 20 л / л год та 40 л / л год приріст біомаси кормових дріжджів був відповідно на 114%, 58% та 16% нижчим порівняно із аерацією в дозі 60 л / л год.

Така висока доза аерації (60 л / л год) поживного середовища для вирощування кормових дріжджів, як було зазначено вище, полягає в низькому ступеню розчинності кисню.

В процесі культивування продуцентів кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді дріжджі та дріжджеподібні гриби активно використовують поживні речовини субстрату (табл. 3.7). Найактивніше вони використовують для потреб життєдіяльності гліцерил, низькомолекулярні та високомолекулярні органічні кислоти, редукуючи та органічні сухі речовини.

Таблиця 3.7

Використання поживних речовин продуцентами кормових дріжджів

Компоненти	Вміст, %		Відсоток споживання
	до вирощування	після вирощування впродовж 12 год	
Загальні сухі речовини	8,3	7,0	15,7
Органічні сухі речовини	6,1	4,2	31,4
Редукуючі речовини	0,28	0,15	46,4
Карбонові кислоти нелеткі	1,15	0,43	62,6
леткі	0,031	0,015	51,6
Гліцерин	0,62	0,20	67,8
Азот загальний	0,34	0,30	11,8
Бетаїн	1,33	1,25	6,0
Глутамінова кислота(після кислотного гідролізу)	0,48	0,43	10,1
Неорганічні сполуки	2,20	2,14	2,7

Одержані кормові дріжджі, які відповідають вимогам стандарту (табл. 3.8) в основному використовуються як інгредієнт у дозі 5–10% для приготування комбікорму для моногастричних і жуйних тварин, риб та птиці.

Таблиця 3.8.

Якісні показники кормових дріжджів

№ п/п	Показники якості кормової добавки	Характеристика показників
1	Зовнішній вигляд	Однорідний сипучий продукт
2	Колір	Від сіро-жовтого до сіро-коричневого
3	Запах	Рослинно-дріжджовий без стороннього запаху (плісняви, затхлості)
4	Крупність помелу, сито діаметром 3 мм, % не більше	5,0
5	Вологість, % не більше	10,0
6	Вміст білка, % не менше: - ПСР - АСР	36,0 40,0
7	Вміст вуглеводів, %	25,0
8	Вміст ліпідів, % не більше	7,0

9	Вміст клітковини, %	8,0
10	Вміст кальцію, %	10,0
11	Вміст фосфору, %	11,0
12	Загальне бактеріальне обміненіння тис.кл. в 1 г., не більше	150
13	Токсичність	Не допускається

На рис. 3.16 наведена принципова технологічна схема одержання кормових дріжджів, на якій можна виділити основні агрегати, від яких, в першу чергу залежить інтенсивність виходу готової продукції.

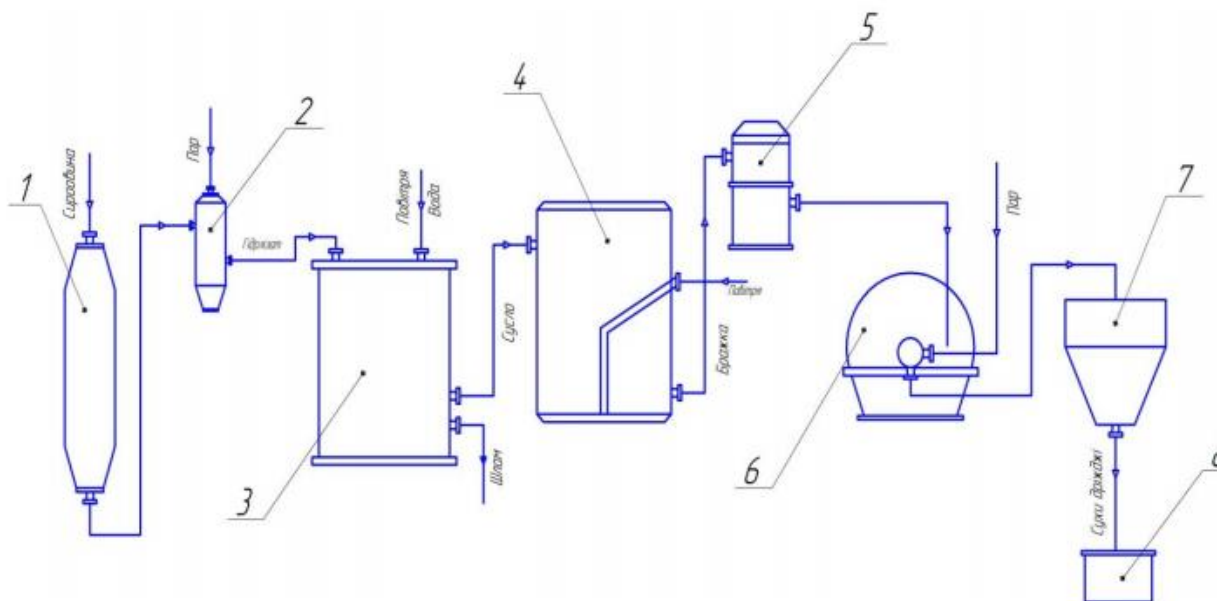


Рис.3.16. Принципова технологічна схема одержання кормових дріжджів [33]: 1 – гідролізний апарат; 2 – випарник; 3 – відстійник; 4 – ферментер; 5 – сепаратор; 6 – вакуум-фільтр; 7 – сушарка; 8 – збірник

До цих технологічних ланок відносяться: культиватор (основний ферментер), де проходить ферментація базового субстрату та нагромадження біомаси продуцента; сепаратор, де відбувається за допомогою відцентрових

сил концентрування біомаси дріжджів та дріжджеподібних грибів та сушарка, де проходить заключний етап одержання кормових дріжджів.

Ферментер – це апарат для культивування мікроорганізмів в живильному середовищі. В ньому підтримуються сприятливі умови для життя і розмноження мікроорганізмів: температура, склад повітря та вологість. Одним з недоліків даного апарату є те, що під час ферментації можливе утворення застійних зон. Тому найкращим вдосконаленням – є перемішуючий пристрій, який би забезпечив рівномірне розподілення тепла та живильного середовища по всьому об'єму апарата. Основними недоліками сепаратора і сушарки є важкість в обслуговуванні, а саме очищення апаратів від сировини, що залишалася на їх стінках

Метою модернізації даної лінії виробництва – є збільшення продуктивності, за рахунок вдосконалення: ферментера, сепаратора та стадії сушіння.

3.4. Ефективність використання кормових дріжджів одержаних на мелясній барді у живленні поросят на вирощуванні

Як було сказано вище концентрат препарату кормових дріжджі є високоефективна кормова добавка для одержання повноцінних, збалансованих за основними елементами живлення, концентрованих кормів для сільськогосподарських тварин, хутрових звірів, птиці та риби. Протеїн біомаси дріжджів та дріжджеподібних грибів більшою мірою засвоюється організмом (87-90%.) порівняно із протеїном рослинного походження (біля 80%). У склад кормового препарату входять всі замінимі та незамінимі амінокислоти, велика кількість водо- та жиророзчинних вітамінів, макро- та мікроелементів в оптимальному співвідношенні.

Однак, для нормування кормів дріжджовою кормовою добавкою для живлення тварин є певні застереження, через те, що кормові дріжджі – продукт життєдіяльності дріжджів та дріжджеподібних грибів і надмірне їх споживання може призвести до розвитку захворювання – кандидамікоз. Тому регламентовані оптимальні норми використання дріжджових препаратів для нормування та збалансування концентрованих кормів [30]:

1. кури несучки – 7%;
2. кури бройлери – 7%;
3. свині дорослі – до 10%;
4. молодняк свиней – до 7%
5. велика рогата худоба – 5%.

Враховуючи вище наведені дані щодо норм використання препарату кормових дріжджів у науково-господарському, апробаційному досліді в умовах навчально-дослідного господарства “Комарнівський”, вивчали ефективність зведеної кормової суміші (42% дерть пшенична, 38% дерть ячмінна, 15% шрот соєвий та 5% кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді) на продуктивні показники молодняку свиней.

Для дослідження ефективності використання кормової добавки у вигляді дріжджового концентрату в дозі 5% від кормів основного раціону було за принципом груп-аналогів підбрано дві групи поросят великої білої породи по 20 голів у кожній (табл. 3.9)

Таблиця 3.9

Схема досліду

Група	К-сть тварин, гол.	Періоди дослідів			
		Зрівняльний		Обліковий	
		Характер годівлі	Тривалість, діб	Характер годівлі	Тривалість, діб
Контрольна	22	ОР	15	ОР	60
Дослідна	22	ОР	15	ОР+5% кормових дріжджів	60

Тварин утримували за однакових умов згідно із гігієнічними вимогами з дотриманням зоотехнічних регламентів щодо живлення тварин (кормову суміш як дослідній так й контрольній групам тварин згодовували в сухому вигляді з необмеженим доступом до води). Результати досліджень на 60 день експерименту наведені в табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Динаміка зміни продуктивних якостей молодняку свиней на вирощуванні. $M \pm m$, $n=20$

Показник	Група	
	Контрольна	Дослідна
Жива маса на початку досліду, кг	22,4±1,07	22,3±0,51
Жива маса на кінець досліду	45,9±1,04	54,2±0,47
Тривалість досліду, діб	60	60
Одержано приросту за обліковий період, кг	22,7±0,05	30,1±0,15
Середньодобовий приріст	388±0,85	516±0,25
± до контролю, г	-	+128
± до контролю, %	-	33,1
Витрачено корму на 1 кг приросту, к.од.	4,17	3,34
± до контролю, к.од.	-	-1,17
± до контролю, %	-	-25,1

Аналізуючи одержані дані щодо ефективності використання кормових дріжджів у живленні молодняку свиней можна стверджувати, що дана кормова добавка суттєво впливає на активність росту дослідної групи поросят. Середньодобові прирости свиней дослідної групи склали $516 \pm 0,25$ г та перевищували аналогічні показники контрольної групи ($388 \pm 0,85$) на 128 г (на 33,1%). Вищі середньодобові прирости поросят дослідної групи обумовили більшу на 7,8 кг їх живу масу.

Зрозуміло, що чим вища продуктивність, тим затрати кормів на 1 продукції є меншою. Така тенденція зберігається також в наших дослідженнях. Витрати кормів тваринами дослідної групи є на 25,1% нижчим порівняно із контрольною групою: 3,34 кг проти 4,17 кг на одиницю приросту.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. На основі літературних даних проведений аналіз сучасних технологій виробництва кормових дріжджів на після спиртовій мелясній барді. Вибрано найбільш оптимальний продуцент кормових дріжджів на мелясній барді – *Candida utilis* C-1 і *Candida tropicalis* СК-4.

2. Обґрунтована доцільність використання після спиртової мелясної барди для одержання кормового білкового препарату, досліджені вимоги до субстрату та допоміжних матеріалів. Запропоновано принципова апаратурно-технологічна схема культивування кормових дріжджів на мелясному субстраті.

3. На основі експериментальних досліджень щодо оптимізації технологічного процесу виробництва кормових дріжджів встановлено, що максимальну концентрацію дріжджів (60 г /л) можна отримати за насиченні поживного середовища ферментера повітрям у межах 60 л/л.

4. Модернізацію вище згаданого технологічного процесу можна проводити шляхом вдосконаленням: ферментера (використовувати перемішуючий пристрій, який би забезпечив рівномірне розподілення тепла та живильного середовища), сепаратора та стадії сушіння.

5. Досліджена зоотехнічна ефективність комбікормів, збагачених кормовими дріжджами, в умовах науково-дослідного господарства «Комарнівський».

Дана кормова добавка суттєво впливає на активність росту дослідної групи поросят. Середньодобові прирости свиней дослідної групи склали $516 \pm 0,25$ г та перевищував аналогічні показники контрольної групи ($388 \pm 0,85$) на 128 г (або 33,1%).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://studfile.net/preview/5375919/>
2. Інноваційні технології продуктів бродіння і виноробства, С.В. Іванов, В.А. Домарецький, В.Л. Прибильський, Київ НУХТ 2012. 488 с.
3. <https://druzy.com.ua/drijdji-kormovi-virobnictvo-zastosyvannia-ta-harakteristika/>
4. Безпалько А. В. Перетравність основних поживних речовин раціону за згодовування дріжджових культур у складі комбікорму / А. В. Безпалько // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції «Зоотехнічна наука: історія, проблеми, перспективи». Кам'янець-Подільський, 2014. С. 51–52
5. Гротхаус К. Значення живих дріжджів у годівлі корів // Молоко і ферма, 2012. №1. С. 42.
6. Кулик М. Ф. Вплив дріжджових культур на молочну продуктивність, вміст жиру і білка в молоці корів / М. Ф. Кулик, Ю. В. Обертюх, А. В. Безпалько // Вісник аграрної науки, 2013. № 10. С. 28–32.
7. Козир В. С. Адресні балансуєчі кормові добавки для свиней в умовах Степу України: Монографія / В. С. Козир, А. Н. Майстренко, К. Я. Качалова. Дніпропетровськ: Деліта, 2011. 167 с.
8. Подобед Л. И. Обережно – кормові дріжджі / Л. И.Подобед // Фермер, 2010. №9. С. 86–89.
9. Гончар О. Ф. Підвищення продуктивних якостей кролів шляхом застосування пробіотичного препарату *Bacillus subtilis* / О. Ф. Гончар, Є. А. Шевченко // Вісник АПВ НААНУ, 2010. №10. С. 24–29.
10. Хижняк М.І., Цьонь Н.І. Спиртова барда як цінна кормова добавка й органічне добриво у сільському господарстві // Рибогосподарська наука України, 2010. Т. 2, вип. 2. С. 122 - 130.
11. Пирог Т.П. Загальна біотехнологія : підручник / Т. П. Пирог, О. А. Ігнатова. К.: НУХТ, 2009. 336 с.

12. Збаржевський О. В., Саєнко Т. В. Перспективи використання відходів виноробної галузі як джерела важливої вторинної сировини. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Сер. Екологія. 2016. Вип. 1. С. 62-68.

13. Бухкало С.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. К.: ЦНЛ, 2014. 456 с.

14. Mohammadi Gheisar M., Im Y.M., Lee H.H., Choi Y.I., Kim I.H. Inclusion of phytogetic blends in different nutrient density diets of meat-type ducks. Poultry Science. 2015b. № 94. P. 2952–2958.

15. Чернолата Л.П., Лихач С.М., Германюк О.А., Бережнюк Н.А. Підвищення біологічної цінності протеїну у комбікормах птиці. Аграрна наука та харчові технології. Зб. наук. пр. ВНАУ. Вип. 2(92). 2016. С.47-56.

16. Обережно!!! «Кормові дріжджі»... // Vita майстер кормів: [Веб-сайт]. Одеса, 2019. URL: <https://vita.biz.ua/oberezhno-kormovi-drizhzh/>.

17. <https://druzy.com.ua/drijdji-kormovi-virobnictvo-zastosyvannia-ta-harakteristika/2/>

18. Effect of dietary nucleotide on antioxidant activity, non-specific immunity, intestinal cytokines, and disease resistance in Nile Tilapia / Rasha M. Reda et al. Fish & Shellfish Immunology. 2018. Vol. 80. P. 281–290.

19. Голуб, Н. Б., Потапова, М. В. Вплив співвідношення косубстратів на вихід біогазу при утилізації післяспиртової барди. Відновлювана енергетика, 2017. 49(2). С. 90–97.

20. Мартусенко І. В., Погріщук Б. В. Регіональна економіка. Підручник; Крок: Тернопіль, 2015. 626 с.

21. Руда М. В., Лук'янчук Н. Г. Екологічні шляхи використання відходів ДП "Немирівський спиртозавод". Науковий вісник НЛТУ України, 2011. 21.4. С. 131–135.

22. Laskri N., Nedjah N. Comparative Study for Biogas Production from Different Wastes. *International Journal of Bio-Science and Bio-Technology* 2015, 7(4), PP. 39-46.

23. Степанов Д. В., Ткаченко С. Й., Ранський А. П. Оцінка можливостей отримання енергоносіїв з органічних відходів з урахуванням техногенного навантаження на навколишнє середовище. *Наукові праці ВНТУ*, 2012.1. С. 1–7.

24. Dobre P., Nicolae F., Matei F. Main factors affecting biogas production – an overview. *Romanian Biotechnological Letters*, 2014. 19(3). PP. 9283-9296.

25. Голуб, Н. Б.; Потапова, М. В. Сучасні методи переробки та утилізації зернової післяспиртової барди. *Innov Biosyst Bioeng*, 2018. 2 (2). С. 125–134.

26. Енергозберігаюча технологія брагоперегонки в спиртовому виробництві / О.М. Гунько, П.Л. Шиян // *Харч. і прероб. пром-сть*, 2008. №10. С. 4-6.

27. Величко Т.О., Килименчук О.О. Біотехнологія одержання біологічно активних речовин на основі рослинної сировини // *Збірник наукових праць Одеської державної академії харчових технологій*. Одеса, 2001. Вип. 22. С. 68–71.

28. Поліщук О. М., Коваленко О. Г. Біологічна активність глікополімерів базидіальних грибів // *Біополімери і клітина*, 2009. Т. 25, № 3. С. 181–193

29. Чугункова Т. В., Коваленко О. Г. Вплив дріжджового манану на проростання насіння м'якої пшениці // *Вісн. Укр. тва генетиків і селекціонерів*, 2009. Т. 7, № 1. С. 108–113.

30. Корнієнко Л. В. Дослідження мембранних методів переробки після спиртової барди: дис. канд. тех. наук: 05.18.12/ Л.В. Корнієнко, К. 2015. 159 с.

31. Єгоров Б.В. Вдосконалення технології виробництва комбікормової продукції з використанням комплексних наповнювачів. / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, В.Є. Браженко // Хран. и перераб. Зерна, 2008. № 8. С. 46 - 49.

32. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський М.І. та ін. Біотехнологія. Підручник; Під заг. ред. В.Г.Герасименко, К.:Фірма «ІНКОС», 2006. 647с.

33. Браженко В.Є. Не просто забезпечити якість комплексних наповнювачів преміксів при зберіганні. Але можна. // Зерно і хліб, 2006. № 3. С. 10.

34. Волкогон, В. В. Мікробні препарати у землеробстві (Теорія і практика): монографія. / В. В. Волкогон. К.: Аграрна наука, 2006. 312 с.

35. <http://www.webfarmerstvo.org.ua/tvarynnyctvo/bilkovo-vitaminno-ine-ralnyj-koncentrat-bvmk-i-jogo-markuvannja.php>

36. http://hipzmag.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=313:313

37. &Itemid=15

38. Зінов'єв С. Г. Вплив мікроорганізмів на якість та поживність кормів // Український біохімічний журнал, 2002. Т. 74. №46. Матеріали VIII Українського біохімічного з'їзду. Чернівці. С. 156–157.

39. Величко Т.О., Килименчук О.О. Культивування дріжджових клітин на ферменталізатах рослинних відходів // Український біохімічний журнал. Матеріали VIII Українського біохімічного з'їзду. Чернівці, 2002, №4 б (додаток 2). Т. 74, С. 152–153.

40. Бомко В.С. Годівля сільськогосподарських тварин : [підручник] / В.С. Бомко, С.П. Бабенко, О.Ю. Москалик. К. : Аграрна освіта, 2010. 278 с.

41. Колісник Г. В. Молекулярно-біологічні механізми дії дріжджів на організм тварин. [Текст] / Г. В. Колісник, М. В. Камінська, Н. І. Борецька, Г. І. Нечай, М. І. Сімонова С. В. Гураль, В. В. Влізло // Біологія тварин. 2010. Т. 12, №1. С. 34.

42. Колісник Г. В., Шах Є. С., Гунчак А. В., Камінська М. В. Використання каротинсинтезуючих дріжджів у годівлі птиці. // Пропозиція. 2007. №2 (18). С. 42.
43. Горбань Е.Н. и др. Спирулина: перспективы использования в медицине // Лікарська справа. 2003. №7. С.100-109.
44. Корилкевич І. Нове обладнання для виробництва комбікормів ОВК – 2 «КОМБІ» // Техніка АПК. 2003. №3. С. 20 – 21.
45. Єгоров Б.В. Особливості використання сучасних форм препаратів біологічно активних речовин при виробництві комбікормової продукції / Б.В. Єгоров, А.В. Макаринська, В.Є. Браженко // Наук. пр. ОНАХТ. 2008. № 34. Т.1. С. 131-137.
46. Товажнянский Л.Л., Бухкало С.І., Зіпунніков М.М. та ін. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи): Підручник. Київ: ЦНЛ, 2013. 352 с
47. Пат. 77422 Україна, А23N17/00 «Лінія по виробництву Білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД) та комбікормів » /Зверєв О.І., Косов М.О. Інститут тваринництва УААН, № 2004010302; 15.01. 04 опубл. 15.12.2006, Бюл. № 12.
48. Пат. На корисну модель №38620 Україна, А23N17/00 «Лінія по виробництву комбікормів та білково-вітамінно-мінеральних добавок (БВМД)» /Піскун В.І., Піскун Н.В., Яценко Ю.В., Яценко Л.І. Інститут тваринництва УААН, № 200809188; 14.07. 08 опубл. 12.01.2009, Бюл. № 1.
49. Ситник В.В., Яценко Б.С., Бухкало С.І., Сирку М.А., Касьян А.С., Оса О.В. Визначення експериментальних властивостей сировини у межах курсових проектів. Інформаційні технології: наука, техніка, технології, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVII Міжн. н-практ. конференції (MicroCAD-2019), 15–17 мая 2019 р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. Харків: НТУ «ХПІ». С. 343.
50. Утилізація післяспиртової барди й очищення стоків з одержанням білкового корму й біогазу [Електронний ресурс] / [М. Кошель, А. Дудник, Ю.

Каранов та ін.] // Пропозиція, 2009. № 8. С. 19. Режим доступу до журн.:
<http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=686&number=19>.

51. http://4ua.co.ua/manufacture/qb2ad78a4c53b89521306d27_0.html.

52. <https://ukrmova.com.ua/work/8369886/virobnictvo-kormovih-drizdziv>.

53. [https://studwood.net/593367/agropromyshlennost/virobnitstvo_kormovih_drizhdzhiv].

