

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет хімічних та біофармацевтичних технологій  
Кафедра біотехнології, шкіри та хутра

**ДИПЛОМНИЙ БАКАЛАВРСЬКИЙ ПРОЄКТ**

на тему: «Технологія отримання хлібопекарських дріжджів»

Виконала: студентка групи ББТ-19  
Спеціальності 162 Біотехнології  
та біоінженерія

Анна ДЕМЧЕНКО

Науковий керівник:

к.б.н., Ольга ШИДЛОВСЬКА

Рецензент:

к.б.н., Ольга ЮНГІН

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет хімічних та біофармацевтичних технологій  
Кафедра біотехнології, шкіри та хутра  
Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія  
Освітня програма Біотехнологія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

біотехнології, шкіри та хутра

\_\_\_\_\_ Олена МОКРОУСОВА

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ДИПЛОМНИЙ БАКАЛАВРСЬКИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**  
**Демченко Анні Сергіївні**

1. Тема роботи: **Технологія отримання хлібопекарських дріжджів**  
Науковий керівник роботи Шидловська Ольга Андріївна, к.б.н.  
затверджені наказом КНУТД від «08» листопада 2023 року № 224-уч.

2. Строк подання студентом роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи: завдання на дипломний бакалаврський проєкт; техніко-економічне обґрунтування отримання біомаси хлібопекарських дріжджів, обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва, характеристика біологічного агенту, технологічна схема та її опис, контроль якості цільового продукту.

4. Зміст дипломного проєкту: вступ, техніко-економічне обґрунтування, обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва, характеристика біологічного агента, опис технологічної схеми, контроль якості цільового продукту, висновки, список використаних джерел, додатки.

5. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної бакалаврської роботи	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ		
2	Розділ 1 Техніко-економічне обґрунтування		
3	Розділ 2 Обґрунтування вибору технологічної схеми виробництва		
4	Розділ 3 Характеристика біологічного агента		
5	Розділ 4 Опис технологічної схеми		
6	Розділ 5 Контроль якості цільового продукту		
5	Висновки		
6	Оформлення дипломного бакалаврського проєкту		
7	Подання дипломного бакалаврського проєкту на кафедру для рецензування		
8	Перевірка дипломної магістерської роботи на наявність ознак плагіату		
9	Подання дипломної магістерської роботи на затвердження завідувачу кафедри		

Студент \_\_\_\_\_ Анна ДЕМЧЕНКО

Науковий керівник роботи \_\_\_\_\_ Ольга ШИДЛОВСЬКА

Рецензент \_\_\_\_\_ Ольга ЮНГІН

## АНОТАЦІЯ

Анна ДЕМЧЕНКО. Технологія отримання хлібопекарських дріжджів. – Рукопис.

Дипломний бакалаврський проєкт за спеціальністю 162 Біотехнологія та інженерія. – Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2023 рік.

Дипломний бакалаврський проєкт присвячено технології отримання хлібопекарських дріжджів за допомогою *S. cerevisiae* Y-824 у відповідності до техніко-економічного обґрунтування.

У дипломному проєкті обґрунтовано технологію виробництва хлібопекарських дріжджів. Представлено технологічну схему їх виробництва, яка передбачає доферментаційні роботи, стадії приготування та стерилізації середовища, приготування посівного матеріалу, ферментації, збереження культуральної рідини і знешкодження відходів. Обґрунтовано вибір біологічного об'єкту, поживного середовища, умов та стадій його приготування, технологічного обладнання для реалізації отримання культуральної рідини, кількість та тривалість виробничих циклів.

Дипломний бакалаврський проєкт включає методики контролю стадій виробництва культуральної рідини, що містить кормові хлібопекарські дріжджі.

*Ключові слова: хлібопекарські дріжджі, S. cerevisiae Y-824, біомаса, зимазна активність, мальтазна активність.*

					ДБП.ПЗ.162.02		
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив	Демченко				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Шидловська				Д	4	1 4
Н.Контр.					АННОТАЦІЯ КНУТД, ББТ 1-19		
Затвердив							

## ABSTRACT

Anna DEMCHENKO. The baker's yeast obtaining technology. - Manuscript.  
Bachelor's degree project in the specialty 162 Biotechnology and Engineering -  
Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2023.

The bachelor's thesis project is devoted to the technology of producing baker's yeast using *S. cerevisiae* Y-824 in accordance with the feasibility study.

The diploma project substantiates the technology for the production of baker's yeast. The technological scheme of their production is presented, which includes pre-fermentation work, the stages of preparation and sterilization of the medium, preparation of seed, fermentation, preservation of the culture liquid, and waste disposal. The choice of a biological object, culture medium, conditions and stages of its preparation, technological equipment for the production of culture fluid, the number and duration of production cycles are substantiated.

The bachelor's thesis project includes methods for controlling the stages of production of culture fluid containing fodder baker's yeast.

*Key words: baker's yeast, S. cerevisiae Y-824, biomass, wintering activity, maltase activity.*

					ДБП.ПЗ.162.02		
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив	Демченко				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Шидловська					5	15
Н.Контр.					КНУТД, ББТ 1-19		
Затвердив							
<b>ABSTRACT</b>							

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ .....	10
1.1 Характеристика хлібопекарських дріжджів .....	10
1.2 Потреба в хлібопекарських дріжджах .....	11
1.3 Розрахунок потужності виробництва .....	12
1.4 Розрахунок кількості виробничих циклів отримання культуральної рідини та розрахунок об'єму ферментера .....	12
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА .....	14
2.1 Обґрунтування вибору біологічного агента .....	14
2.2 Обґрунтування способу проведення біосинтезу (вибору ферментатора/ферментаторів та його/їх параметрів) .....	22
2.2.1 Обґрунтування вибору ферментаторів .....	22
2.2.2 Обґрунтування вибору стадії підготовки аераційного повітря .....	25
2.3 Розрахунок кількості стадій підготовки посівного матеріалу, підготовка поживного середовища та параметри стерилізації .....	26
2.3.1 Розрахунок кількості стадій підготовки посівного матеріалу .....	26
2.3.2. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 20 м <sup>3</sup> .....	27
2.3.3. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 3 м <sup>3</sup> .....	28
2.3.4. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 300 л .....	29
2.3.5. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 30 л .....	30
2.3.6. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 3 л .....	31

					ДБП.ПЗ.162.02			
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Демченко			ЗМІСТ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Шидловська					6	2 6
Н.Контр.						КНТД, ББТ 1-19		
Затвердив								

2.3.7. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в колбах на качалці .....	32
2.4 Обґрунтування способу приготування і стерилізації поживного середовища для одержання інокуляту і виробничого біосинтезу .....	32
2.4.1 Особливості підготовки та стерилізації поживного середовища .....	32
2.4.2 Вирощування інокуляту в колбах на качалках, качалочній колбі 3 л та інокуляторі об'ємом 30 л.....	35
2.4.5 Вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 300 л .....	35
2.4.6 Вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 3 м <sup>3</sup> .....	36
2.4.7 Вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 30 м <sup>3</sup> .....	37
2.4.8 Вирощування інокуляту в інокуляторах об'ємом 40 м <sup>3</sup> .....	38
РОЗДІЛ 3 .....	40
ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА .....	40
3.1 Таксономічний статус.....	40
3.2 Морфолого-культуральні властивості .....	40
3.3 Фізіолого-біохімічні ознаки .....	41
РОЗДІЛ 4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ .....	42
4.1 Поетапна блок-схема технології.....	42
4.2 Опис технологічної схеми.....	42
РОЗДІЛ 5 .....	54
КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЦІЛЬОВОГО ПРОДУКТУ.....	54
5.1 Методики визначення концентрації біомаси .....	54
5.2 Методики визначення зимазної і мальтазної активності.....	55
5.3 Методика визначення підйомної сили.....	58
5.4 Методика визначення рН .....	59
ВИСНОВКИ.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	62
ДОДАТКИ.....	66

## ВСТУП

Споживання хліба є основою здорового харчування, оскільки забезпечує не лише достатню кількість калорій, а й надходження необхідних мікроелементів для здоров'я людини. Хлібопекарські дріжджі є надважливим компонентом для виробництва якісного хліба. Враховуючи зниження купівельної здатності населення України важливим є не лише забезпечення населення дешевим продуктом, а й забезпечення його належної якості. Саме тому, в даній роботі був обраний штам *S. cerevisiae* Y-824 з високою зимазною та мальтозною активністю та високою кислотостійкістю, який можна використовувати для виробництва хліба та хлібобулочних виробів з борошна не лише вищого сорту, а й першого та другого, що робить кінцевий продукт економічно-вигідним. Також, в роботі використовується спрощений метод підготовки меляси до стерилізації, що полягає в використанні закисленої води відразу для розведення та закислення меляси.

Метою дослідження є розробити технологічну схему синтезу біомаси хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae* Y-824.

Завданнями роботи є: провести техніко-економічне обґрунтування отримання хлібопекарських дріжджів, розрахувати потужності виробництва для забезпечення потреби у хлібопекарських дріжджах, обґрунтувати вибір ферментера та біологічного агента, дослідити особливості отримання біомаси хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae* Y-824, розробити та описати схему отримання дріжджів *S. cerevisiae* Y-824, обґрунтувати проведення контролю якості біомаси *S. cerevisiae* Y-824.

Об'єктом дослідження є особливості технології отримання біомаси хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae* Y-824.

Предметом дослідження є обґрунтування технологічної схеми отримання біомаси хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae* Y-824.

					ДБП.ПЗ.162.02			
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	Демченко				ВСТУП	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Шидловська					Д	8	2
Н.Контр.					КНУТД, ББТ 1-19			
Затвердив								



Методи дослідження включають в себе методи аналізу, порівняння, синтезу та узагальнення відомих наукових фактів щодо отримання кормових дріжджів, збагачених каротиноїдами. Технологічна схема виробництва розроблялася відповідно до стандартів GMP.

Апробація отриманих результатів відбулася в рамках XX Міжнародної науково-практичної конференції «Ways of distance learning development in current conditions» із публікацією тез доповідей на тему «Potential use of *S. cerevisiae* yeast for the production of gluten-free bakery products» (Додаток А, Б)

					<b>ВСТУП</b>	9
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		Аркуш
						9

# РОЗДІЛ 1

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 1.1 Характеристика хлібопекарських дріжджів

Хлібопекарські дріжджів містять в своєму складі живі клітини *Saccharomyces cerevisiae*, одноклітинних мікроскопічних грибів, які продукуються накопиченням чистої культури клітин *Saccharomyces cerevisiae*.

Хлібопекарські дріжджі зазвичай випускаються в різних формах. В списку наведені найбільш широко застосовані у виробництві хліба:

– активні сухі дріжджі: готовий продукт має вигляд сухого порошку; дріжджі знаходяться в стані спокою, доки не будуть повторно гідратовані у теплій воді; мають тривалий термін придатності та зручні у зберіганні;

– дріжджі швидкого приготування: це тип сухих дріжджів, які можна додавати безпосередньо в тісто без попереднього зволоження; найчастіше використовуються у комерційних пекарнях;

– свіжі дріжджі: мають вигляд вологих невеликих пресованих блоків; мають короткий термін зберігання та мають зберігатися при температурі холодильника; найчастіше застосовуються для виробництва хліба тривалого часу підйому;

– дріжджі швидкого підйому: це продукт, схожий на дріжджі швидкого приготування, але він містить додаткові ферменти, які забезпечують швидкий підйом хліба; застосовуються у виробництві хліба, для якого потрібен лише один підйом тіста;

– закваска: це тип натуральних дріжджів, які виготовляються шляхом бродіння борошна та води протягом кількох днів; для підтримки активності необхідне регулярне підгодовування; надає хлібу виразного гострого смаку [1].

Для виготовлення хліба із використанням борошна першої та другої

					ДБП.ПЗ.162.02		
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив	Демченко				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Шидловська					10	4 10
Н.Контр.					КНУТД, ББТ 1-19		
Затвердив							

категорії необхідно забезпечити процес підйому тіста та якість готового продукту, який відповідав би якості хліба при використанні борошна вищого сорту. Саме тому, в даній роботі для приготування хліба для соціального споживання будуть використовуватися свіжі дріжджі, оскільки вони можуть забезпечити якісний підйом тіста, приготованого із борошна першої та другої категорії [2].

## 1.2 Потреба в хлібопекарських дріжджах

Хлібопекарські дріжджі використовуються для виготовлення хлібо-булочних виробів різного напрямлення: від класичних сортів до хліба до кондитерських та преміальних виробів. Хліб відноситься до продуктів з високим глікемічним індексом (100). Проте, користь хліба полягає у наявності харчових волокон, що позитивно впливають на роботу травної системи. Також, хліб є продуктом, що містить у високій кількості мікроелемент натрій [3]. Добова потреба натрію складає 2,0 г. Така норма споживання натрію забезпечує зниження ризику серцево-судинних захворювань у дорослих та забезпечує підтримувати баланс мікроелементу натрію в організмі на достатньому рівні. Для дітей добові норми натрію складають: 1,1 г/день для дітей віком 1–3 роки, 1,3 г/день для дітей віком 4–6 років, 1,7 г/добу для дітей віком 7–10 років і 2,0 г/добу для дітей віком 11–17 років. Для немовлят віком 7–11 місяців запропоновано споживання натрію з їжею та грудним молоком в розмірі 0,2 г/день [4].

Потреба в хлібопекарських дріжджах визначається об'ємом виробництва хліба. В даній роботі буде проводитися розрахунок відповідно до потреб ПрАТ «Київхліб» для виробництва соціального хліба. На замовлення ПрАТ «Київхліб» буде проводитися розрахунок для 50 000 тон хліба в рік для соціальних потреб [5].

						11
						Аркуш
						11
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	ДБП.ПЗ.162.02	

### 1.3 Розрахунок потужності виробництва

Встановлено, що для виробництва однієї хлібини вагою 500 г використовують 18,6 г свіжих дріжджів [6]. Враховуючи встановлені дані, вираховуємо, скільки тон хлібопекарських дріжджів необхідно для виробництва 50 000 тон хліба в рік:

$$18,6 \times 10^{-3} \text{ кг дріжджів} - 0,5 \text{ кг хліба}$$

$$X \text{ кг дріжджів} - 50\,000 \times 10^3 \text{ кг хліба}$$

$$X = (50\,000 \times 10^3 \text{ кг} \times 18,6 \times 10^{-3} \text{ кг}) / 0,5 \text{ кг} = 1\,860\,000 \text{ кг (дріжджів)}$$

Накопичення біомаси хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae* Y-824 складають 73-78 г/л за 24 год [7]. Для розрахунків оберемо середнє число 75 г/л за добу (0,075 кг/л).

Визначаємо об'єм культуральної рідини, необхідний для отримання 1 860 000 кг:

$$V_{\text{кр}0} = 1\,860\,000 \text{ кг} / 0,075 \text{ кг/л} = 24\,800\,000 \text{ л}$$

Враховуючи сумарні втрати цільового продукту при виробництві (10%), необхідна кількість культуральної рідини складає:

$$V_{\text{кр}} = 24\,800\,000 \text{ л} / (1 - 0,1) = 27\,555\,556 \text{ л}$$

Таким чином, для виробництва 1 860 т дріжджів в рік потрібно 27 555 м<sup>3</sup> л поживного середовища.

### 1.4 Розрахунок кількості виробничих циклів отримання культуральної рідини та розрахунок об'єму ферментера

Враховуючи кількість культуральної рідини необхідної для забезпечення річної потреби розрахованої в попередніх пунктах, проводимо наступні розрахунки.

Для початку потрібно вирахувати добове виробництво культуральної рідини. Для цього приймемо кількість робочих трудоднів ( $T_{\text{рд}}$ ) за 330, тоді кількість продукту на добу становитиме:

$$V_{\text{д}} = V_{\text{кр}} / T_{\text{рд}} = 27\,555\,556 \text{ л} / 330 = 83\,502 \text{ л}$$

									12
									Аркуш
									12
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

Визначаємо кількість виробничих циклів ( $N_{ц}$ ) на рік:

$$N_{ц} = V_{кр} / ((V_{д} \times T_{цф}) / 24) = 27\,555\,556 / ((83\,502 \times 30) / 24) = 263,9 \approx \\ \approx 264 \text{ циклів,}$$

де  $T_{цф}$  – цикл роботи ферментера (мийка та огляд – 1,5 год, перевірка на герметичність – 0,5 год, підігрів та стерилізація апарату – 1,5 год, охолодження ферментера – 0,5 год, завантаження поживного середовища – 1,5 год, засів культурою – 0,5 год та ферментація – 24 год).

Далі розраховуємо кількість культуральної рідини на один цикл ( $V_{крц}$ ):

$$V_{крц} = K_1 \times V_{д} \times T_{цф} / 24 = 1,1 \times 83\,502 \times 30 / 24 = 114\,815 \text{ л,}$$

де  $K_1$  – коефіцієнт запасу, що враховує можливість нестерильних операцій.

Оскільки, вирахований об'єм культуральної рідини на один цикл занадто великий, то один цикл ферментації потрібно проводити з використанням декількох ферментерів. Оскільки, для виробництва хлібопекарських дріжджів пропонується використовувати біореактори об'ємом  $40 \text{ м}^3$  (виробництва Bioengineering AG, Швейцарія), то загальний об'єм культуральної рідини потрібно розділи приблизно на шість:

$$V_{крц1} = 114\,815 \text{ л} / 5 = 22\,963 \text{ л}$$

Геометричний об'єм ферментера для отримання  $19\,136 \text{ л}$  культуральної рідини з коефіцієнтом заповнення  $0,8$  має становити:

$$V_{г} = V_{крц} / K_{зап} = 19\,136 \text{ л} / 0,8 = 28\,704 \text{ л} \approx 30\text{-}40 \text{ м}^3,$$

де  $K_{зап}$  – коефіцієнт заповнення ферментера.

Таким чином, для отримання культуральної рідини в об'ємі  $114\,815 \text{ л}$  потрібно використати за один цикл  $5$  біореакторів об'ємом  $30\text{-}40 \text{ м}^3$ .

						Аркуш
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		13

## РОЗДІЛ 2

### ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

#### 2.1 Обґрунтування вибору біологічного агента

Основною характеристикою хлібопекарських дріжджів є підйомна сила дріжджів залежить від їх здатності перетворювати різні цукри, такі як глюкоза, сахароза та мальтоза на алкоголь та вуглекислий газ. Це досягається за допомогою ферментів, які взаємодіють з ферментами борошна. Для оцінки активності цих ферментів у дріжджів використовуються показники, такі як зимазна та мальтазна активність. Ці показники вимірюються на основі збродження розчинів чистих цукрів.

Підйомною силою називається час, необхідний для підйому стандартного тіста на висоту 70 мм від стандартної форми. Підйомна сила пресованих дріжджів за стандартним методом не повинна перевищувати 70 хв. Підйомна сила сухих дріжджів за стандартним методом не повинна перевищувати 85 хв.

Зимазна активність – це здатність дріжджів зброжджувати глюкозу, фруктозу і сахарозу. Мальтазна активність – це здатність дріжджів зброжджувати мальтозу.

Повноцінні хлібопекарські дріжджі мають піднімальну силу в 50-60 хвилин, зимазну активність в 45-55 хвилин, мальтазну активність до 70 хв. Чим вищі показники зимазної і мальтазної активності, а час підйомної сили менший, тим якість дріжджів вважається кращою [8, 9].

В таблиці 2.1 наведена інформація та характеристик мальтазної, зимазної активності, осмочутливості і підйомної сили відомих рас та штамів хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* (табл. 2.1).

					ДБП.ПЗ.162.02			
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Демченко			РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Шидловська				Д	14	2614
Н.Контр.					КНУТД, ББТ 1-19			
Затвердив								

**Основні фізико-хімічні властивості штамів і рас дріжджів  
*S. cerevisiae*, що використовуються у хлібопекарському виробництві**

Раса/штам	Показники активності ферментів, хв		Осмочутливість, рад	Підйомна сила, хв
	Мальтазна	Зимазна		
Раса Томська 7 (Т-7)	160	хороша	12	55
Раса Одеська 14 (О-14)	95	45	10	43
Раса Київська 21 (К-21)	100	60	10	60
Штам Л-441	92-95	–	–	44-45
Штам Л-1	100-110	–	–	–
Штам Л-2	60-80	–	–	–
Штам Л-3	120-135	–	–	–
Раса Шведська 28 (Ш-28)	115	–	18	46
Штам Я-1	–	32-44	–	40-47
Штам ЛВ-7	130-180	–	–	–
Штам 722 (селенкіонаваний)	60	34	5-10	16
Штам 739	61	54	–	56
Штам ХЛ-1	131-133	35-37	–	54-56
Штам ЛК-14 (прототип штаму ХЛ-1)	130-180	37-39	–	62-64
Штам 69	80	45	–	–
Штам 616 (гібрид)	67	55	–	–
Штам 5	95	85	15	–
Штам Y-824	40	21	–	12

Аналізуючи дані, представлені в таблиці 2.1, можна зробити висновок, що найкращою зимажною і мальтажною активністю володіють штамами *S. cerevisiae* 722 (селекціонований) та штам Y-824. Більше того, дані штами володіють високою підйомною силою, при чому *S. cerevisiae* Y-824 мають кращу підйомну силу, ніж *S. cerevisiae* 722 – 12 хв проти 16 хв відповідно.

**Властивості та особливості штамів і рас дріжджів *S. cerevisiae*, що використовуються у хлібопекарському виробництві**

<b>Раса/штам</b>	<b>Властивості</b>	<b>Особливості</b>
<b>Раса Томська 7 (Т-7)</b>	Стійкість до складу мелясних середовищ, вимогливість до ростових речовин, зокрема вітамінів.	Стійка зимазна та мальтазна активність при зберіганні. Пресовані дріжджі є стійкими при зберіганні.
<b>Раса Одеська 14 (О-14)</b>	Висока регенеративна активність, вимогливість до складу поживних середовищ, особливо до ростових речовин.	Стійкі до висушування, в пресованому вигляді стійкі під час зберігання. Висока генеративна активність і стійкість при зберіганні.
<b>Раса Київська 21 (К-21)</b>	Стійка до інгібіторів росту, невибаглива до ростових речовин, добре переносять висушування.	Не потребує ростових факторів.
<b>Штам Л-441</b>	Висока продуктивність, повністю зброджує рафінозу, стійкість до шкідливих домішок та сторонніх мікроорганізмів.	Має високу шкала росту і забезпечує хороші хлібопекарські властивості товарних дріжджів. Високі показники якості: стійкість при температурі 35 °С – понад 96 год.
<b>Штами Л-1, Л-2, Л-3</b>	Високопродуктивні, здатні конкурувати зі сторонньою мікрофлорою, стійкі до підвищеної температури (до 40 °С).	Добре переносять висушування, зберігаючи вихідну ферментативну активність. Дозволяють отримати товарні дріжджі з підйомною силою 45-56 хв.
<b>Раса Шведська 28 (Ш-28)</b>	Дуже вимогливі до наявності ростових речовин і вибагливі до хімічного складу мелясового середовища.	Стійкі при зберіганні.
<b>Штам Я-1</b>	Володіє високою швидкістю генерації. Стійкість до підвищеної температури вирощування (37-38 °С), що важливо для підприємств південних регіонів.	Виведена з виробничої чистої культури дріжджів раси Одеська-14 шляхом спрямованого відбору.
<b>Штам ЛВ-7</b>	Підвищена стійкість до домішок м'яса і контамінуючої мікробіоти дріжджового виробництва, підвищена продуктивність і концентрація трегалози.	–



<b>Штам 722 (селенкіонаваний)</b>	Висока активність ферментів, підвищена стійкість до домішок м'яса та мікрофлори.	–
<b>Штам 739</b>	Висока продуктивність, підвищена ферментативна активність. Дріжджі повністю зброджують глюкозу, фруктозу, сахарозу, мальтозу, рафінозу та галактозу.	–
<b>Штам ХЛ-1</b>	Температура вирощування – 29-30 °С; тривалість культивування – 24 год;	Відселекціонований шляхом гібридизації дріжджових культур, одержаний методом копуляції клітин батьківських штамів.
<b>Штам ЛК-14 (прототип штаму ХЛ-1)</b>	Висока продуктивність, добре переносять висушування, зберігаючи ферментативну активність. Здатні конкурувати зі сторонньою мікрофлорою. Температура вирощування – 29-30 °С; тривалість культивування – 24 год;	–
<b>Штам 69</b>	Має високу швидкість росту. Висока ферментативна активність та стійкість до підвищеної температури – 40-45 °С.	Отриманий у процесі схрещування раси дріжджів «Джам-булська-60» та штаму 10, виділеного із сушених дріжджів французького виробництва.
<b>Штам 616 (гібрид)</b>	Використовується для виробництва сушених дріжджів і перевищує расу 14 активності ферментних систем дріжджів.	Використовується в хлібопекарській промисловості.
<b>Штам 5</b>	Відмінно активна бродильна активність.	Отриманий схрещуванням клітин штаму дріжджів «Яблучний-3», що застосовується для зброджування яблучного соку, і штаму 722, що використовується у виробництві сушених хлібопекарських дріжджів.
<b>Штам У-824</b>	Асимілюють сахарозу, мальтозу, галактозу, мелібіозу, рафінозу, слабко – ксилозу, арабінозу, сорбозу; також асимілюють етанол, гліцерин, оцтову і молочну кислоту. Стійкі до сторонньої мікрофлори.	Штам виділений з тростинового цукру; гарно ростуть на солодовому та м'ясному середовищі.

Якщо аналізувати властивості штамів хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae*, то штами Л-441, Л-1, Л-2, Л-3, ЛВ-7, 722, ЛК-14 (прототип штаму ХЛ-1), У-824 стійкі до сторонньої мікрофлори. А штами Л-1, Л-2, Л-3, Я-1, ЛК-14 (прототип штаму ХЛ-1), 69 володіють стійкістю до високих температур. Найповніше цукри зброджують штами 739 та У-824. Найвитривалішими мелясного середовища є раса Томська 7, штами ЛВ-7 та У-824. Таким чином, можна зробити висновок, що саме властивості і особливості штаму *S. cerevisiae* У-824 забезпечують найкраще зброджування цукрів на мелясному середовищі і найкраще підходять для економічно-вигідного виробництва хлібопекарських дріжджів.

Таблиця 2.3

**Використання штамів і рас хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae***

<b>Раса/штам</b>	<b>Використання</b>
<b>Раса Томська 7 (Т-7)</b>	Використовується у хлібопекарській промисловості, має здатність бродити цукри в тісті та виділяти вуглекислий газ, що призводить до підйому тіста та утворення пухкої текстури хліба.
<b>Раса Одеська 14 (О-14)</b>	Використовується в хлібопекарській промисловості. Завдяки високій урожайності та ферментативній активності, вона широко поширена в промисловості і є основою для селекції нових штамів.
<b>Раса Київська 21 (К-21)</b>	Використовується в хлібопекарській промисловості мають здатність перетворювати цукри на алкоголь та вуглекислий газ під час бродіння. Цей процес сприяє підйому тіста та формуванню пухкої текстури хліба.
<b>Штам Л-441</b>	Використовується в хлібопекарській промисловості. Здатний ефективно перетворювати цукри на алкоголь та вуглекислий газ під час бродіння. Цей процес забезпечує підйом тіста, формування пухкої текстури хліба та розвиток його смакових властивостей.
<b>Штами Л-1, Л-2, Л-3</b>	Використовуються для бродіння тіста та виробництва хліба. Вони перетворюють цукри на алкоголь та вуглекислий газ, що призводить до підйому тіста і створення повітряних бульбашок. Це допомагає утворити пухку текстуру та сприяє розширенню хліба під час його печіння.
<b>Раса Шведська 28 (Ш-28)</b>	Використовуються для бродіння тіста та виробництва хліба.
<b>Штам Я-1</b>	Використовується в хлібопекарській промисловості.



**Поживні середовища для культивування дріжджів  
*Saccharomyces cerevisiae***

Поживне середовище	Склад поживного середовища, г/л	Тривалість культивування, год	Особливості технологічного процесу	Вихідна концентрація дріжджів
<b>Сабуро</b>	Глюкоза – 40 Пептон – 9 Дріжджовий екстракт – 1 Агар – 10 CaCl <sub>2</sub> – 0,1 MgSO <sub>4</sub> – 0,05 K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> – 1	24-48	Стерилізація при 0,5 - 0,7 атм, 45 хв, рН 5,6 при температурі 25 °С	1-5% (1-5 г на 100 мл середовища; 10-50 г на 1 л середовища)
<b>YPD</b>	Глюкоза – 10 Пептон – 20 Дріжджовий екстракт – 10 Агар – 20	24-48	Культивування при температурі 25 °С на качалках при 250 об/хв впродовж 3 діб, рН приблизно 6,0	0,5-2% (0,5-2 г на 100 мл середовища; 5-20 г на 1 л середовища)
<b>Кукурудзяно-мелясне</b>	Меляса бурякова – 22 Кукурудзяний екстракт – 23 Дріжджовий екстракт – 0,02 K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> – 2	24-48	Стерилізація при 1,1 – 1,2 атм., 15-30 хв., температура близько 121°С, рН приблизно 5,6	5-10% (5-10 г на 100 мл середовища; 50-100 г на 1 л середовища)

Таким чином, найефективнішим середовищем для культивування хлібопекарських дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Y-824 є кукурудзяно-мелясне середовище, оскільки вихід дріжджів на літр поживного середовища є найбільшим.

Така порівняльна характеристика технологічного процесу є недостатньою, оскільки необхідно врахувати вартість середовища. Тому, на другому етапі порівнюється вартість поживних середовищ для культивування дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Y-824 (Табл. 2.5).

**Вартість поживних середовищ для культивування дріжджів  
*Saccharomyces cerevisiae***

Поживне середовище	Компонент поживного середовища, г/л	Ціна компонента, грн/кг	Вартість компонента (грн) на 1 л середовища	Джерело (1, 2, 3, 4, 5, 6 ...)
<b>Сабуро</b>	Глюкоза – 40	30	1,2	[10]
	Пептон – 9	224	2	[11]
	Дріжджовий екстракт – 1	14	0,014	[12]
	CaCl <sub>2</sub> – 0,1	46	0,0046	[13]
	MgSO <sub>4</sub> – 0,05	60	0,003	[14]
	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> – 1	146	0,146	[15]
	<b>Вартість 1 л середовища – 3,4 грн</b>			
<b>YPD</b>	Глюкоза – 10	30	0,3	[10]
	Пептон – 20	224	4,48	[11]
	Дріжджовий екстракт – 10	14	0,14	[12]
	Агар-агар – 20	810	16,2	[16]
	<b>Вартість 1 л середовища – 21,12 грн</b>			
<b>Кукурудзяно-мелясне</b>	Меляса бурякова – 22	38	0,836	[17]
	Кукурудзяний екстракт – 23	25	0,575	[18]
	Дріжджовий екстракт – 0,02	14	0,00028	[12]
	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> – 2	146	0,292	[15]
	<b>Вартість 1 л середовища – 1,7 грн</b>			

Таким чином, за даними з таблиці 2.5 можна зробити висновок, що найбільш дороге поживне середовище для культивування дріжджів *S. cerevisiae* Y-824 є середовище YPD (21,12 грн/л), що є недостатньо економічно обґрунтованим для даного виробництва. Тоді як вартість 1 л кукурудзяно-мелясного середовища для культивування дріжджів *S. cerevisiae* Y-824 становить 1,7 грн/л. Таким чином, найбільш економічно вигідним та ефективним середовищем для накопичення біомаси хлібопекарських дріжджів є саме кукурудзяно-мелясне середовище.

## 2.2 Обґрунтування способу проведення біосинтезу (вибору ферментатора/ферментаторів та його/їх параметрів)

### 2.2.1 Обґрунтування вибору ферментаторів

Перш ніж обрати ферментер, який буде використовуватися для отримання біомаси хлібопекарських дріжджів *S. cerevisiae* Y-824, необхідно визначитися з умовами та параметрами проведення ферментативного процесу. Дані умови залежать від морфолого-культуральних властивостей продуцента та фізико-хімічних особливостей цільового продукту. Визначимося з цими умовами.

Промислове культивування та вирощування штаму *S. cerevisiae* Y-824 відбувається за аеробних умов при температурі 30°C та рН 4,8-5,0. В процесі культивування дріжджів має подаватися стерильне повітря та відбуватися механічне перемішування для доступності поживних речовин та кисню до дріжджових клітин.

При заданих параметрах здатні до розмноження більшість мікроорганізмів, в тому рахунку і патогенної мікрофлори. Незважаючи на те, що штам *S. cerevisiae* Y-824 висококонкурентно-спроможний рости на мелясних середовищах, все-одно існує потреба в стерилізації обладнання, середовищ, повітря та комунікацій. Отримання стерильної біомаси дріжджів є важливою умовою для збереження їх властивостей протягом тривалого терміну зберігання.

Розрізняють такі способи культивування мікроорганізмів:

Глибинне культивування – основний метод, який використовується у мікробіологічних виробництвах. Воно має кілька переваг: вимагає менше фізичної праці, потребує меншої площі, має меншу ймовірність інфікування, його легше автоматизувати та контролювати, і дозволяє отримати більше продукції. Глибинне культивування може бути виконане як періодично, так і безперервно [19].

Глибинне культивування мікроорганізмів означає, що вони ростуть і розвиваються в усьому об'ємі рідинного живильного середовища, яке містить

ДБП.ПЗ.162.02

									22
									Аркуш
									22
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

розчинений субстрат. Ферментер, який використовується, забезпечує необхідні умови для росту та розвитку популяцій мікроорганізмів в рідинній фазі. Він постачає поживні речовини до клітин мікроорганізмів, виводить продукти обміну речовин (метаболізму) з мікробних клітин, а також відводить випромінювання тепла, що утворюється клітинами. Глибинне культивування можна здійснювати періодичним та безперервним способами [20].

Періодичне культивування або стаціонарне – культивування мікроорганізмів у закритому об'ємі без поновлення поживного середовища [19]. У періодичному методі культивування, весь об'єм поживного середовища засівається однорідною культурою, і вирощування проводиться в оптимальних умовах до досягнення необхідної кількості цільового продукту. Оскільки культивування відбувається в стаціонарних умовах на поживному середовищі, яке не поновлюється, клітини постійно знаходяться в змінних умовах. Спочатку мікроорганізми мають всі необхідні поживні речовини, а потім їх кількість поступово зменшується, і виникає накопичення шкідливих продуктів обміну речовин. Через це розвиток культури проходить через чотири фази росту і розмноження, під час яких змінюються розміри клітин, швидкість розмноження, а також морфологічні і фізіологічні властивості [21].

Під безперервним культивуванням розуміють процес, в якому культура мікроорганізмів підтримується в стані логарифмічному (експоненційного) росту протягом тривалого періоду [19].

При безперервному способі поживне середовище безперервно подається в ферментатор, в якому створюються оптимальні умови для росту мікроорганізмів, а з ферментатора також безперервно відтікає культуральна рідина разом з мікроорганізмами. У безперервних процесах підтримується логарифмічна (експоненційна) фаза росту біооб'єкта. Це досягається шляхом збалансованої взаємодії між приростом біомаси шляхом поділу клітин і зменшенням її шляхом розведення в свіжому середовищі [20].

ДБП.ПЗ.162.02

Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	

Ознайомившись з різними видами культивування, можемо зробити висновок, що періодичний спосіб культивування в даних умовах кращий, оскільки періодичний метод дозволяє забезпечити контрольовані умови для росту та розвитку дріжджів, такі як рН рівень, доступ до поживного середовища та оптимальної температури. Цей метод дозволяє ефективно використовувати ресурси, оскільки дріжджі засівають все поживне середовище та вирощують до досягнення потрібної кількості цільового продукту, дозволяє уникнути непотрібної кількості матеріалів та енергії. Добре піддається масштабуванню, що дозволяє збільшити обсяг виробництва продукту шляхом збільшення об'єму поживного середовища та кількості засіваної культури дріжджів. Сприяє отриманню високого виходу цільового продукту, оскільки умови оптимізовані для інтенсивного росту і розмноження дріжджів [22].

Для ефективного накопичення біомаси дріжджів, оптимальні оберти можуть варіюватися залежно від конкретного штаму дріжджів, умов культивування та бажаного результату. Однак, для дріжджів *S. cerevisiae* Y-824, загальною рекомендацією є забезпечення аеробних умов культивування та обертів, що сприяють ефективному росту. Для ефективного накопичення біомаси дріжджів *S. cerevisiae* Y-824, зазвичай рекомендована швидкість обертання ферментера у діапазоні від 100 до 500 обертів на хвилину

Для ефективного росту та накопичення біомаси дріжджів необхідно забезпечити достатнє постачання необхідних поживних речовин. Оптимальний склад поживного середовища для них може включати речовини, такі як глюкоза, амінокислоти, вітаміни та мінерали. Крім цього, для штаму *S. cerevisiae* Y-824 можуть бути необхідні додаткові компоненти, специфічні саме для цього штаму. Оптимальна температура для дріжджів *S. cerevisiae* Y-824 зазвичай знаходиться в діапазоні 28-32°C. Ефективний ріст та накопичення біомаси дріжджів також залежить від контролю та підтримки оптимального рівня рН в середовищі. Зазвичай, рекомендований діапазон рН для цих дріжджів становить від 5,0 до 6,0, але конкретні значення можуть змінюватися залежно від процесу.

ДБП.ПЗ.162.02

						24
						Аркуш
						24
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		



Для забезпечення аеробних умов та ефективного метаболізму дріжджів, важливим є відповідний рівень аерації. Зазвичай, рекомендовані оберти аерації знаходяться в межах від 0.5 до 1.5 VVM (об'єм повітря на об'єм поживного середовища за одну годину). Проте, точні значення можуть залежати від конкретних умов культивування та вимог процесу.

Також важливе значення має режим автоклавування ферментера для отримання дріжджів *S. cerevisiae* Y-824, може варіюватися в залежності від конкретних вимог та протоколу культивування.

Ферментер з заданими параметрами можна замовити у фірми «Bioengineering AG» (Швейцарія) [23]. Біореактори даної компанії мають високий рівень захисту від несанкціонованого доступу до системи управління, та захист від аварійних відключень. У ферментерах даного виробника передбачені порти для відбору проб, датчики рівня температури, рН, розчиненого кисню, та контролю рівня піни, а також автоматизована система стерилізації та аерації.

Об'ємом ферментера 100 л. Робочий об'єм 65 л, габарити 0,4×0,8 м, виготовлений з нержавіючої сталі марки 316 L, потужність мотора 3 кВт, оснащений сорочкою та гвинтовою (лопатевою) мішалкою, швидкість обертання 200 об/хв [24].

### 2.2.2 Обґрунтування вибору стадії підготовки аераційного повітря

*S. cerevisiae* Y-824 є аеробом, тож потребує подачі розчиненого у поживному середовищі стерильного повітря. Перед подачею у ферментер через барботер повітря, який встановлений в нижній частині апарату, має пройти етапи підготовки та очистки, щоб виключити ймовірність контамінації сторонніми мікроорганізмами у апарат і його частини.

Забір атмосферного повітря для наступної його очистки здійснюють за допомогою спеціального повітрязбірника на висоті  $\approx 12$  м; Очищення повітря від пилу ( $\delta > 50$  мкм) на плоских ткан ДБП.ПЗ.162.02 го очищення;

					25
					Аркуш
					25
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	

Стиснення повітря в компресорах або турбоповітредувках (при цьому повітря нагрівається до температури 120-200 °С); Охолодження стисненого повітря до температури «точки роси», за якої волога повітря конденсується; Видалення конденсованої вологи та парів мастила, що потрапили з компресора, у ресивері. Крім того ресивер зменшує пульсації руху повітря, що можуть негативно впливати на роботу подальших фільтрів очищення повітря; Стабілізація показників (тиск, температура) підігріванням до температури 49-50 °С паром у відповідному теплообміннику; Очищення у фільтрах тонкої очистки до ступеня очищення  $E = 99 \%$ ; Індивідуальні фільтри встановлюють безпосередньо перед ферментером, посівним апаратом чи інокулятором. При цьому повітря очищають до ступеня очищення  $E = 99,995 \%$ .

У біотехнологічних процесах важливе не лише очищення свіжого повітря, яке подається до ферментаторів, але також очищення відпрацьованого повітря має велике значення. Для очищення такого повітря застосовують кілька методів:

- Метод каталітичного доопалювання;
- Метод рідкофазного окислення;
- Метод із застосуванням сітчастих фільтрів.

Відпрацьоване повітря подають на фільтри для очищення та знешкодження, що встановлені на ферментері, зважаючи на великий об'єм виробництва [25, 26].

## **2.3 Розрахунок кількості стадій підготовки посівного матеріалу, підготовка поживного середовища та параметри стерилізації**

### **2.3.1 Розрахунок кількості стадій підготовки посівного матеріалу**

За виробничий цикл необхідно отримати 114 815 л культуральної рідини. В одному реакторі необхідно отримати 28 704 л культуральної рідини. Необхідно врахувати кількість поживного ДБП.ПЗ.162.02 ного матеріалу перед виробничим біосинтезом з урахуванням втрат в результаті краплевиносу

					26
					Аркуш
					26
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	

через колектор відпрацьованого повітря (10%). Таким чином, об'єм культуральної рідини становитиме ( $V_{роб1}$ ):

$$V_{роб1} = V_{крц1} / (1 - E_{ф}) = 28\,704 / (1 - 0,1) = 31\,893 \text{ л,}$$

де  $E_{ф}$  – втрати культуральної рідини під час біосинтезу.

При вибраному коефіцієнті заповнення  $K_{зап} = 0,8$  можливий геометричний об'єм ферментера  $V_{ф1} = 31\,893 / 0,8 = 39\,866 \text{ л}$ . Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер  $V_{сф1} = 40\,000 \text{ л}$  та уточнюємо прийнятий раніше коефіцієнт заповнення:

$$K_{зап1} = V_{роб1} / V_{сф1} = 26\,578 / 40\,000 = 0,8$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах.

Кількість посівного матеріалу для дріжджів у ферментері становить 10% від об'єму поживного середовища. Це дозволяє вирахувати кількість поживного середовища у ферментері, яка становитиме:

$$V_{пс1} = V_{роб1} / (1 + X_{ф}) = 31\,893 \text{ л} / (1 + 0,1) = 28\,994 \text{ л}$$

де  $X_{ф}$  – доза посівного матеріалу для ферментера.

Таким чином, ми можемо вирахувати кількість посівного матеріалу для ферментера:

$$V_{пм1} = V_{роб1} - V_{пс1} = 31\,893 \text{ л} - 28\,994 \text{ л} = 2\,899 \text{ л}$$

Отже, для проведення одного циклу в одному ферментері необхідно приготувати 28 994 л середовища та 2 899 л посівного матеріалу.

Для 5 ферментерів ця кількість становитиме відповідно 144 970 л та 14 495 л відповідно.

### **2.3.2. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 20 м<sup>3</sup>**

Для одержання 14 495 л посівного матеріалу кількість поживного середовища та посівного матеріалу пере ДБП.ПЗ.162.02 нокуляторі з урахуванням втрат в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря становитиме:

						27
						Аркуш
						27
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

$$V_{роб2} = V_{кри2} / (1 - E_{ф}) = 14\,495 / (1 - 0,1) = 16\,105 \text{ л,}$$

де  $E_{ф}$  – втрати культуральної рідини під час біосинтезу.

При вибраному коефіцієнті заповнення  $K_{зап} = 0,8$  можливий геометричний об'єм ферментера  $V_{ф2} = 16\,105 \text{ л} / 0,8 = 20\,131 \text{ л}$ . Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер  $V_{сф2} = 30\,000 \text{ л}$  та уточнюємо прийнятий раніше коефіцієнт заповнення:

$$K_{зап2} = V_{роб2} / V_{сф2} = 20\,131 / 30\,000 = 0,7$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах.

Кількість посівного матеріалу для дріжджів у ферментері становить 10% від об'єму поживного середовища. Це дозволяє вирахувати кількість поживного середовища у ферментері, яка становитиме:

$$V_{пс2} = V_{роб2} / (1 + X_{ф}) = 16\,105 \text{ л} / (1 + 0,1) = 14\,640 \text{ л}$$

де  $X_{ф}$  – доза посівного матеріалу для ферментера.

Таким чином, ми можемо вирахувати кількість посівного матеріалу для ферментера:

$$V_{пм1} = V_{роб1} - V_{пс1} = 16\,105 \text{ л} - 14\,640 \text{ л} = 1\,465 \text{ л}$$

Отже, для проведення одного циклу в одному інокуляторі необхідно приготувати 14 640 л середовища та 1 465 л посівного матеріалу.

### 2.3.3. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 3 м<sup>3</sup>.

Для одержання 1 465 л посівного матеріалу кількість поживного середовища та посівного матеріалу перед культивуванням в інокуляторі з урахуванням втрат в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря становитиме:

$$V_{роб3} = V_{кри3} / (1 - E_{ф}) = \text{ДБП.ПЗ.162.02} \quad \text{л}$$

де  $E_{ф}$  – втрати культуральної рідини під час біосинтезу.

При вибраному коефіцієнті заповнення  $K_{зап} = 0,8$  можливий геометричний об'єм ферментера  $V_{ф3} = 1\,628 \text{ л} / 0,8 = 2\,035 \text{ л}$ . Приймаємо найближчий за

об'ємом стандартний ферментер  $V_{cf3} = 3\ 000$  л та уточнюємо прийнятий раніше коефіцієнт заповнення:

$$K_{зап3} = V_{роб3} / V_{cf3} = 2\ 035 / 3\ 000 = 0,7$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах.

Кількість посівного матеріалу для дріжджів у ферментері становить 10% від об'єму поживного середовища. Це дозволяє вирахувати кількість поживного середовища у ферментері, яка становитиме:

$$V_{пс3} = V_{роб3} / (1 + X_{ф}) = 1\ 628\ л / (1 + 0,1) = 1\ 480\ л$$

де  $X_{ф}$  – доза посівного матеріалу для ферментера.

Таким чином, ми можемо вирахувати кількість посівного матеріалу для ферментера:

$$V_{пм3} = V_{роб3} - V_{пс3} = 1\ 628\ л - 1\ 480\ л = 148\ л$$

Отже, для проведення одного циклу в одному інокуляторі необхідно приготувати 1 480 л середовища та 148 л посівного матеріалу.

#### **2.3.4. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 300 л**

Для одержання 148 л посівного матеріалу кількість поживного середовища та посівного матеріалу перед культивуванням в інокуляторі з урахуванням втрат в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря становитиме:

$$V_{роб4} = V_{крц4} / (1 - E_{ф}) = 148\ л / (1 - 0,1) = 164\ л$$

де  $E_{ф}$  – втрати культуральної рідини під час біосинтезу.

При вибраному коефіцієнті заповнення  $K_{зап} = 0,8$  можливий геометричний об'єм ферментера  $V_{ф4} = 164\ л / 0,8 = 205$  л. Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер  $V_{cf4} = 300$  л та ут<sup>о</sup> ДБП.ПЗ.162.02 ше коефіцієнт заповнення:

$$K_{зап4} = V_{роб4} / V_{cf4} = 205 / 300 = 0,7$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах.

					29
					Аркуш
					29
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	

Кількість посівного матеріалу для дріжджів у ферментері становить 10% від об'єму поживного середовища. Це дозволяє вирахувати кількість поживного середовища у ферментері, яка становитиме:

$$V_{пс4} = V_{роб4} / (1 + X_{ф}) = 164 \text{ л} / (1 + 0,1) = 149 \text{ л}$$

де  $X_{ф}$  – доза посівного матеріалу для ферментера.

Таким чином, ми можемо вирахувати кількість посівного матеріалу для ферментера:

$$V_{пм4} = V_{роб4} - V_{пс4} = 164 \text{ л} - 149 \text{ л} = 15 \text{ л}$$

Отже, для проведення одного циклу в одному інокуляторі необхідно приготувати 149 л середовища та 15 л посівного матеріалу.

### 2.3.5. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 30 л

Для одержання 15 л посівного матеріалу кількість поживного середовища та посівного матеріалу перед культивуванням в інокуляторі з урахуванням втрат в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря становитиме:

$$V_{роб5} = V_{крп5} / (1 + E_{ф}) = 15 \text{ л} / (1 - 0,1) = 17 \text{ л}$$

де  $E_{ф}$  – втрати культуральної рідини під час біосинтезу.

При вибраному коефіцієнті заповнення  $K_{зап} = 0,8$  можливий геометричний об'єм ферментера  $V_{ф5} = 17 \text{ л} / 0,8 = 21 \text{ л}$ . Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер  $V_{сф5} = 30 \text{ л}$  та уточнюємо прийнятий раніше коефіцієнт заповнення:

$$K_{зап5} = V_{роб5} / V_{сф5} = 17 / 30 = 0,7$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах.

Кількість посівного матеріалу для др ДБП.ПЗ.162.02 становить 10% від об'єму поживного середовища. Це дозволяє вирахувати кількість поживного середовища у ферментері, яка становитиме:

$$V_{пс5} = V_{роб5} / (1 + X_{ф}) = 17 \text{ л} / (1 + 0,1) = 15 \text{ л}$$

де  $X_{ф}$  – доза посівного матеріалу для ферментера.

Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	
-----	-------	-------------	--------	------	--

Таким чином, ми можемо вирахувати кількість посівного матеріалу для ферментера:

$$V_{\text{пм5}} = V_{\text{роб5}} - V_{\text{пс5}} = 17 \text{ л} - 15 \text{ л} = 2 \text{ л}$$

Отже, для проведення одного циклу в одному інокуляторі необхідно приготувати 15 л середовища та 2 л посівного матеріалу.

### 2.3.6. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в інокуляторі 3 л

Для одержання 2 л посівного матеріалу кількість поживного середовища та посівного матеріалу перед культивуванням в інокуляторі з урахуванням втрат в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря становитиме:

$$V_{\text{роб6}} = V_{\text{пм6}} / (1 - E_{\text{ф}}) = 2 / (1 - 0,1) = 2 \text{ л}$$

де  $E_{\text{ф}}$  – втрати культуральної рідини під час біосинтезу.

При вибраному коефіцієнті заповнення  $K_{\text{зап}} = 0,8$  можливий геометричний об'єм ферментера  $V_{\text{ф6}} = 2 \text{ л} / 0,8 = 3 \text{ л}$ . Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер  $V_{\text{сф6}} = 4 \text{ л}$  та уточнюємо прийнятий раніше коефіцієнт заповнення:

$$K_{\text{зап6}} = V_{\text{роб6}} / V_{\text{сф6}} = 3 / 4 = 0,8$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах.

Кількість посівного матеріалу для дріжджів у ферментері становить 10% від об'єму поживного середовища. Це дозволяє вирахувати кількість поживного середовища у ферментері, яка становитиме:

$$V_{\text{пс6}} = V_{\text{роб6}} / (1 + X_{\text{ф}}) = 2 \text{ л} / (1 + 0,1) = 1,8 \text{ л}$$

де  $X_{\text{ф}}$  – доза посівного матеріалу для ДБП.ПЗ.162.02

Таким чином, ми можемо вирахувати кількість посівного матеріалу для ферментера:

$$V_{\text{пм6}} = V_{\text{роб6}} - V_{\text{пс6}} = 2 \text{ л} - 1,8 \text{ л} = 0,2 \text{ л}$$

Отже, для проведення одного циклу в одному інокуляторі необхідно приготувати 1,8 л середовища та 0,2 л посівного матеріалу.

Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	

### 2.3.7. Розрахунок кількості посівного матеріалу для вирощування культури в колбах на качалці

Для одержання 200 мл посівного матеріалу використовують качалкові колби об'ємом 500 мл та коефіцієнтом заповнення  $K_{\text{зап}} = 0,2$ . Кількість колб становитиме:

$$N_{\text{колб}} = V_{\text{пм7}} / (V_{\text{колб}} \times K_{\text{зап}}) = 200 / (500 \times 0,2) = 2 \text{ шт}$$

Отже, для посівного матеріалу необхідно взяти 2 качалкові колби.

Таким чином, процес одержання посівного матеріалу для забезпечення виробничого біосинтезу хлібопекарських дріжджів у ферментері об'ємом 40 м<sup>3</sup> з коефіцієнтом заповнення 0,8 буде проходити у сім етапів.

Музейна культура дріжджів *S. cerevisiae* Y-824, що вирощується на середовищі YPD, представляє собою колекцію живих дріжджів, які зберігаються і використовуються у наукових та дослідницьких цілях. Музейна культура дріжджів зберігається в лабораторних умовах при низькій температурі (-80 °C).

Для нарощування посівного матеріалу використовуємо музейну культуру *S. cerevisiae* Y-824, яку вирощуємо на середовищі YPD на скошеному агарі в пробірках протягом 24 год при 30°C. Після цього, культуру пересіваємо на середовище YPD на чашці Петрі і вирощуємо протягом 24 год при 30°C. Після інкубації вирощену культуру змиваємо фізіологічним розчином в кількості 5 мл. Отриману суспензію клітин переносимо ДБП.ПЗ.162.02 об'ємом 0,5 л та кукурудзяно-мелясним середовищем об'ємом 200 мл.

## 2.4 Обґрунтування способу приготування і стерилізації поживного середовища для одержання інокуляту і виробничого біосинтезу

### 2.4.1 Особливості підготовки та стерилізації поживного середовища

Вирощування посівного матеріалу та біосинтез дріжджів *S. cerevisiae* Y-824 відбувається в середовищі такого складу (г/л):

						32
						Аркуш
						32
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		



Меляса бурякова – 22;  
Кукурудзяний екстракт – 23;  
Дріжджовий екстракт – 0,02;  
 $K_2HPO_4$  – 2;  
Вода дистильована – 1 л.

Для приготування середовища наведеного складу необхідно враховувати певні особливості компонентів. Меляса потребує розведення і попереднього підкислення. Вміст сухих речовин в мелясі складає 65 % [18]. Для цього в роботі буде використано метод змішування меляси з кислою водою рН 2. Меляса має бути розведена до кількості сухих речовин 26% [19]. Після процесу підкислення і розведення до меляси додають піддають стерилізації при 105°C, 30 хв, 0,05 МПа. Кислу воду готують з використанням концентрованої соляної кислоти. Кислу воду готують в окремому збірнику об'ємом 10 м<sup>3</sup>. Загальний об'єм кислої води 8 869,1. Це композиція 1.

Для збагачення середовища додають джерело азоту – кукурудзяний екстракт, та джерело мінеральних речовин – дріжджовий екстракт та  $K_2HPO_4$ .

Кукурудзяний екстракт готують окремо. Сухий вміст речовин у кукурудзяному екстракті складає 46 % [20]. Для стерилізації його попередньо потрібно розвести водою у співвідношенні 1:1. Після цього, розведений кукурудзяний екстракт стерилізують при 105°C, 30 хв, 0,05 МПа. Це композиція 2.

ДБП.ПЗ.162.02

Дріжджовий екстракт готують в розрахунку 1 кг дріжджів на 1 літр. Стерилізація 112°C, 30 хв, 0,1 МПа. Це композиція 3.

Фосфатні солі необхідно стерилізувати окремо, оскільки при сумісній стерилізації можлива реакція фосфатів з компонентами середовища та утворення осаду. Сіль  $K_2HPO_4$  готують методом розведення в воді. Умови стерилізації 131°C, 40 хв, 0,2 МПа. Це композиція 4.

Стерилізація композицій 1, 2, 3 та 4 здійснюється окремо в збірниках, а потім стерильно подається в робочий інокулятор або ферментер, де додають

									Аркуш
									33
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

стерильну дистильовану воду і відбувається інтенсивне перемішування до однорідності середовища.

Оскільки підготовка посівного матеріалу всього проходить у сім стадій, слід розрахувати необхідну кількість складових поживного середовища для кожної з них (Табл. 2.6).

У таблиці 2.6 наведено розрахунки для окремих компонентів середовища для заданого об'єму.

Таблиця 2.6

**Розрахунок компонентів поживного середовища для ферментера та інокуляторів на різних етапах підготовки посівного матеріалу**

Компонент середовища	Кількість поживного середовища, л				
	17	148	1 480	14 640	144 970
	Кількість речовини, г (кількість дистильованої води, л)				
Меляса бурякова	374	3 278	32 560	322 080	3 189 340
Дистильована вода (для приготування меляси)	0,9	8,2	81,4	805,2	7 973,4
Кукурудзяний екстракт	391	3 427	34 040	336 720	3 334 310
Дистильована вода (для приготування кукурудзяного екстракту)	0,8	6,9	68,1	673,4	6 668,6
Дріжджовий екстракт	0,3	3	29,6	292,8	2 899,4
Дистильована вода (для приготування дріжджового екстракту)	0,4		30,5	300,7	3 868,8
			ДБП.ПЗ.162.02		
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	68	298	2 960	29 280	289 940
Дистильована вода (для приготування K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> )	0,9	4	39,7	392,7	3 888,6
Дистильована вода	12,9	118,9	1181,7	11689,6	115754,1

Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата
-----	-------	-------------	--------	------

## 2.4.2 Вирощування інокуляту в колбах на качалках, качалочній колбі 3 л та інокуляторі об'ємом 30 л

Для даної стадії вирощування посівного матеріалу 17 л композиції поживного середовища відбувається в чотирьох збірниках. Отриманий об'єм середовища буде використовуватися для вирощування інокуляту в колбах 500мл на качалках (по 100 мл середовища на колбу), в качалочній колбі об'ємом 3 л (1,8 л середовища в колбі) та інокуляторі об'ємом 30 л (15 л середовища в збірнику). Подібний етап необхідний для рівномірного розчинення компонентів середовища, що додаються в надмалих кількостях – дріжджовий екстракт і сіль  $K_2HPO_4$ . Далі наведені композиції і режими їх стерилізації.

Композиція 1: Меляса – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 2: Кукурудзяний екстракт – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 3: Дріжджовий екстракт – режим стерилізації: 112°C, 30 хв, 0,1 МПа.

Композиція 4:  $K_2HPO_4$  – режим стерилізації: 131°C, 40 хв, 0,2 МПа.

Приготування та стерилізація композиції 1 відбувається в колбі об'ємом 2 л. Перед приготуванням композиції необхідно приготувати кислу воду з рН 2 за допомогою розведення концентрованої соляної кислоти HCl. Кислу воду об'ємом 0,9 л змішати з буряковою мелясою. Композицію 2 готують у колбі об'ємом 1 л. Композицію 3 готують і стерилізують у колбі об'ємом 750 мл. Композицію 4 готують і стерилізують у колбі об'ємом 2 л.

Після стерилізації композицій відбув: ДБП.ПЗ.162.02 одавання їх у інокулятор в стерильних умовах, додавання стерильної дистильованої води та змішування.

## 2.4.5 Вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 300 л

Для даної стадії вирощування посівного матеріалу 148 л композиції поживного середовища відбувається в чотирьох збірниках. Отриманий об'єм

						25
						Аркуш
						36
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

середовища буде використовуватися для вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 300 л. Далі наведені композиції і режими їх стерилізації.

Композиція 1: Меляса – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 2: Кукурудзяний екстракт – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 3: Дріжджовий екстракт – режим стерилізації: 112°C, 30 хв, 0,1 МПа.

Композиція 4:  $K_2HPO_4$  – режим стерилізації: 131°C, 40 хв, 0,2 МПа.

Приготування та стерилізація композиції 1 відбувається в збірнику об'ємом 10 л. Перед приготуванням композиції необхідно приготувати кислу воду з рН 2 за допомогою розведення концентрованої соляної кислоти HCl. Кислу воду об'ємом 8,2 л змішати з буряковою мелясою. Композицію 2 готують у збірнику об'ємом 10 л. Композицію 3 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 5 л. Композицію 4 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 5 л.

Після стерилізації композицій відбувається перекачування додавання їх у інокулятор 300 л в стерильних умовах, додавання стерильної дистильованої води та змішування.

#### 2.4.6 Вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 3 м<sup>3</sup>

Для даної стадії вирощування посівного матеріалу 1 480 л композиції поживного середовища відбувається в чотирьох збірниках. Отриманий об'єм середовища буде використовуватися для ДБП.ПЗ.162.02 в інокуляторі об'ємом 3 м<sup>3</sup>. Далі наведені композиції і режими їх стерилізації.

Композиція 1: Меляса – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 2: Кукурудзяний екстракт – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 3: Дріжджовий екстракт – режим стерилізації: 112°C, 30 хв, 0,1 МПа.

Композиція 4:  $K_2HPO_4$  – режим стерилізації: 131°C, 40 хв, 0,2 МПа.

Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	

Приготування та стерилізація композиції 1 відбувається в збірнику об'ємом 150 л. Перед приготуванням композиції необхідно приготувати кислу воду з рН 2 за допомогою розведення концентрованої соляної кислоти HCl. Кислу воду об'ємом 81,4 л змішати з буряковою мелясою. Композицію 2 готують у збірнику об'ємом 100 л. Композицію 3 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 50 л. Композицію 4 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 50 л.

Після стерилізації композицій відбувається перекачування додавання їх у інокулятор 3 м<sup>3</sup> в стерильних умовах, додавання стерильної дистильованої води та змішування.

На даній стадії необхідно передбачити встановлення збірників об'ємом 150 л, 100 л, 50 л та 50 л.

#### **2.4.7 Вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 30 м<sup>3</sup>**

Для даної стадії вирощування посівного матеріалу 14 640 л композиції поживного середовища відбувається в чотирьох збірниках. Отриманий об'єм середовища буде використовуватися для вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 30 м<sup>3</sup>. Далі наведені композиції і режими їх стерилізації.

Композиція 1: Меляса – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 2: Кукурудзяний екстракт – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

ДБП.ПЗ.162.02

Композиція 3: Дріжджовий екстракт – режим стерилізації: 112°C, 30 хв, 0,1 МПа.

Композиція 4: K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – режим стерилізації: 131°C, 40 хв, 0,2 МПа.

Приготування та стерилізація композиції 1 відбувається в збірнику об'ємом 1,5 м<sup>3</sup> л. Перед приготуванням композиції необхідно приготувати кислу воду з рН 2 за допомогою розведення концентрованої соляної кислоти HCl. Кислу воду об'ємом 805,2 л змішати з буряковою мелясою. Композицію 2 готують у збірнику об'ємом 1 м<sup>3</sup>. Композицію 3 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 500 л. Композицію 4 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 500 л.

Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата	

Після стерилізації композицій відбувається перекачування додавання їх у інокулятор 30 м<sup>3</sup> в стерильних умовах, додавання стерильної дистильованої води та змішування.

На даній стадії необхідно передбачити встановлення збірників об'ємом 1,5 м<sup>3</sup>, 1 м<sup>3</sup> л, 500 л та 500 л.

#### **2.4.8 Вирощування інокуляту в інокуляторах об'ємом 40 м<sup>3</sup>**

Для даної стадії вирощування посівного матеріалу 144 970 л композиції поживного середовища відбувається в чотирьох збірниках. Отриманий об'єм середовища буде використовуватися для вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 40 м<sup>3</sup>. Далі наведені композиції і режими їх стерилізації.

Композиція 1: Меляса – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 2: Кукурудзяний екстракт – режим стерилізації: 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

Композиція 3: Дріжджовий екстракт – режим стерилізації: 112°C, 30 хв, 0,1 МПа.

Композиція 4: K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – режим стерилізації: 131°C, 40 хв, 0,2 МПа.

Приготування та стерилізація композиції 1 відбувається в збірнику об'ємом 15 м<sup>3</sup> л. Перед приготуванням ком ДБП.ПЗ.162.02 отувати кислоту воду з рН 2 за допомогою розведення концентрованої соляної кислоти HCl. Кислоту воду об'ємом 7 973,4 л змішати з буряковою мелясою. Композицію 2 готують у збірнику об'ємом 10 м<sup>3</sup>. Композицію 3 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 5 м<sup>3</sup>. Композицію 4 готують і стерилізують у збірнику об'ємом 5 м<sup>3</sup>.

Після стерилізації композицій відбувається перекачування додавання їх у інокулятор 30 м<sup>3</sup> в стерильних умовах, додавання стерильної дистильованої води та змішування.

На даній стадії необхідно передбачити встановлення збірників об'ємом 15 м<sup>3</sup>, 10 м<sup>3</sup>л, 5 м<sup>3</sup> та 5 м<sup>3</sup>.

Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

Після приготування поживного середовища відбувається перекачування стерильного поживного середовища до 5 інокуляторів об'ємом 40 м<sup>3</sup>.

ДБП.ПЗ.162.02

ДБП.ПЗ.162.02

## РОЗДІЛ 3

### ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА

#### 3.1 Таксономічний статус

Відповідно до глобальної таксономії біологічних видів, штам дріжджів Y-824 належить до:

Домен: Гриби  
Царство: Еукаріоти  
Відділ: *Ascomycota*  
Клас: *Saccharomycetes*  
Порядок: *Saccharomycetales*  
Родина: *Saccharomycetaceae*  
Рід: *Saccharomyces*  
Вид: *S. cerevisiae*  
Штам: *S. cerevisiae* Y-824

#### 3.2 Морфолого-культуральні властивості

Дріжджові клітини мають округлу та еліпсоподібну форму розміром 6,5 × 4,5 мкм. Дріжджі розмножуються брунькуванням, утворюють спори (по 2-4 спори в сумці).

На солодовому агарі колонії *S. cerevisiae* Y-824 мають круглі колонії з хвилястими краями. Поверхня колоній окреслюється двома концентричними колами, які окреслюють припіднятість валика. Центр колоній припіднятий.

На рідкому солодовому чи м'ясному суслі через 24 год культивування дріжджі *S. cerevisiae* Y-824 утворюють щільний осад.

					ДБП.ПЗ.162.02		
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата			
Розробив	Демченко				Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Шидловська				Д	40	2 40
Н.Контр.					КНУТД,ББТ 1-19		
Затвердив							
РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА							



### 3.3 Фізіолого-біохімічні ознаки

Оптимальною температурою для вирощування *S. cerevisiae* Y-824 є 30°C. Дані дріжджі здатні виживати в діапазоні рН від 2 до 8. Оптимальне значення рН для вирощування складає 4,8-5,0.

Дріжджів штаму *S. cerevisiae* Y-824 є факультативними анаеробами, добре зберігаються на агаризованому солодовому та м'ясному суслі при температурі 5-8°C, та в рідкому суслі як при кімнатній температурі, так і при 5-8°C.

*S. cerevisiae* Y-824 добре асимілюються глюкозу, сахарозу, мальтозу, галактозу, мелібіозу, рафінозу, слабко – ксилозу, арабінозу, сорбозу. Також здатні добре асимілювати етанол, гліцерин, слабше – дульцит і манніт. Здатні асимілювати оцтову, молочну кислоту, а також частково – винну та бурштинову кислоти.

						Аркуш
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		41

## РОЗДІЛ 4

### ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

#### 4.1 Поетапна блок-схема технології

Поетапна блок-схема виробництва біомаси хлібопекарських дріжджів наведена у графічній частині проєкту на презентації та у форматі А1.

#### 4.2 Опис технологічної схеми

Технологічна схема одержання хлібопекарських дріжджів має такі допоміжні роботи як санітарна підготовка виробництва, стерилізація і миття обладнання, підготовка і стерилізація аераційного повітря, приготування кислоти води для розведення і підкислення меляси, приготування та стерилізація середовища, приготування інокуляту відповідно до розрахунків, основний синтез та збереження біомаси, утилізація твердих та рідких відходів.

##### ДР.1. Санітарна підготовка виробництва

##### ДР.1.1. Підготовка персоналу

Працівники підприємств мікробіологічної промисловості повинні дотримуватися правил поведінки у відповідних класах чистоти. Для забезпечення виконання цих правил для кожного приміщення необхідно розробити письмові інструкції, які слід розмістити в зоні переодягання або безпосередньо у приміщенні.

Підготовка персоналу включає регулярне медичне обстеження, навчання та підготовку до роботи.

##### ДР.1.1.2. Санітарно-гігієнічна підготовка персоналу

Працівники повинні пройти навчання з принципів санітарії та гігієни на робочому місці. Це охоплює навчання правил миття рук і використання захисних засобів, таких як рукавички, фартухи, сітчасті шапки та взуття, для запобігання забрудненню продукту мікроорганізмами зовнішнього середовища

					ДБП.ПЗ.162.02			
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Демченко			РОЗДІЛ 4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Шидловська				Д	42	1242
Н.Контр.					КНУТД, ББТ 1-19			
Затвердив								

та власними бактеріями.

Працівники повинні регулярно мити руки перед початком роботи, після використання туалету, перед кожним контактом з продуктом та після перерв.

Для миття рук персоналу використовують мило туалетне та мило господарське, для дезінфекції – 76% етиловий спирт. Також потрібно регулярно очищати та дезінфікувати робочі поверхні, обладнання та контейнери для продукту.

#### ДР.1.1.3. Підготовка миючих та дезінфікуючих засобів

##### ДР.1.1.3.1. Приготування 0,2% розчину хлорантоїну для дезінфекції

Для приготування робочого розчину хлорантоїну з концентрацією 0,2%, використовують порошок. Відповідну кількість хлорантоїну, 20 г, додають у відро з об'ємом 10 літрів, а потім доливають 9,98 літра питної води. Після цього ретельно перемішують, щоб повністю розчинити порошок.

##### ДР.1.1.3.2. Приготування 0,5% розчину миючого засобу «Десо»

Для приготування робочого розчину "Десо" з концентрацією 0,5% використовують концентрований розчин. Для ручної мийки, відповідну кількість засобу, 500 мл, додають у відро з об'ємом 10 літрів, а потім доливають 9,5 літра питної води і ретельно перемішують. Для автоматичної мийки, використовуючи збірник з нержавіючої сталі об'ємом 50 літрів та об'ємний дозатор, додають 2,5 літра концентрованого розчину. При постійному перемішуванні з швидкістю 50-100 оборотів на хвилину, доливають 47,5 літра питної води. Отриманий миючий розчин самопливом подається в апарати.

#### ДР.1.2. Підготовка виробничих приміщень

##### ДР.1.2.1. Щоденне прибирання

Для прибирання підлоги, зовнішніх поверхонь обладнання, трубопроводів і комунікацій, а також змочування килимків при вході в усі приміщення, використовують 0,2% розчин хлорантоїну (від ДР 1.1.3.1). Якість прибирання контролюють шляхом виконання змивів та перевірки рівня КУО, який не повинен перевищувати 800/см<sup>2</sup>.

									43
									Аркуш
									43
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

### ДР.1.2.2. Генеральне прибирання

Для прибирання підлоги, дверей, стін, вікон, зовнішніх поверхонь обладнання, трубопроводів і комунікацій, а також змочування килимків при вході в усі приміщення, використовують 0,2% розчин хлорантоїну (від ДР 1.1.3.1). Після проведення прибирання приміщення ретельно звільняють, а також вмикають ультрафіолетову лампу. Якість прибирання контролюють шляхом здійснення змивів та перевірки рівня КУО, який не повинен перевищувати 300/см<sup>2</sup>.

### ДР.1.3. Підготовка обладнання та комунікацій

Цей етап робіт включає обробку обладнання та комунікацій до і після технологічного процесу з метою забезпечення чистоти та стерильності обладнання, що впливає на якість виробу.

Для підготовки обладнання та комунікацій необхідно перевірити їх герметичність, здійснити миття та стерилізацію з обов'язковим контролем наявності мікробної забрудненості.

Обладнання та комунікації спочатку очищуються водою, яка постачається з центрального водопроводу. Після цього проводиться миття з використанням розчину NaOH з концентрацією 1%. Після миття обладнання та комунікацій проводиться ополіскування з використанням питної води. Відпрацьовані розчини направляються на процес нейтралізації.

#### ДР.1.3.1 Стерилізація обладнання та комунікацій

Для стерилізації використовується гаряча пара, яка подається під тиском 0,2 МПа та утримується при температурі 110°C протягом 90 хвилин. Цей процес стерилізації застосовується як усередині апарату, так і у відповідних комунікаціях.

### ДР.2. Стерилізація та миття обладнання

#### ДР.2.1. Миття інокуляторів і ферментерів

Миття проводять за допомогою 0,5% розчину мийного засобу "Десо" (від ДР 1.1.3.2). Збірники об'ємом до 50 л і посівний апарат розбирають і миють

									44
									Аркуш
									44
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

вручну протягом 15 хвилин, після чого проводять ополіскування водою протягом 5 хвилин при температурі 60 °С. Для ферментерів, центрифуг, фільтрувальних установок, гомогенізаторів, хроматографічних систем та збірників об'ємом більше 50 л, а також для ліофільної сушарки мийний засіб постачають автоматично зі збірника, після чого проводять ополіскування водою. Використану воду виливають у каналізацію.

#### ДР.2.2. Стерилізація інокуляторів і ферментерів

Для стерилізації апарата, його сорочку насичують паром і нагрівають до температури 80–90 °С. Усі запірні арматури на відкритих трубних закінченнях та підведених комунікаціях до апарата відкривають, і гарячу пару безпосередньо вводять в апарат (через нижній спуск або барботер), одночасно відкривають вентиль виходу відпрацьованого повітря, щоб вилучити повітря з апарата. Після досягнення температури стерилізації (130–135 °С), всі запірні арматури, за винятком парової, закриваються і залишаються протягом 1 години. Після закінчення періоду стерилізації, парову арматуру закривають, вводять стерильне повітря в апарат, а в сорочку подають холодну воду. Процес охолодження триває до досягнення температури 30–40 °С і надлишкового тиску  $P = 0,003\text{--}0,005$  МПа.

#### ДР.3. Підготовка та стерилізація аераційного повітря

##### ДР.3.1. Забір атмосферного повітря

Забір атмосферного повітря відбувається за допомогою повітрязабірника, який встановлений на трубі на висоті  $\approx 12$  м.

##### ДР.3.2. Очищення повітря від пилу та механічних часток

Повітря очищають від пилу ( $\delta > 50$  мкм). Здійснюється на плоских тканинних фільтрах грубого очищення, де відбувається затримка пилу та інших великих частинок бруду до ступеня очищення  $E = 80\%$ .

##### ДР.3.3. Стиснення повітря

Стиснення повітря здійснюють в компресорі або турбоповітредувках, при цьому повітря нагрівається до температури 120-200 °С.

##### ДР.3.4. Охолодження повітря та видалення вологи

						Аркуш
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		45

Охолодження стисненого повітря досягають, зменшуючи його температуру до "точки роси" (25-30°C), при якій волога повітря конденсується. Цей процес здійснюється за допомогою водяного теплообмінника. Зайву вологу видаляють у краплевловлювачі ресивера, який допомагає знизити пульсацію руху повітря. Це важливо, оскільки пульсація може негативно впливати на роботу наступних фільтрів очищення повітря. Оптимальний рівень вологості повітря повинен бути в межах 60-70%.

#### ДР.3.5. Нагрівання повітря

Повітря нагрівають до температури 49-50 °С у відповідному теплообміннику для стабілізації показників тиску та температури. Вологість повітря має становити 50%.

#### ДР.3.6. Очищення повітря на головному фільтрі

Повітря пропускають через головний фільтр тонкої очистки, який встановлюють поблизу ферментаційних відділень. Ступінь очищення становить  $E = 99\%$ .

#### ДР.3.7. Очищення повітря на індивідуальному фільтрі

Повітря з головних фільтрів транспортуються по трубопроводах до фільтрів тонкої очистки, які встановлені перед кожним входом повітря у ферментер. Ці індивідуальні фільтри призначені для очищення повітря до ступеня очищення  $E = 99,995\%$ .

#### ДР.4. Приготування кислої води для розведення і підкислення меляси

Кислу воду готують з використанням концентрованої соляної кислоти. До стерильної дистильованої води вносять концентровану сольну кислоту і доводять значення рН до 2. Даний етап передбачає приготування об'єму кислої води для всього виробництва. Загальний об'єм кислої води 8 869,1 л. Необхідний об'єм кислої води або відбирається в стерильних умовах в колбу або перекачується по закритій системі в збірники для приготування та стерилізації меляси.

#### ДР.5. Приготування та стерилізація середовища

									Аркуш
									46
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата					

В якості поживного середовища в технології вирощування хлібопекарських дріжджів використовується середовище на основі меляси. Кукурудзяно-мелясне середовище вважається природним або органічним, адже його компоненти є природними продуктами або їх отримують шляхом натуральних процесів переробки. Кукурудзяний екстракт і меляса бурякова, які є складовими цього середовища, містять велику кількість поживних речовин, таких як цукри, амінокислоти та мінерали. Меляса бурякова, містить високу концентрацію цукрів, що є важливим джерелом енергії для дріжджів. Це сприяє їх активному росту і метаболічній активності. Дріжджовий екстракт, містить амінокислоти, нуклеотиди та фактори росту, які сприяють здоровому росту і функціонуванню дріжджів.  $K_2HPO_4$  є важливим мінеральним елементом для росту і метаболізму дріжджів.

ДР 5.1. Приготування середовища для вирощування інокуляту в колбах на качалках, качалочній колбі 3 л та інокуляторі об'ємом 30 л

Для приготування 17 л поживного середовища готують 4 композиції. Після їх приготування відбувається змішування стерильних компонентів, доведення до необхідного об'єму стерильною дистильованою водою. Отриманий об'єм середовища використовується для приготування інокуляту в колбах 500мл на качалках, в качалочній колбі об'ємом 3 л та інокуляторі об'ємом 30 л.

#### ДР.5.1.1. Композиція 1.1

Для приготування Композиції 1.1 зважують 374 г меляси та розводять її кислою водою з ДР.4 в колбі 2л та стерилізують при  $105^{\circ}C$ , 30 хв, 0,05 МПа.

#### ДР.5.1.2. Композиція 1.2

Для приготування Композиції 1.2 зважують 391 г кукурудзяного екстракту та розводять його дистильованою водою в колбі 1 л та стерилізують при  $105^{\circ}C$ , 30 хв, 0,05 МПа.

#### ДР.5.1.3. Композиція 1.3

ДБП.ПЗ.162.02

						47
						Аркуш
						47
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		





ДР 5.3. Приготування середовища для вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 3 м<sup>3</sup>

Для приготування 1 480 л поживного середовища готують 4 композиції. Після їх приготування відбувається змішування стерильних компонентів, доведення до необхідного об'єму стерильною дистильованою водою. Отриманий об'єм середовища використовується для приготування інокуляту в інокуляторі об'ємом 3 м<sup>3</sup>.

#### ДР.5.3.1. Композиція 3.1

Для приготування Композиції 1.1 зважують 32 560 г меляси та розводять її кислою водою з ДР.4 в збірнику об'ємом 150 л та стерилізують при 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

#### ДР.5.3.2. Композиція 3.2

Для приготування Композиції 1.2 зважують 34 040 г кукурудзяного екстракту та розводять його дистильованою водою у збірнику об'ємом 100 л та стерилізують при 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

#### ДР.5.3.3. Композиція 3.3

Для приготування Композиції 1.3 зважують 29,6 г дріжджового екстракту та розводять його дистильованою водою у збірнику об'ємом 50 л та стерилізують при 112°C, 30 хв, 0,1 МПа.

#### ДР.5.3.4. Композиція 3.4

Для приготування Композиції 1.4 зважують 2 960 г K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> та розводять його дистильованою водою у збірнику об'ємом 50 л та стерилізують при 131°C, 40 хв, 0,2 МПа.

ДР 5.4. Приготування середовища для вирощування інокуляту в інокуляторі об'ємом 30 м<sup>3</sup>

Для приготування 14 640 л поживного середовища готують 4 композиції. Після їх приготування відбувається змішування стерильних компонентів, доведення до необхідного об'єму стерильною дистильованою водою. Отриманий

ДБП.ПЗ.162.02

						49
						Аркуш
						50
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

об'єм середовища використовується для приготування інокуляту в інокуляторі об'ємом 30 м<sup>3</sup>.

#### ДР.5.4.1. Композиція 4.1

Для приготування Композиції 1.1 зважують 322 080 г меляси та розводять її кислою водою з ДР.4 в збірнику об'ємом 1,5 м<sup>3</sup> та стерилізують при 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

#### ДР.5.4.2. Композиція 4.2

Для приготування Композиції 1.2 зважують 336 720 г кукурудзяного екстракту та розводять його дистильованою водою у збірнику об'ємом 1 м<sup>3</sup> та стерилізують при 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

#### ДР.5.4.3. Композиція 4.3

Для приготування Композиції 1.3 зважують 292,8 г дріжджового екстракту та розводять його дистильованою водою у збірнику об'ємом 500 л та стерилізують при 112°C, 30 хв, 0,1 МПа.

#### ДР.5.4.4. Композиція 4.4

Для приготування Композиції 1.4 зважують 29 280 г K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> та розводять його дистильованою водою у збірнику об'ємом 500 л та стерилізують при 131°C, 40 хв, 0,2 МПа.

ДР 5.5. Приготування середовища для вирощування інокуляту в інокуляторах об'ємом 40 м<sup>3</sup>

Для приготування 144 970 л поживного середовища готують 4 композиції. Після їх приготування відбувається змішування стерильних компонентів, доведення до необхідного об'єму стерильною дистильованою водою. Отриманий об'єм середовища використовується для приготування інокуляту в п'яти інокуляторах об'ємом 40 м<sup>3</sup>.

#### ДР.5.5.1. Композиція 5.1

Для приготування Композиції 1.1 зважують 3 189 340 г меляси та розводять її кислою водою з ДР.4 в збірнику об'ємом 15 м<sup>3</sup> та стерилізують при 105°C, 30 хв, 0,05 МПа.

ДБП.ПЗ.162.02

						50
						Аркуш
						51
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		



В збірник об'ємом 30 л вносять 15 л кукурудзяно-мелясного середовища з ДР.5.1. та інокулят, отриманий з ТП.6.3. Умови ферментації: 200 об/хв., 24 год, 30 °С, аерації 1 VVM.

ТП 6.5. Приготування інокуляту в інокуляторі об'ємом 300 л

В збірник об'ємом 300 л вносять 148 л кукурудзяно-мелясного середовища з ДР.5.2. та інокулят, отриманий з ТП.6.4. Умови ферментації: 200 об/хв., 24 год, 30 °С, аерації 1 VVM.

ТП 6.6. приготування інокуляту в інокуляторі об'ємом 3 м<sup>3</sup>

В збірник об'ємом 3 м<sup>3</sup> вносять 1 480 л кукурудзяно-мелясного середовища з ДР.5.3. та інокулят, отриманий з ТП.6.5. Умови ферментації: 200 об/хв., 24 год, 30 °С, аерації 1 VVM.

ТП 6.7. приготування інокуляту в інокуляторі об'ємом 20 м<sup>3</sup>

В збірник об'ємом 30 м<sup>3</sup> вносять 14 640 л кукурудзяно-мелясного середовища з ДР.5.4. та інокулят, отриманий з ТП.6.6. Умови ферментації: 200 об/хв., 24 год, 30 °С, аерації 1 VVM.

ТП 7. Основний біосинтез

В п'ять інокуляторів об'ємом 40 м<sup>3</sup> вносять по 28 994 л кукурудзяно-мелясного середовища з ДР.5.5. та інокулят по 2 899 л в кожний інокулятор, отриманий з ТП.6.7. Умови ферментації: 200 об/хв., 24 год, 30 °С, аерації 1 VVM.

ТП 8. Збереження біомаси

Культуральну рідину, отриману на ТП 7 за допомогою насосу подають в загальний збірник, де відбувається зберігання при 25 °С до початку стадії виділення та очищення продукту.

ЗВ.9. Утилізація відходів

ЗВ.9.1. Утилізація твердих відходів

Пил і тверді решки з ДР.3.2. йдуть на утилізацію.

ЗВ.9.2. Утилізація рідких відходів ДБП.ПЗ.162.02

Залишки дезрозчинів після санітарної обробки виробництва, промивні води після миття обладнання, конденсат (ДР.1.2.1., ДР.1.2.2., ДР.2.1., ДР.3.3.,

						52
						Аркуш
						53
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

ДР.3.4., ДР.3.5., ) збираються в спеціальний збірник для нейтралізації стічних вод. Ці рідини розбавляються водою в 3-4 рази, щоб отримати слабше розчинення, а рівень рН середовища піднімається до 7,0 за допомогою розчину натрію гідроксиду або соляної кислоти. Після цього вони виливаються в систему загальної каналізації на заводі.

### ЗВ.9.3. Утилізація повітряних відходів

Відпрацьоване повітря від ТП.6.4., ТП.6.5., ТП.6.6., ТП.6.7., ТП.7. направляють на очищення у системи очищення повітряних відходів.

ДБП.ПЗ.162.02

## РОЗДІЛ 5

### КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЦІЛЬОВОГО ПРОДУКТУ

#### 5.1 Методики визначення концентрації біомаси

Існує декілька методів визначення біомаси дріжджів:

Нефелометричний (оптичний) метод широко використовується у лабораторних мікробіологічних дослідженнях для швидкого і точного визначення концентрації клітин у суспензії або культуральній рідині. Цей метод ґрунтується на вимірюванні зменшення пропускання світла через суспензію клітин. Величина цього зменшення світла залежить від концентрації клітин і багатьох інших факторів, таких як їх форма, розміри, оптичні властивості середовища та довжина хвилі світла. Тому нефелометричний метод підходить переважно для мікроорганізмів, які розподіляються рівномірно в середовищі, не змінюють помітно форму та розміри клітин і не утворюють міцелію, плівок або інших скупчень.

Поживне середовище, призначене для культивування мікроорганізмів та вимірювання числа клітин шляхом світорозсіювання, повинно бути прозорим для світла. Якщо каламутність середовища пов'язана з осіданням деяких солей, зазвичай фосфатів, перед вимірюванням світорозсіювання його легкими краплями концентрованої соляної кислоти підкислюють.

Для визначення біомаси дріжджів використовується фотоелектрокалориметр. В цьому методі світлофільтр виділяє світло на довжині хвилі  $\lambda=540$  мкм, після чого вимірюється оптична щільність розчину. За допомогою градуйованої кривої потім визначається концентрація біомаси дріжджів.

Для вимірювання концентрації біомаси дріжджів застосовуються наступні кроки: спочатку реєструючий прилад фіксує показники оптичної щільності в світловому потоці, який чергово проходить через контрольну

					ДБП.ПЗ.162.02			
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	Демченко				РОЗДІЛ 5 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ЦІЛЬОВОГО ПРОДУКТУ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Шидловська					Д	54	7 54
Н.Контр.					КНУТД, ББТ 1-19			
Затвердив								

кювету з поживним середовищем і досліджувану кювету з дріжджовою суспензією. Вимірювання проводяться тричі, і остаточне значення визначається як середнє арифметичне з отриманих результатів. Для побудови градуйованої кривої, яка дозволяє визначити концентрацію біомаси, використовуються розчини дріжджів з відомими концентраціями.

За допомогою тієї самої кювети та на тій самій довжині хвилі вимірюють оптичну щільність досліджуваної дріжджової суспензії, а потім за допомогою градуйованої кривої знаходять концентрацію дріжджів у г/л. Отриману залежність відображають графічно, де на вісі ординат відкладають отримані дані з фотоелектрокалориметра, а на вісі абсцис - кількість клітин, які містяться в 1,0 мл суспензії або біомасу у г/л [27].

Для вагового методу визначення концентрації біомаси відбирають пробу культуральної рідини об'ємом  $V = 25-30$  мл і зважують її разом із сухим фільтром у стаканчику на аналітичних вагах. Культуральну рідину фільтрують через воронку Бюхнера під вакуумом зі значенням 600-700 рт. стовпа протягом 1 години. Після цього фільтр охолоджують в ексікаторі і знову зважують. Концентрацію біомаси вираховують за формулою [28]:

$$X = \frac{(A - B)100}{V}$$

де  $X$  – концентрація біомаси, г / л;  $A$  – вага фільтра з висушеною біомасою, г;  $B$  – вага фільтра;  $V$  – обсяг проби.

## 5.2 Методики визначення зимазної і мальтазної активності

Дріжджі використовуються як головна сировина у виробництві бродильних, хлібопекарних та кондитерських виробів. Один із основних показників якості дріжджів - це їх здатність до бродіння.

Бродильна активність дріжджів визначається їх здатністю перетворювати цукри на етиловий спирт та вуглекислий газ за певних умов. Різні види цукрів мають різну швидкість бродіння. Глюкоза і фруктоза є найшвидшими для

						55
					ДБП.ПЗ.162.02	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		55

бродиння, тоді як мальтоза і цукроза потребують попереднього розкладання на прості цукри за допомогою ферментів дріжджів. Залежно від типу цукру, що використовується у процесі бродиння, виділяють зимазну активність та мальтазну активність дріжджів.

Зимазна активність дріжджів визначається швидкістю, якою вони здатні зброджувати глюкозу або цукрозу. Мальтазна активність дріжджів визначається швидкістю, якою вони здатні зброджувати мальтозу.

Бродильну активність дріжджів можна визначити за допомогою наступних методів:

- Вимірювання зменшення маси проби після бродиння, яке є показником втрати вуглекислого газу і служить критерієм сили бродиння.
- Вимірювання об'єму виділеного вуглекислого газу під час бродиння.
- Визначення кількості накопиченого етилового спирту.
- Вимірювання кількості незбродженого екстракту (цукру), який залишився після бродиння.

Існує широко поширене визначення бродильної активності дріжджів на основі вимірювання об'єму виділеного вуглекислого газу за допомогою різних лабораторних пристроїв, таких як зимографи. Однак, у цих методах є основний недолік - визначення проводиться на етапі пристосування дріжджів (лаг-фаза) до середовища бродиння, тому отримані результати мають скоріше порівняльний характер, а не відображають реальну динаміку процесу бродиння.

Для отримання більш повної уяви про динаміку бродиння дріжджів, визначення їх бродильної активності може проводитись шляхом вимірювання накопиченого етилового спирту і незбродженого дійсного екстракту під час зброджування заданого сусла у лабораторних умовах. Однак, традиційні методи вимірювання цих показників для відстеження динаміки бродиння є складними, часо- та ресурсозатратними, і недостатньо придатними навіть для лабораторних умов. Використання аналітичних та рефрактометричних методів вимірювання

						56
					ДБП.ПЗ.162.02	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		56



етилового спирту і дійсного екстракту дозволяє усунути цю проблему і забезпечує оперативне відстеження динаміки бродіння в лабораторних умовах [29].

Для всіх продуктів бродіння, таких як модельні суміші (для визначення бродильної активності дріжджів за динамікою бродіння), попередником є сусло.

Сусло складається з води і розчинених сухих речовин, які називаються екстрактом. Частина екстракту не підлягає бродінню дріжджами і залишається у суслі без змін. Більша частина екстракту, яка складається з простих цукрів (глюкоза, фруктоза) та дисахаридів (мальтоза, цукроза або мальтотріоза), підлягає зброженню дріжджами, перетворюючись на етиловий спирт і вуглекислий газ. Виділення вуглекислого газу з сусла відбувається у відповідності до накопиченого етилового спирту та зброжених цукрів у суслі.

Газометричний метод вимірювання бродильної активності дріжджів, який широко відомий у хлібопекарській промисловості [30].

Цей метод включає кілька кроків: підготовку насиченого розчину хлориду натрію, який забарвлюють метиленовим синім. Цей розчин потім наливають в кришку приладу з манометром і вимірювальною трубкою. До суспензії дріжджів, що міститься у стаканчику приладу, додають 10 см<sup>3</sup> 10% розчину цукру (глюкози або мальтози). Потім стаканчик закривають манометричною кришкою і поміщають в термостат при температурі 35°C. Після цього починають відлік часу і спостерігають за приладом, поки не виділиться 10 см<sup>3</sup> вуглекислого газу і розчин у вимірювальній трубці не підніметься на відповідну висоту. Запропонований спосіб здійснюється за допомогою газометра Єлецького.

Недоліками цього методу є потреба у приготуванні розчину хлориду натрію, який забарвлюється метиленовим синім, а також неточність отриманих результатів. Крім того, існує відомий спосіб визначення мальтазної активності пресованих дріжджів, який використовується Інститутом хлібопромислових продуктів (метод ВНДІХПа) [29].

ДВП.ПЗ.162.02

						57
						Аркуш
						58
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

Також у цьому методі передбачається приготування насиченого розчину хлориду натрію, яким наповнюється манометр з градуйованою трубкою. Потім у чашечці приладу вимірюють дріжджі та розчиняють їх у 10 см<sup>3</sup> водопровідної води, яка нагріта до 30°C. Сюди ж додають 10 см<sup>3</sup> 10% розчину мальтози, який також підігрівають до 35°C. Чашечку приладу закривають кришкою з манометром і поміщають в термостат при температурі 30°C.

Мальтазну активність визначають за часом, коли рідина у градуйованій трубці піднімається на 10 см<sup>3</sup> вище початкового рівня. Недоліками цього методу є необхідність приготування розчину хлориду натрію та наявність спеціального виробничого приладу, а також можлива неточність отриманих результатів [30].

### 5.3 Методика визначення підйомної сили

Показником бродильної активності дріжджів є їх підйомна сила, яка відображається на якість продукту. Це важлива характеристика.

Використовуючи прискорений метод, наважку дріжджів масою 0,31 г поміщають у порцелянову ступку і додають 4,8 мл нагрітого до температури 35 ° С 2,5%-го розчину хлориду натрію. За допомогою товкачика ретельно перемішують отриману суміш. Потім додають 7 г борошна, замішують тісто і формують його у вигляді кульки. Кульку поміщають у стакан з водою, нагрітою до температури 35 ° С, а потім переносять в термостат з такою самою температурою. Підйомна сила дріжджів визначається часом, що пройшов з моменту опускання кульки в воду до її спливання. Час спливання множать на коефіцієнт 3,5 [31].

Стандартний метод включає попереднє приготування 280 г пшеничного борошна та 160 мл 2,5%-го розчину солі, який був зроблений з використанням питної води.

Дріжджі масою 5 г переносять у порцелянову ступку, після чого додають 20 мл розчину солі і перемішують до повного розчинення. Отриману суміш

ДБП.ПЗ.162.02

						58
						Аркуш
						59
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		

розведених дріжджів переносять в посудину для замісу тіста, де додають 280 г борошна і залишок розчину солі - 140 мл.

Тісто замішують вручну, а потім надають йому форму батона і переносять у металеву форму, яка перед цим була змащена олією та підігріта до температури 35 °С. Металева форма, використовувана в даному випадку, має стандартні розміри, які встановлені згідно з ДСТУ. На довгі борти форми розміщується поперечна металева перекладина, яка входить в форму на 1,5 см.

Форму з тістом підтримують при температурі 35 ° С і відстежують, щоб тісто доторкалося поперечини. Час, що пройшов від моменту, коли тісто було поміщене у форму, до моменту, коли воно доторкалося нижнього краю поперечини, вважається підйомною силою. У випадку пресованих хлібопекарських дріжджів, підйомна сила не повинна перевищувати 70 хвилин [32].

#### 5.4 Методика визначення рН

10 грамів пресованих дріжджів відміряють за допомогою технічних вагів, а потім розтирають їх у порцеляновій чашці або склянці з 50 мл дистильованої води. Потім розчин дріжджів титрують розчином NaOH в присутності фенолфталеїну до появи тривалого рожевого забарвлення, яке не зникає протягом кількох секунд.

Кислотність дріжджів визначають за формулою:

$$x = \frac{a \cdot 6 \cdot 100}{10}$$

де  $x$  – кислотність дріжджів у перерахуванні на оцтову кислоту;

$a$  – кількість 0,1 н розчину NaOH, яке пішло на нейтралізацію, мл;

$b$  – кількість оцтової кислоти, що відповідає 1 мл 0,1 розчину NaOH.

Під час аналізу результатів, значення менші за 0,5 відкидаються, а значення рівні або вищі за 0,05 округлюються до найближчого цілого числа [33].

Перевірку рН проводять на всіх етапах підготовки м'яса, а саме при приготування кислої води та контролю рН вже підкисленої м'яса.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було проведено дослідження особливостей мікробного культивування дріжджів, зокрема *S. cerevisiae* Y-824, для отримання хлібопекарських дріжджів. Обраний штам володіє високою кислотостійкістю, зимазною та мальтозною активністю, що забезпечує можливість його отримання на дешевих м'ясно-кукурудзяних субстратах, а також отримувати хлібопекарські вироби з борошна першого та другого сорту.

Дана робота має перспективи подальших досліджень для удосконалення як і самого штаму *S. cerevisiae* Y-824, так і удосконалення та розробки ще більш дешевих поживних середовищ. Дана технологія забезпечує не лише виробництво хлібопекарських дріжджів, що можуть забезпечити отримання якісних хлібобулочних продуктів, а й забезпечує утилізацію відходів агротехнічних виробництв.

					ДБП.ПЗ.162.02			
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив	Демченко				ВИСНОВКИ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Шидловська						61	1 61
Н.Контр.								
Затвердив								
					КНУТД, ББТ 1-19			

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Baker's Yeast & there types , applications. LinkedIn: сайт. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/bakers-yeast-types-applications-sandeep-dubey/>  
(дата звернення 11.05.23)
  2. ГСТУ 46.004-99. Технічні умови. Борошно пшеничне. [чинний від 20.07.1999]. Міністерство агропромислового комплексу України, 1999.9 с (Інформація та документація)
  3. Здорове харчування: збірник матеріалів для працівників системи охорони здоров'я / Брич В.В. та ін. Ужгород, 2020. 64 с.
  4. Dietary reference values for sodium / Turck D. et al. European Union, 2019. 191 p.
  5. Як випікають і за скільки продають «соціальний» хліб?. Radiosvoboda: сайт. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/24936456.html>
  6. Співвідношення дріжджів. – [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://dvazajci.com/spivvidnoshennya-drizhdzhiv/> (дата звернення 11.05.23)
  7. Штамм дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*, який використовується для виробництва хлібопекарських дріжджів: пат. 4052 Україна. № 4476651/31-13; заявл. 05.07.88; опубл. 23.03.90, Бюл. № 11.
  8. Овсяннікова Т. О. Розробка технології пресованих хлібопекарських дріжджів, збагачених йодом і селеном – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. – [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://card-file.ontu.edu.ua/bitstream/123456789/11367/1/Disser\\_Ovsyannikova.pdf](https://card-file.ontu.edu.ua/bitstream/123456789/11367/1/Disser_Ovsyannikova.pdf)
- Соломон А.М., Казмірук Н.М., Тузова С.Д. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2020. – 312 с. – [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25443.pdf>

					ДБП.ПЗ.162.02			
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата				
Розробив		Демченко			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Шидловська				Д	62	4
Н.Контр.					КНУТД, ББТ 1-19			
Затвердив								

10. Глюкоза – 30 грн/кг: сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1668589571-glyukoza-harchova-poroshok.html>
11. Пептон – 224 грн/кг: сайт. URL: <https://shop.hlr.ua/pepton-fermentativnyy-pan-gis-12817.html>
12. Дріжджовий екстракт – 14 грн/кг: сайт. URL: <https://flagma.ua/uk/ekstrakt-drizhdzhiv-drozhzhevoy-ekstrakt-o11604150.html>
13. CaCl<sub>2</sub> – 46 грн/кг: сайт. URL: [https://astil-m.com.ua/p1748402768-kaltsij-hloristyj.html?source=merchant\\_center&gclid=CjwKCAjw67ajBhAVEiwA2g\\_jELB-DILe0ZjPGAGRdNM4sSF\\_eQk9ZMAI9AwiHk\\_c2ss0dMKI8zHRPTxoCZjMQAvD\\_BwE](https://astil-m.com.ua/p1748402768-kaltsij-hloristyj.html?source=merchant_center&gclid=CjwKCAjw67ajBhAVEiwA2g_jELB-DILe0ZjPGAGRdNM4sSF_eQk9ZMAI9AwiHk_c2ss0dMKI8zHRPTxoCZjMQAvD_BwE)
14. MgSO<sub>4</sub> – 60 грн/кг: сайт. URL: [https://sezon.com.ua/product/sulfat-magniya-500-g-vodorastvorimoe-udobrenie/?gad=1&gclid=CjwKCAjw67ajBhAVEiwA2g\\_jEMmZ0zBuHtwq0U8eCXynlP\\_rJluGE8vjA3i1W7Xj9LS6x0rOjb2DhBoCrm8QAvD\\_BwE](https://sezon.com.ua/product/sulfat-magniya-500-g-vodorastvorimoe-udobrenie/?gad=1&gclid=CjwKCAjw67ajBhAVEiwA2g_jEMmZ0zBuHtwq0U8eCXynlP_rJluGE8vjA3i1W7Xj9LS6x0rOjb2DhBoCrm8QAvD_BwE)
15. K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> – 146 грн/кг: сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1129763817-digidroortofosfat-kaliya-meshok.html?&primelead=MC44NQ>
16. Агар-агар – 810 грн/кг: сайт. URL: <https://selitra.biz/uk/p208745194-agar-agar-dlja-mikrobiologiji.html>
17. Меляса бурякова – 38 грн/кг: сайт. URL: <http://patoka.org.ua/melassacatalogue/uk>
18. Кукурудзяний екстракт – 25 грн/кг: сайт. URL: <https://flagma.ua/uk/kukurudzyaniy-ekstrakt-o5052730.html>
19. Загальна характеристика мікроорганізмів і способи їх культивування. – [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/236895/mod\\_resource/content/2/2.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/236895/mod_resource/content/2/2.pdf)
20. Юлевич О.І., Горбенко О.А., Кириченко В.А. Загальна біотехнологія. Методичні рекомендації щодо розрахунків критеріїв ефективності біотехнологічних процесів. Миколаївський національний аграрний університет.

						ДБП.ПЗ.162.02	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата			63

– Миколаїв 2017. – [Електронний ресурс] Режим доступу:  
[https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2117/1/Zagalna\\_biotehnologia.pdf](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2117/1/Zagalna_biotehnologia.pdf)

21. Способи культивування мікроорганізмів. – [Електронний ресурс]  
Режим доступу: <http://um.co.ua/3/3-13/3-132512.html>

22. Екологічна біотехнологія: Конспект лекцій з дисципліни для студ. спец. 6.070800 “Екологія та охорона навколишнього середовища” напряму 0708 „Екологія” ден. форми навч. / Уклад. Н.О.Бублієнко. – К.: НУХТ, 2005. – 576 с. – [Електронний ресурс] Режим доступу:  
[https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2704/1/Konspekt\\_Eco\\_Bio.pdf](https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/2704/1/Konspekt_Eco_Bio.pdf)

23. Приклад ферментера фірми «Bioengineering AG» (Швейцарія) – [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://bioengineering.ch/lab-pilot/>

24. Р – пілотний ферментер // Bioengineering AG. [Електронний ресурс] Режим доступу:  
<http://www.bioengineering.su/oborudovanie/fermenteryipromyishlennyye/p-%E2%80%93-pilotnyj-fermenter.html>

25. Юлевич О.І., Ковтун С.І., Кот С.П. Загальна біотехнологія. Методичні рекомендації для самостійного вивчення дисципліни і виконання лабораторно-практичних робіт. Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв 2015. – [Електронний ресурс] Режим доступу:  
[https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4643/1/Ulevich\\_O.Zag\\_biotech\\_Samost\\_LPR.pdf](https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4643/1/Ulevich_O.Zag_biotech_Samost_LPR.pdf)

26. Одержання глутатіону культивуванням *Saccharomyces cerevisiae*. Національний університет харчових технологій. – Київ 2021. – [Електронний ресурс] Режим доступу:  
<https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/36469/1/Shovkan%20Daryna%20Olehivna.pdf>

27. Климнюк С. І. Практична мікробіологія К.:Вища школа, 2004 – С.134.

					ДБП.ПЗ.162.02	Аркуш
Зм.	Аркуш	№ Документа	Підпис	Дата		64







EUROPEAN CONFERENCE

## CERTIFICATE OF PARTICIPATION

The XX International Science Conference  
«Ways of distance learning development in current conditions»

This is to certify the participation in the conference and the publication of the article in the corresponding proceedings

*Anna Demchenko*

**12 Hours of Participation** (0,4 ECTS credits)  
**MAY 22 – 24, 2023**  
**MUNICH, GERMANY**





EUROPEAN CONFERENCE

# Conference Proceedings



XX International Science Conference  
«Ways of distance learning development  
in current conditions»

May 22 - 24, 2023  
Munich, Germany

## WAYS OF DISTANCE LEARNING DEVELOPMENT IN CURRENT CONDITIONS

10.	Михайлюк О.Ю., Калінко В., Багданавічос М.М. ТЕНДЕНЦІЇ ТА ІННОВАЦІЇ ЕКОНАПРЯМУ У СКЛАДОВИХ ФІРМОВОГО СТИЛЮ	55
BIOLOGY		
11.	Mirzayeva S.A. BILE RESISTANCE OF LACTIC ACID BACTERIA ISOLATED FROM FRUIT PLANTS OF AZERBAIJAN	58
12.	Shydlovska O., Demchenko A. POTENTIAL USE OF S. CEREVISIAE YEAST FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BAKERY PRODUCTS	63
13.	Горнович Б.О. АНАЛІЗ ОНКОСУПРЕСОРНОЇ РОЛІ ГЕНА RUNX3 ПРИ РАКУ НИРКИ	67
14.	Горяінов О.І. ПОРІВНЯННЯ ДВОХ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ЕКСТРАКЦІЇ ДНК З БІОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ ЩОДО ЇХНЬОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ У КРИМІНАЛІСТИЧНОМУ АНАЛІЗІ	74
15.	Курносова А.І. ДИФЕРЕНЦІЙНА ТРАНСКРИПЦІЙНА АКТИВНІСТЬ ГЕНІВ YAP І TAZ ПРИ РАКУ МОЛОЧНОЇ ЗАЛОЗИ	79
16.	Мамотенко А.В., Колдашева К.В. ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ФРУКТОЗИ У СІМ'ЯНИХ ПУХИРЦЯХ САМЦІВ ЩУРІВ, ЯКІ ЗНАХОДИЛИСЯ ПІД ВПЛИВОМ ЦІЛОДОВОГО ОСВІТЛЕННЯ	84
17.	Мильнікова О.О. ОСОБЛИВОСТІ ВИКЛАДАННЯ ДЕНДРОЛОГІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ	89
18.	Остапчук І.В. ЦИТОГЕНЕТИЧНИЙ ПРОЯВ СПОНТАННИХ АБЕРАЦІЙ У КЛІТИНАХ-СВІДКАХ ПАЦІЄНТІВ З ГЛОБЛАСТОМОЮ	91
CHEMISTRY		
19.	Akbarov N.A.O., Iskenderova K.O.G. NUKLEOFİL ƏVƏZETMƏ REAKSIYALARI (SN-)	94

---

BIOLOGY  
WAYS OF DISTANCE LEARNING DEVELOPMENT IN CURRENT CONDITIONS

## POTENTIAL USE OF *S. CEREVISIAE* YEAST FOR THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BAKERY PRODUCTS

**Olga Shydlovska**

PhD, Associate Professor

Kyiv National University of Technology and Design

**Anna Demchenko**

student

Kyiv National University of Technology and Design

Celiac disease is an immune-mediated condition characterized by enteropathy of the small intestine and the development of numerous systemic symptoms related to malabsorption and immune activation, as well as the production of autoantibodies to tissue transglutaminase (TSG). This is a unique autoimmune disease, the key element in the development of which is the body's reaction to gluten consumption. Interest in the study of this disease and the search for therapy and approaches to improve the lives of patients is since there are more documented cases of celiac disease, which in turn is due to the effective development of serological testing [1].

The main approach to treating celiac disease today is to follow a gluten-free diet. However, despite the expansion of the range and significant development towards the development of gluten-free products, they still have a high price, limited range and availability, and, most importantly, poor organoleptic properties. These factors contribute to the adherence of celiac disease patients to the diet and general dissatisfaction [2].

It is known that *Saccharomyces cerevisiae* yeast has a significant influence on both the nutritional value and the organoleptic properties of bread. Moreover, by changing the composition of the flour by mixing wheat, lentil, and millet flour in different proportions, it is possible to adjust the properties of the bread, its aroma and taste qualities [3].

Therefore, this work is dedicated to the analysis of the possibilities of using *S. cerevisiae* yeast both as a leavening agent and independently to improve the organoleptic properties of gluten-free bakery products.

The work presents key studies that allow us to analyze the properties of *S. cerevisiae* yeast, their specific use (independently or as part of starters), and the strains and methods of their research for use in baking.

Marcy Everling and co-authors used a flour combination of partially defatted chia flour, hydroxypropyl methylcellulose gum, xanthan gum, rice flour, sweet cassava flour, and potato starch in their study. It was determined that such a composition has a positive effect on the development of the lifting power of *S. cerevisiae* yeast and a positive effect on the final product. This composition provided an increased content of protein, ash, and omega-3 unsaturated amino acids in the final product, while the

## BIOLOGY

## WAYS OF DISTANCE LEARNING DEVELOPMENT IN CURRENT CONDITIONS

carbohydrate content was reduced. Moreover, compared to the control, the organoleptic characteristics improved by 0.51%, which made the product more acceptable for consumption [4]. This study shows how important it is to choose the composition of the dough in which *S. cerevisiae* fermentation will take place. The composition's constituent components make it possible to regulate the fermentation of *S. cerevisiae* and provide their specific organoleptic characteristics.

Another study by Cynthia Dingo and her co-workers suggested using Type I sourdough to make gluten-free muffins. The starter used in this study contained strains of the lactic acid bacteria *Lactiplantibacillus plantarum* and *Limosilactobacillus fermentum*, as well as a strain of yeast *Saccharomyces cerevisiae*. The metabolic properties of sourdough microorganisms resulted in an increase in the total number of free amino acids and a decrease in phytic acid, which has a profoundly positive impact on the nutritional qualities of baked goods. Furthermore, the obtained muffins were characterized by high protein digestibility *in vitro* and a low rate of starch hydrolysis. Also, high antioxidant activity (56%) was shown for the obtained muffins *in vitro*, which inhibits mold, potentially contributing to the extension of the shelf life of products [5]. The results of this study demonstrate the efficacy of employing a starting agent based on lactic acid bacteria in a mixture with *S. cerevisiae*, which not only enhances the nutritional content and enhances the enzyme utilization of the product, but also extends the shelf life of the final product.

Extension of shelf life of bakery products is an important indicator of product quality, especially if it occurs without affecting the organoleptic properties. Chuhui Jin and co-authors investigated the possibility of using sourdough derived from *P. pentosaceus* and *S. cerevisiae* to improve the breads quality without the use of additional preservatives. The study's findings revealed that the enhanced concentration of lactic acid and acetic acid in the final product, as well as the isolated and identified 34 volatile compounds, contributes to the development of balanced organoleptic properties in bread. Those volatile compounds included different aldehydes, alcohols, phenols, ketones, acids, furans, and esters. Furthermore, the sourdough used in this study not only provides improved bread quality, but also suppresses the activity of *A. flavus*, which makes it suitable for biopreservation. [6]. The evidence suggests that the combination of *P. pentosaceus* and *S. cerevisiae* in sourdough for bread preparation has an unquestionable positive impact on the progression of the distinctive aromas of bread, which undoubtedly enhances the perception of such a product. In addition to improving the organoleptic properties of bread, when using this sourdough, the shelf life is also extended, which is extremely useful when developing functional and gluten-free products.

Besides selecting the compositions of raw materials for bakery products, it is also important to choose strains of bakery yeasts. An interesting study by S.W. Horstmann and co-authors shows the possibility of using *S. cerevisiae* strains not only from baking applications, but also as yeast used in brewing and winemaking. The authors conducted a study of five different strains of yeast (US-05, WB-06, T-58, S-23 and baker's yeast) from the species *Saccharomyces cerevisiae* and evaluated their suitability for leavening gluten-free dough. Analysis is performed on a wide range of dough quality

## BIOLOGY

## WAYS OF DISTANCE LEARNING DEVELOPMENT IN CURRENT CONDITIONS

characteristics, such as time and temperature dependence of dough rise, dough chemistry, and pH. Furthermore, such indicators of bread quality as volume, texture, structure, aroma, and taste were evaluated. The obtained results indicate that the selected yeast strains have different levels of activity. It turned out that the yeast strains *S. cerevisiae* WB-06 and T-58 provided a faster rise of the dough and an increase in its height due to gas cells. Moreover, these two strains provided a higher specific volume and a softer bread crumb than when using a conventional baker's yeast strain [7]. The results of this study indicate that the most effective strains for the production of gluten-free bread are those from *S. cerevisiae*, strains used in brewing. The research data shows that using *S. cerevisiae* strains to make gluten-free bread is able to solve the problem of the quality of the final product and its organoleptic properties.

An analysis of various properties *S. cerevisiae* yeast was carried out. There were three main characteristics found to affect the provision of high organoleptic properties in bakery products. The characteristics that define these qualities include the composition of the sourdough, the composition of the flour used, and the strain of *S. cerevisiae* used. The specified characteristics allow for the adjustment of the dough rising time, pH, and aroma, structure, texture, and taste of final baked goods. As a result, *S. cerevisiae* yeast has an unmatched capacity for the generation of superior gluten-free goods that can be economically feasible (as conventional dough-raising techniques are used without the adding of special leaving agents) and possess excellent organoleptic qualities comparable to or superior to those belonging to gluten-containing goods. All of this could improve the quality of life for people with celiac disease. Therefore, it is essential to develop and improve the production of gluten-free bakery products in a comprehensive approach with defined characteristics.

## References

1. Lebowl, B., & Rubio-Tapia, A. (2021). Epidemiology, presentation, and diagnosis of celiac disease. *Gastroenterology*, 160(1), 63-75.
2. Capriles, V. D., dos Santos, F. G., & Arêas, J. A. G. (2016). Gluten-free breadmaking: Improving nutritional and bioactive compounds. *Journal of Cereal Science*, 67, 83-91.
3. Krasnikova, E. S., Krasnikov, A. V., & Babushkin, V. A. (2020). The influence of composite flour mixtures on *saccharomyces cerevisiae* biotechnological properties and bread quality. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 421, No. 2, p. 022008). IOP Publishing.
4. Ewerling, M., Steinmacher, N. C., SANTOS, M. R. D., Kalschne, D. L., SOUZA, N. E. D., Arcanjo, F. M., ... & Rodrigues, A. C. (2020). Defatted chia flour improves gluten-free bread nutritional aspects: a model approach. *Food Science and Technology*, 40, 68-75.
5. Dingo, C., Difonzo, G., Paradiso, V. M., Rizzello, C. G., & Pontonio, E. (2020). Teff type-I sourdough to produce gluten-free muffin. *Microorganisms*, 8(8), 1149-1169.

BIOLOGY  
WAYS OF DISTANCE LEARNING DEVELOPMENT IN CURRENT CONDITIONS

6. Jin, J., Nguyen, T. T. H., Humayun, S., Park, S., Oh, H., Lim, S., ... & Kim, D. (2021). Characteristics of sourdough bread fermented with *Pediococcus pentosaceus* and *Saccharomyces cerevisiae* and its bio-preservative effect against *Aspergillus flavus*. *Food Chemistry*, *345*, 128787-128796.
7. Horstmann, S. W., Atzler, J. J., Heitmann, M., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2019). Impact of different *S. cerevisiae* yeast strains on gluten-free dough and bread quality parameters. *European Food Research and Technology*, *245*, 213-223.