



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Спеціальність 181 «Харчові технології»

Допускається до захисту  
Зав. кафедри безпеки та якості харчових  
продуктів, сировини і технологічних процесів

доцент  С.В. Чернюк  
« 1 »  2025 року

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

### АНАЛІЗ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІГРИСТОГО ВИНА

Виконав  Мамзін І.М.

Керівник, доцент  Н.В. Недашківська

Рецензент  О.П. Требушчак

Я Мамзін І. М., засвідчую, що кваліфікаційну роботу  
виконано з дотриманням принципів академічної доброчесності.

Біла Церква – 2025

## ЗМІСТ

|     |   |    |
|-----|---|----|
|     | Завдання на кваліфікаційну роботу   | 3  |
|     | Анотація  | 4  |
|     | Annotation  | 5  |
|     | Відгук керівника  | 6  |
|     | ВСТУП.....  | 7  |
| 1   | Розділ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....   | 8  |
| 1.1 | Методи виробництва ігристого вина.....  | 8  |
| 1.2 | Класифікація та асортимент ігристих вин.....  | 12 |
| 2   | Розділ 2. Методологія кваліфікаційної роботи.....                                     | 17 |
| 3   | Розділ 3. Розроблення технології.....   | 22 |
| 3.1 | Вимоги до якості сировини та матеріалів.....  | 22 |
| 3.2 | Продуктовий розрахунок продуктів для ігристого вина.....                              | 25 |
| 3.3 | Апаратно-технологічне забезпечення.....   | 28 |
| 3.4 | Опис технології.....  | 32 |
| 4.  | Контроль безпечності та якості продукту, екологізація виробництва ігристого вина..... | 36 |
| 5.  | Розділ 5.Економічна частина.....  | 41 |
|     | ВИСНОВКИ.....   | 44 |
|     | ПРОПОЗИЦІЇ.....   | 46 |
|     | СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....   | 47 |

## АНОТАЦІЯ

Мамзін Ігор Миколайович

### «Аналіз та удосконалення технології виробництва ігристого вина»

Удосконалити технологічний процес виробництва ігристого вина резервуарним методом (Шарма-Мартінотті) шляхом зниження температурного режиму вторинного бродіння до 10-14 С та скорочення циклу шампанізації з 30 до 15 діб. Ці заходи спрямовані на покращення органолептичних показників (формування дрібнішого, стійкого перляжу та збереження свіжих ароматів), підвищення оборотності капіталу та зниження собівартості готового продукту.

У роботі проаналізовано базову та удосконалену технологічні схеми виробництва ігристого вина; детально описана апаратурно-технологічна схема цеху; зроблено розрахунок сировини (виноматеріалів, лікерів) для забезпечення річного обсягу 245 000 дал; надано характеристику якості готового продукту, сировини та допоміжних матеріалів; проведено розрахунок та підбір високотехнологічного обладнання (акратофорів, холодильної системи) для потужності 1000 дал/добу; розроблено заходи з екологізації виробництва (переробка дріжджового осаду) та проведено економічне обґрунтування удосконалення.

Ми удосконалили резервуарну технологію шляхом застосування низькотемпературного режиму та холодостійких дріжджів, що дозволило вдвічі скоротити виробничий цикл.

Результати економічного обґрунтування свідчать про значну ефективність удосконалення: досягнутий річний економічний ефект становить 20 445,00 тис. грн.

Кваліфікаційна робота магістра містить 49 сторінок, 22 таблиць, 3 рисунки, список використаних джерел із 35 найменувань.

**Ключові слова:** ігристе вино, резервуарний метод, низька температура, акратофор, перляж, собівартість, економічний ефект, шампанізація.

## ANNOTATION

**Mamzin Igor**

### **«Analysis and improvement of the technology of sparkling wine production»**

To improve the technological process of sparkling wine production by the tank method (Sharma-Martinotti) by reducing the temperature regime of secondary fermentation to 10-14 C and reducing the champagne cycle from 30 to 15 days. These measures are aimed at improving organoleptic indicators (formation of finer, more stable perlage and preservation of fresh aromas), increasing capital turnover and reducing the cost of the finished product.

The work analyzes the basic and improved technological schemes for sparkling wine production; describes in detail the equipment and technological scheme of the workshop; calculates raw materials (wine materials, liqueurs) to ensure an annual volume of 245,000 dal; provides a characteristic of the quality of the finished product, raw materials and auxiliary materials; calculation and selection of high-tech equipment (acratophores, refrigeration system) for a capacity of 1000 dal/day were carried out; measures for the ecologization of production (processing of yeast sediment) were developed and an economic justification of the improvement was carried out. We improved the tank technology by using a low-temperature regime and cold-resistant yeast, which allowed us to halve the production cycle.

The results of the economic justification indicate significant efficiency of the improvement: the achieved annual economic effect is 20,445.00 thousand UAH. The master's qualification work contains 49 pages, 22 tables, 3 figures, a list of used sources of 35 names.

**Keywords:** sparkling wine, tank method, low temperature, acratophores, perlage, cost, economic effect, champagne.

## Вступ

Виноробство є однією з найдавніших та найбільш технологічно складних галузей харчової промисловості, а виробництво ігристих вин традиційно вважається його вершиною. Ігристі вина посідають особливе місце на світовому ринку, символізуючи свято та преміальність.

Сучасний ринок ігристих вин, зокрема в Україні, зазнає значних трансформацій. Спостерігається чітке розмежування між високоякісними продуктами, виготовленими класичним методом (шампанізація в пляшках), що вимагає тривалого циклу (від 12 до 18 місяців і більше) та високих виробничих витрат, та масовими, свіжими винами, виготовленими резервуарним методом Шарма-Мартінотті (цикл 1–3 місяці).

Класичний метод (як у Шампанського, Кави, Креманів) забезпечує складний, тостовий букет і тонкий, стійкий перляж завдяки тривалій витримці на дріжджовому осаді.

Натомість резервуарний метод, широко розповсюджений для виробництва Просекко, Секту та більшості українських ігристих вин, дозволяє швидко отримувати великі обсяги продукції зі свіжою, яскравою фруктовোю ароматикою, але часто за рахунок простоти смаку та менш стійкого піноутворення.

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю оптимізації балансу між якістю та економічною ефективністю у вітчизняному виноробстві. В умовах зростаючої конкуренції та вимог щодо якості від споживачів, виробникам потрібно скорочувати виробничий цикл для швидкого обороту капіталу (зниження собівартості) без критичної втрати органолептичних показників.

Метою роботи є удосконалення технології виробництва ігристого вина резервуарним методом, спрямоване на скорочення тривалості виробничого циклу (до 15–20 діб) та зниження собівартості, при цьому забезпечуючи якість, що максимально наближається до витриманих ігристих вин, зокрема, за рахунок формування тоншого, стійкішого перляжу.

## РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1. Методи виробництва ігристого вина

В Україні, як і в багатьох країнах, часто панує термінологічна плутанина: ледь не кожен напій із бульбашками називають «шампанським». Проте, варто чітко розрізняти: хоча всі шампанські – це ігристі вина, але не всі ігристі вина – шампанські. Шампанське (Champagne) – це назва, захищена за походженням, і стосується лише напоїв, вироблених у регіоні Шампань (Франція) класичним методом.

Подібна ситуація склалася і з Просекко, яке стало настільки популярним, що його назва перетворилася на загальне ім'я для легких ігристих. Важливо пам'ятати, що сучасна популярність Просекко є результатом вдосконалення технологій ще у 1970-х роках якість цього напою була значно нижчою.

Глобально якісні ігристі вина виробляються двома основними методами, які формують їхній смаковий профіль: класичний метод (пляшкова шампанізація) та акратофорний метод (резервуарна шампанізація) [16,18,24,30].

Традиційний або класичний метод вважається еталоном якості та складності. Головна особливість – повторне вторинне бродіння відбувається безпосередньо у пляшці. Базове вино: спочатку отримують сухе базове вино.

Тіраж: вино розливають у спеціальні товстостінні пляшки, додаючи тиражний лікер (суміш вина, цукру (близько 18 г на пляшку) та дріжджів).

Вторинне бродіння: пляшку герметично закупорюють. Дріжджі поглинають цукор, виділяючи етиловий спирт та вуглекислий газ ( $CO_2$ ). Газ не має виходу і розчиняється у вині, насичуючи його та створюючи тиск.

Витримка на осаді. Після завершення бродіння дріжджі відмирають і випадають в осад. Мінімальний термін витримки на осаді становить від 9 місяців і довше, що надає вину характерні хлібні, тостові та складні аромати.

Ремюаж: винахід мадам Кліко (початок XIX ст.), пляшки поступово перевертають на пюпітрах (або автоматизованих жиропалетах) із

горизонтального положення у вертикальне (шийкою вниз). Це зміщує осад до корка.

Дегоржаж: шийку пляшки заморожують, осад перетворюється на крижану пробку. Пляшку відкривають, і внутрішній тиск викидає крижану пробку разом із осадом [2,7,19,25].

Дозаж: втрачений об'єм компенсують додаванням експедиційного (дозажного) лікеру (суміш вина і цукру). Саме концентрація цукру в цьому лікері визначає кінцеву категорію солодкості: Брют Натюр, Брют, Екстра Сухе, Напівсолодке тощо.

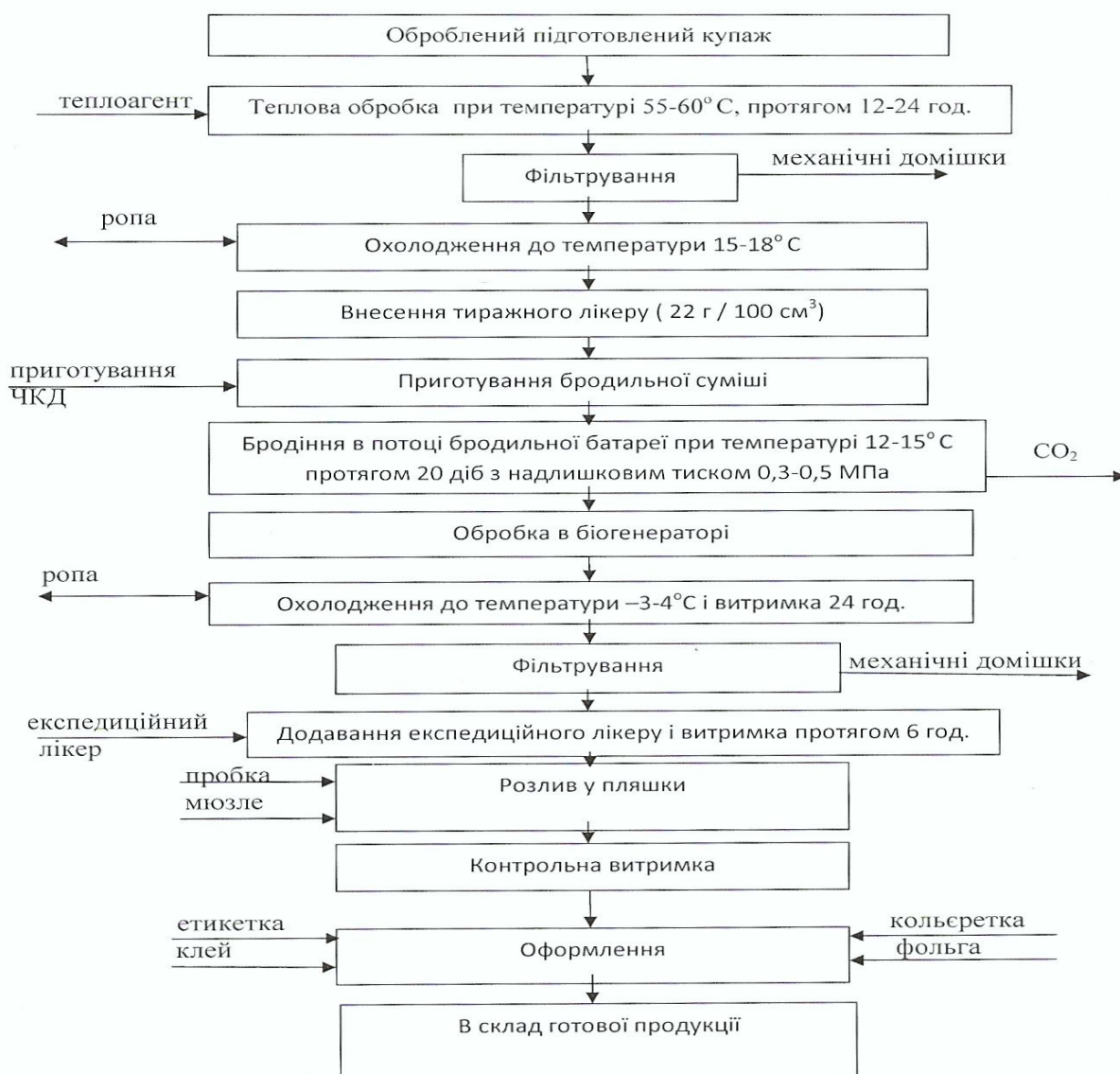
Класичний метод дорожчий і довший, що в підсумку позначається на вартості вина. Приклади вин, вироблених класичним методом: Шампанське, Cava, Кремани, ігристі вина, на етикетці яких є написи Methode Champenoise, Methode Traditionnelle або Methode Classique.

Акратофорний метод (також відомий як метод Шарма-Мартінотті або резервуарний метод) ідеально підходить для масового виробництва свіжих, фруктових ігристих вин. Цей спосіб - спрощена версія класичного методу. Вторинна ферментація тут відбувається не в пляшці, а в закритому великому нержавіючому чані (акратофорах).

В нашій країні на сьогодні більш поширеним способом є резервуарний (періодичний і безперервний).

Вторинне бродіння проводять у акратофорах – великих вертикальних циліндричних резервуарах (апаратах), виготовлених із нержавіючої сталі, об'ємом 530, 2000, 10000 дал. Акратофор розрахований на внутрішній тиск 500 кПа, має охолоджувальну сорочку і змішувик для регулювання температури бродіння, термометр, манометр, люк, трубопровід [1,17,22,32].

Принципова технологічна схема одержання ігристого вина безперервним резервуарним способом наведена на рис. 1.1.



**Рис. 1.1. Принципова технологічна схема одержання ігристого вина безперервним резервуарним способом**

Безперервний спосіб проведення шампанізації характеризується такими особливостями.

Розмноження дріжджів проводять незалежно від основного вторинного бродіння в самих сприятливих умовах.

Готують купаж, який попередньо нагрівають до температури 55-60°С, витримують при цій температурі 12-24 год., вносять тиражний лікер із розрахунку вмісту цукру у бродильній суміші 22 г/дм<sup>3</sup>, потім охолоджують до температури 10-15°С і фільтрують.

Цією сумішшю заповнюють бродильні апарати від останнього до першого (на початку процесу).

Біогенератор і бродильні апарати загрузають з інтервалом 2-3 доби. Після виброджування вина в останньому бродильному апараті запускають безперервну установку у роботу. Бродильну суміш і дріжджі подають у перший бродильний апарат до повного його заповнення і підвищують тиск до 0,5 МПа.

Процес шампанізації ведуть при температурі 15°С. Після бродильної батареї вино поступає у біогенератор, де збагачується продуктами життєдіяльності дріжджів протягом 36 год., потім вино охолоджують до температури -3-4°С і направляють у термоси-резервуари для витримки при цій температурі не менше 24 год. Потім залежно від сорту задають експедиційний лікер і направляють у приймальні апарати, у яких витримують перед розливом не менше 6 год. При розливі ігристого (шампанського) вина у пляшці підтримують температуру не вищу -1°С і тиску 0,2 МПа. Весь процес повністю автоматизований.

Вина, виготовлені методом Шарма, зберігають свіжість та чистий фруктовий профіль, оскільки контакт із дріжджовим осадом мінімальний.

Завдяки такому способу, у вині зберігається свіжість і яскрава фруктовая ароматика - тони яблук, цитрусових і кісточкових фруктів. Даний метод дає змогу заощадити час і гроші, оскільки виробництво в цьому разі скорочується на кілька місяців, а то й років [3,12,15,20].

Таким методом виготовляється наприклад Lambrusco, більшість ігристих вин Prosecco. Також виробник зазвичай вказує назву методу на етикетці або контретикетці.

Окрім двох основних, існують інші способи отримання ігристого вина. Метод Ансестраль (Méthode Ancestrale) – петнат: хронологічно перший метод. Вино розливають у пляшки до того, як первинне бродіння повністю завершиться. Бродіння закінчується вже у пляшці. Особливістю даного

методу є те, що осад не видаляється. Вина каламутні (природно ігристе) - це модний тренд, але такий напій має специфічний смак.

Метод сатурації (сатураційний) найпростіший і найшвидший метод. Вино просто насичують вуглекислим газом під тиском, подібно до сифону або мінеральної води. Ознакою такого вина є крупні, хаотичні бульбашки без чіткої траєкторії. Вино не має потенціалу для розвитку і зазвичай використовується для простих, освіжаючих напоїв чи коктейлів [4,13,27,33].

## **1.2. КЛАСИФІКАЦІЯ ТА АСОРТИМЕНТ ІГРИСТИХ ВИН**

Ігристі вина — це категорія вин, насичених діоксидом вуглецю (ендогенного походження), що надає їм характерного "ігристого" ефекту. Їхня класифікація та асортимент охоплюють широкий спектр продуктів, від строго регламентованих до масових.

Шампанське (Champagne) — це захищене найменування походження (АОР), яке може застосовуватися виключно до ігристих вин, вироблених у провінції Шампань у Франції.

Метод виробництва винятково традиційний (класичний, або метод "шампанізації в пляшках"). Сорти винограду: використовуються регламентовані ампелографічні сорти. Основні: Піно Нуар (Pinot Noir), Піно Меньє (Pinot Meunier), Шардоне (Chardonnay) та рідкісні: Арбан (Arbane), Пті Мельє (Petit Meslier), Піно Блан (Pinot Blanc), Піно Грі (Pinot Gris) [5,15,24,34].

Ігристі вина, вироблені поза Шампанню, мають свої національні або регіональні назви, які підкреслюють їхнє походження та метод виробництва.

У зв'язку з тим, що назва "Шампанське" є захищеною географічною назвою згідно з міжнародним правом (Угода ТРІПС), її використання на внутрішніх ринках країн СНД (зокрема, України) для нерегіональних продуктів поступово припиняється.

Таблиця 1.1.

**Класифікація ігристих вин за регіоном та методом виробництва**

| Країна/регіон              | Назва ігристого вина | Характеристика   |
|----------------------------|----------------------|--|
| Франція<br>(поза Шампанню) | Crémant              | Виробляється традиційним методом, але в інших регіонах (Ельзас, Бургундія, Луара тощо).  |
| Італія                     | Spumante             | Регіональні назви: Prosecco (резервуарний метод, Венето), Franciacorta (традиційний метод, Ломбардія), Asti (ароматичне, П'ємонт), Lambrusco (червоне/рожеве, Емілія-Романья). |
| Іспанія                    | Cava                 | Виробляється традиційним методом, в основному в Каталонії.   |
| Німеччина/Австрія          | Sekt                 | Найчастіше резервуарний метод.   |
| ПАР                        | Cap Classique        | Виробляється традиційним методом.  |

З набуттям чинності Угоди про асоціацію з ЄС (з 2016 року), українські виробники зобов'язалися припинити використання назви "шампанське" на внутрішньому ринку протягом 10-річного перехідного періоду [8,19,26,29].

Українські виробники вже використовують назви, що відповідають міжнародним стандартам, наприклад, "Ігристе" ("Українське ігристе", "Київ ігристе" тощо). Продукція завжди йшла на експорт під назвами "Ігристе".

*Об'ємна частка спирту в ігристих винах, як правило, не менше 10% об. (у "перлинних" — не менше 8,5% об.).*

*1. За кольором:*

Білі ігристі вина: колір від світло-солом'яного до золотистого, з можливими зеленуватими або бурштиновими відтінками.

Рожеві ігристі вина: рожевий, малиновий, брусничний відтінки.

Червоні ігристі вина: від ясно- до темно-червоного, з вишневим, гранатовим, рубіновим відтінками (наприклад, італійське Ламбруско).

## 2. Класифікація ігристих вин за вмістом цукру

Залежно від масової концентрації цукру, ігристі вина поділяються на такі категорії:

Таблиця 1.2.

### Класифікація ігристих вин за вмістом цукру

| Найменування | Вміст цукру (г/дм <sup>3</sup> ) |
|--------------|----------------------------------|
| Брют         | Не більше 15                     |
| Сухе         | 20 – 25                          |
| Напівсухе    | 35 – 45                          |
| Напівсолодке | 55 – 65                          |
| Солодке      | 75 – 85                          |

### 3. За технологічними особливостями:

Ігристі вина без витримки: випускаються після завершення шампанізації.

Витримані ігристі вина: витримка не менше 6 місяців після шампанізації.

Колекційні ігристі вина: витримка в пляшках не менше 2-3 років (із зазначенням року шампанізації) [7,18,35].

### 4. За тиском CO<sub>2</sub>:

Ігристі вина (повністю ігристі): мають високий тиск CO<sub>2</sub>

Перлинні вина (Frizzante, Pétillant): Вина зі зниженим тиском CO<sub>2</sub> (близько 100–250 кПа).

Ігристі вина всіх видів повинні мати тонкий, розвинений букет, повний, гармонійний смак без тонів окисленості, а при наливі в келих — утворювати піну та демонструвати тривале виділення діоксиду вуглецю (перляж).

Український ринок традиційно був орієнтований на внутрішнє споживання, але останнім часом зростає сегмент крафтового виноробства та експорт преміум-продукції.

### *Провідні виробники ігристих вин в Україні*

1. Artwinery (раніше Артемівський завод шампанських вин) найбільше підприємство у Східній Європі, яке виробляє ігристі вина класичним (традиційним) пляшковим методом. До повномасштабного вторгнення виробництво розташовувалося на глибині понад 72 метри у підземних гіпсових тунелях Бахмута (сьогодні підприємство призупинило роботу на основній локації, але продовжує діяльність на інших потужностях).

Ігристі вина з тривалою витримкою (до 60 місяців) під брендами Artwine, Krimart, Grand Artwinery.

2. SHABO є один із найбільших вертикально інтегрованих виробників, що має значну кількість власних виноградників. Активно інвестує у виробництво ігристих вин як резервуарним, так і класичним методом. Продукція: лінійки SHABO Classic, SHABO Grand Cuvée має високі оцінки на міжнародних конкурсах.

3. Marengo / Oreanda / Grande France (ТОВ "ГСГ") один з великих виробників, що використовує резервуарний метод для виробництва ігристих вин під популярними брендами.

4. Шато Чизай (Chateau Chizay) закарпатська виноробня, що активно розвиває напрямок якісних ігристих вин за технологією Сект (Sekt), використовуючи місцеві та європейські сорти.

5. Крафтові та сімейні виноробні (Father's Wine, Beykush Winery, Колоніст, Фрумушика-Нова та ін.) зростаючий сегмент, який зосереджений на нішевих продуктах: Pet Nat, обмежених тиражах традиційного методу, експериментах з автохтонними сортами [2,11,14,28].

Значна частина виробничих потужностей (зокрема Artwinery в Бахмуті) зазнала пошкоджень або опинилася в зоні бойових дій, що призвело до падіння обсягів виробництва в сегменті. Українські ігристі вина (особливо вироблені класичним методом) демонструють високу якість, отримуючи нагороди на міжнародних конкурсах (наприклад, Artwinery та SHABO), що відкриває шлях до експорту в преміум-сегмент.

Спостерігається перехід на відновлювальні джерела енергії (SHABO, Колоніст) та розвиток нових теруарів [6,17,22,34].

*Висновок до Розділу 1.*

Розділ 1 підкреслює, що якість та ідентичність ігристих вин визначається перш за все методом виробництва, серед яких ключовими є класичний (традиційний) та акратофорний (резервуарний). Класичний метод, що передбачає вторинне бродіння безпосередньо у пляшці з обов'язковою тривалою витримкою на осаді, забезпечує складний смаковий профіль (як у Шампанського та Кави), тоді як резервуарний метод, поширений в Україні, дозволяє швидко отримувати легкі, свіжі та фруктові вина (як Просекко).

Важливим є суворе термінологічне розмежування: назва "Шампанське" захищена за походженням, що зобов'язує українських виробників (у перехідний період) переходити на міжнародно визнану назву "Ігристе". Класифікація ігристих вин за вмістом цукру (від Брют до Солодкого) та кольором є стандартизованою, але якість їхнього перляжу (бульбашок) прямо залежить від обраної технології.

Попри виклики війни, українське виноробство (Artwinery, SHABO, крафтові виробники) активно розвиває виробництво якісних ігристих вин, зокрема класичним методом, демонструючи високий експортний потенціал.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЯ

Мета роботи - удосконалення технології виробництва ігристого вина, спрямоване на скорочення тривалості виробничого циклу та зниження собівартості готової продукції при збереженні високих органолептичних показників.

Для досягнення цієї мети поставлено такі задачі:

- провести огляд літератури щодо існуючих методів виробництва ігристих вин, їхньої класифікації та вимог до сировини.
- розробити та обґрунтувати удосконалену рецептуру та технологічні параметри ігристого вина.
- здійснити продуктові розрахунки та визначити річну потребу в сировині готового ігристого вина.
- сформувати апаратурно-технологічне забезпечення виробництва ігристого вина.
- описати систему управління якістю та безпечністю на виробництві;
- розрахувати економічну ефективність удосконаленого продукту.

Задача роботи: організувати виробництво 1000 дал готового ігристого вина на добу за удосконаленою (резервуарною) технологією.

Удосконалення полягає у зміні режимів вторинного бродіння в акратофорах, як це показано у порівняльній таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

### Порівняльний аналіз ключових технологічних параметрів

| Параметр             | Стандартний метод<br>Шарма<br>(зразок №1) | Удосконалений метод<br>(зразок №2) | Вплив удосконалення на якість  |
|----------------------|---|------------------------------------|--|
| Температура бродіння | 15 – 20 С                                 | 10-14 С<br>(знижена)               | Критично важливе. Нижча температура уповільнює бродіння, сприяючи кращому утриманню CO <sub>2</sub> та формуванню дрібніших, |

|                     |                       |                                     |   |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
|                     |                       |                                     | стійкіших бульбашок і стійкої піни. Зберігає свіжіші, тонкі аромати.  |
| Вміст цукру (тираж) | 20 г/ дм <sup>3</sup> | 22 г / дм <sup>3</sup> (підвищений) | Незначне підвищення цукру забезпечує надійне досягнення необхідного тиску (450-500кПа) навіть за умов низької температури.  |
| Тривалість циклу    | 20 - 30 діб           | 15 -20 діб (скорочений)             | Досягається завдяки використанню високоактивних, холодостійких штамів дріжджів, що дозволяють ефективно завершити процес при низькій температурі, скорочуючи загальний час перебування вина в акратофорі. |

Удосконалення технології виробництва ігристого вина, що представлено у нашій роботі (зразок №2), полягає не стільки в принциповій зміні методу, скільки в його модифікації та оптимізації ключових параметрів для досягнення кращих органолептичних показників при збереженні високої економічної ефективності.

Традиційний резервуарний метод (Шарма-Мартінотті) у класичному вигляді часто дає простіші, "швидкі" ігристі вина, тоді як удосконалений підхід, заснований на зразку №2, максимально наближає якість до пляшкової шампанізації без її витрат.

Головні відмінності полягають у вимогах до контролю температури, перекачування та фільтрації ігристого вина табл.2.2 та 2.3.

Удосконалена технологія вимагає не просто резервуарів, а високотехнологічних акратофорів, здатних підтримувати низький температурний режим протягом усього циклу.

Удосконалений метод забезпечує якість, близьку до класики, що вимагає ідеальної прозорості та мінімальних втрат CO<sub>2</sub> при фасуванні.

Таблиця 2.2.

**Схема удосконалення технології виробництва ігристого вина  
(модифікований резервуарний метод)**

| Елемент Технології | Прийняте рішення   | Обґрунтування   |
|--------------------|--|---|
| Метод виробництва  | Резервуарний (Шарма-Мартінотті) з модифікацією температурного режиму.  | Скорочення циклу до 15-20 діб для високої продуктивності (1000 дал добу) та зниження собівартості.  |
| Оптимізація складу | Базовий виноматеріал: використання свіжих, нейтральних сортів (Аліготе, Рислінг) з високою титрованою кислотністю (6,0-8,0 г/дм <sup>3</sup> ) та низькою екстрактивністю. | Висока кислотність забезпечує свіжість смаку та кращу інтеграцію CO <sub>2</sub> . Нейтральність смаку запобігає «важким» тонам, характерним для швидкого бродіння.   |
|                    | Тиражний лікер: підвищена концентрація цукру — 22 г/дм <sup>3</sup> купажу.  | Гарантує досягнення цільового тиску 450-500 кПа (5 атм) навіть за умов низької температури бродіння.  |
|                    | Дріжджі: використання високоактивних, холодостійких штамів ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ).  | Дозволяє ефективно проводити бродіння в умовах зниженої температури (10-14 С), скорочуючи цикл до 15-20 діб.  |
| Обладнання         | Акратофори (МЗС-5000): спеціалізовані резервуари з посиленою охолоджувальною сорочкою та автоматизованою системою контролю.  | Забезпечення стабільності низького температурного режиму та точного моніторингу тиску/температури протягом всього циклу.  |
|                    | Фільтрація: герметичний пластинчастий або мембранний фільтр (ізобарична фільтрація).<br><br>Лінія розливу: високопродуктивна ізобарична лінія (6000-8000 пляшок/ год).     | Видалення дріжджового осаду та забезпечення кристалевої прозорості без втрати CO <sub>2</sub> перед розливом.<br><br>Мінімальний контакт з повітрям та мінімізація втрат CO <sub>2</sub> під час дозажу та закупорювання (збереження якості перляжу). |

| <i>Продовження табл.2.2.</i> |   |   |
|------------------------------|---|---|
| Технологічні параметри       | Температура вторинного бродіння: 10 – 14 С (проти 15-20 С у стандарті).<br><br>Тиск: досягнення 450 – 500 кПа (5 атм) у резервуарі. | Ключове удосконалення.<br>Зниження температури сприяє формуванню дрібніших, стійкіших бульбашок та збереженню тонких, свіжих фруктових ароматів.<br><br>Відповідає вимогам до якісних ігристих вин. |

Таблиця 2.3.

### Удосконалення обладнання лінії розливу

| Елемент    | Стандартний метод Шарма (зразок №1) | Удосконалений метод (зразок №2)  |
|------------|-------------------------------------|--|
| Фільтрація | Зазвичай, стандартна фільтрація.    | Герметичний пластинчастий фільтр (або мембранний) для тонкої фільтрації під тиском (ізобарична фільтрація). Це необхідно для кришталевої прозорості та мінімізації втрат CO <sub>2</sub> перед розливом.   |
| Розлив     | Стандартна ізобарична лінія.        | Високопродуктивна ізобарична лінія розливу (6000-8000 пляшок/ год). Це забезпечує мінімальний час контакту з повітрям та мінімізує втрати CO <sub>2</sub> при додаванні дозажного лікеру та закупорюванні. |

Удосконалення резервуарної технології (зразок №2) є оптимізацією балансу між швидкістю та якістю:

Скорочення циклу (з 20-30 до 15-20 діб) та зниження собівартості (за рахунок автоматизації та дешевої тари).

Підвищення якості (за рахунок контрольованого холодного бродіння та високоточного обладнання) для отримання більш свіжого вина з тонким, стійким перляжем (дрібні бульбашки).

Це дозволить підприємству виробляти значний обсяг ігристого вина (1000 /t добу) з органолептичними показниками, які значно перевершують показники продукту, виготовленого за класичним "швидким" методом Шарма.

*Висновок до розділу 2.*

Удосконалення технології виробництва ігристого вина, представлене в роботі, досягає мети скорочення виробничого циклу (до 15-20 діб) при збереженні високих органолептичних показників. Ключова модифікація резервуарного методу полягає у зниженні температури вторинного бродіння до 10-14 С, що сприяє формуванню дрібніших бульбашок і кращому збереженню свіжих ароматів. Для реалізації цього підходу необхідне високотехнологічне апаратурне забезпечення, зокрема посилені системи охолодження акратофорів та автоматизована ізобарична лінія розливу. Обрана методологія забезпечує оптимальний баланс між високою економічною ефективністю та якістю продукту, що дозволяє організувати добове виробництво 1000 дал ігристого вина.

### 3. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

#### 3.1. Вимоги до якості сировини та матеріалів

Якість ігристого вина, виготовленого за удосконаленою резервуарною технологією, безпосередньо залежить від ретельного підбору та контролю вхідної сировини. Основу складають базовий виноматеріал, цукор, спеціалізовані дріжджі та підготовлена вода.

Виноматеріал є головним компонентом, що формує органолептичний профіль ігристого вина. Оскільки обраний резервуарний метод є менш тривалим, вимоги до свіжості та нейтральності смаку є пріоритетними.

Таблиця 3.1.

#### Вимоги до виноматеріалу

| Показник              | Вимоги (ДСТУ, Технічні умови)                        | Обґрунтування для резервуарного методу   |
|-----------------------|--|--|
| Сорт винограду        | Аліготе, Рислінг, Піно Блан, Шардоне (або їх купаж). | Використовуються сорти, що дають легкі, свіжі, нейтральні вина, які добре сприймають вторинне бродіння в акратофорах.          |
| Вміст спирту          | 10,0 - 12,0 % об.                                    | Необхідний для формування кінцевої міцності та забезпечення стійкості виноматеріалу.   |
| Титрована кислотність | 6,0 - 8,0 г/дм <sup>3</sup>                          | Висока кислотність забезпечує свіжість та гармонію смаку, характерну для ігристих вин.   |
| Екстрактивність       | Не більше 16,0 г/дм <sup>3</sup>                     | Низька екстрактивність забезпечує легкість та чистоту аромату, необхідну для масового виробництва.                             |
| Прозорість            | Кришталєво прозорий, без помутнінь та осаду.         | Виноматеріал повинен пройти стабілізацію та тонку фільтрацію перед шампанізацією для запобігання утворенню осаду в акратофорі. |

Цукор білий повинен відати ДСТУ 4623:2006 використовується для формування тиражного лікеру (джерело живлення для дріжджів при

вторинному бродінні) та експедиційного лікеру (встановлення кінцевої категорії солодкості) табл.3.2.

Таблиця 3.2.

### Органолептичні та фізико-хімічні показники цукру

| Показник         | Органолептичні вимоги               | Фізико-хімічні вимоги                    |
|------------------|-------------------------------------|--|
| Зовнішній вигляд | Сипучий продукт, без грудок.        | Масова частка сахарози: не менше 99,7 %. |
| Колір            | Білий, блискучий.                   | Масова частка вологи: не більше 0,1 %.   |
| Смак             | Солодкий, без стороннього присмаку. |  |

Для бродіння використовують винні дріжджі, які повинні відповідати вимогам ДСТУ 7455:2013 «Дріжджі винні. Технічні умови» [20] табл.3.3.

Таблиця 3.3

### Вимоги до винних дріжджів для виробництва ігристих вин

| Вимоги                       | Критерій                       | Значення   |
|------------------------------|--------------------------------|--|
| Активність бродіння          | Швидкість та повнота           | Швидко та повно зброджувати цукри сусла.   |
| Осмофільність                | Концентрація цукрів            | Зброджувати сусло з високою концентрацією цукрів (до 300-320 г/дм <sup>3</sup> ).          |
| Спирторезистентність         | Концентрація спирту            | Переносити високу концентрацію етилового спирту (до 17–19 % об.).                          |
| Кислотостійкість             | Рівень рН                      | Не реагувати на значні коливання у кислотності сусла і бути кислотостійкими (рН 2,8 –3,2). |
| Температурна стійкість       | Температура бродіння           | Бути термо- або холодостійкими залежно від потрібної температури бродіння.                 |
| Стійкість до SO <sub>2</sub> | Концентрація сірчистої кислоти | Бути стійкими проти дії сірчистої кислоти і діоксиду сірки (до 200 мг/дм <sup>3</sup> ).   |

| <i>Продовження табл. 3.3.</i> |                      |  |
|-------------------------------|----------------------|--|
| Продукти бродіння             | Побічні продукти     | Не накопичувати великої кількості летких кислот; не розкладати яблучну та лимонну кислоти.           |
| Ароматичні властивості        | Букет                | Продувати склад ароматичних речовин для забезпечення тонкого, гармонійного та стійкого букету напою. |
| Для ігристих вин              | Тиск CO <sub>2</sub> | Забезпечувати активне бродіння з доведенням тиску CO <sub>2</sub> до 0,5 МПа за температури 10 °С.   |

Вода використовується для приготування лікерів, а також для миття обладнання та пакувальної тари. Вона повинна відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Таблиця. 3.4.

**Вимоги до якості води, що використовується для приготування тиражних та експедиційних лікерів**

| Показник                 | Вимоги  | Обґрунтування  |
|--------------------------|---|--|
| Запах і присмак          | Не більше 2 балів.                                | Сторонні запахи та присмаки можуть негативно вплинути на тонкий аромат ігристого вина. |
| Жорсткість               | Не більше 7,0 ммоль дм <sup>3</sup> .             | М'яка вода є кращою для розчинення цукрів та запобігання утворенню осаду в лікері.     |
| Токсикологічні показники | Відсутність важких металів, нітратів, пестицидів. | Забезпечення безпеки кінцевого продукту.   |

Для забезпечення економічної вигоди резервуарного методу використовується стандартизована скляна тара (пляшки для ігристих вин),

яка є дешевшою порівняно з товстостінними пляшками для класичного шампанського.

На всі допоміжні матеріали (пробки, мюзле, етикетки) повинні бути наявні якісні посвідчення та санітарно-гігієнічні висновки.

Скляні пляшки контролюються за геометричними розмірами, повною місткістю, водостійкістю та хімічною корозією внутрішньої поверхні [10].

Особлива увага приділяється термостійкості тари для запобігання пошкодженню під час пастеризації або зміни температурних режимів.

### 3.2.Продуктовий розрахунок

Розрахунки проводяться для виробничої потужності, що забезпечує випуск 1000 дал готового ігристого вина за одну розрахункову партію, з подальшим перерахунком на річну потужність.

Таблиця.3.5.

#### Вихідні дані для технологічних розрахунків

| Показник                         | Значення  | Одиниця вимірювання           | Примітки                               |
|----------------------------------|-----------|-------------------------------|--|
| Розрахунковий обсяг              | 1000      | дал                           | Обсяг готового ігристого вина          |
| Міцність базового виноматеріалу  | 11,5      | % об.                         | Середня міцність купажу                |
| Міцність готового ігристого вина | 11,8      | % об.                         | Збільшується після вторинного бродіння |
| Вміст цукру в готовому вині      | 1,2 - 1,5 | % (12-15 г/дм <sup>3</sup> ). | Для категорії "Брют" або "Сухе"        |
| Кількість робочих днів           | 245       | діб на рік                    |  |

Таблиця 3.6.

### Рецептура купажу для виробництва ігристого вина

| Назва компоненту   | Функція  | Кількість на 1000 дал | Одиниця вимірювання |
|--|--|-----------------------|---------------------|
| Базовий виноматеріал                                       | Основа купажу                                    | Розрахункова          | дал                 |
| Тиражний лікер   | Ініціація вторинного бродіння (цукор та дріжджі) | ~50                   | дал                 |
| Експедиційний лікер  | Коригування солодкості (перед розливом)          | ~15                   | дал                 |
| Спеціалізовані дріжджі ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) | Прискорення шампанізації                         | 0,5–1,0               | кг                  |
| Стабілізатори (лимонна кислота)                            | Корекція кислотності                             | 5                     | кг                  |
| Підготовлена вода  | Для приготування лікерів                         | розрахункова          | дал                 |

Втрати спирту при виробництві ігристих вин резервуарним методом є значно меншими, ніж при приготуванні лікерів, оскільки процеси відбуваються у герметичній системі під тиском.

Таблиця 3.7.

### Норми втрат і браку при виготовленні ігристого вина

| Показник             | Втрати на шампанізації, % | Втрати на фільтрації та розливі, % | Невиправний брак (розлив), % | Поворотні продукти, % |
|----------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Загальні втрати вина | 0,25–0,35                 | 0,8                                | 0,5                          | 1,5                   |

Розрахунки ведуться від об'єму вина, а не від безводного спирту, оскільки міцність змінюється незначно.

Розрахунок об'єму ігристого вина в акратофорах. Об'єм вина, який необхідно ввести в акратофор для отримання 1000 дал готового ігристого вина, повинен враховувати невивправний брак та втрати при розливі.

$$V_{\text{АКР}} = \frac{1000 \cdot (100 + \text{Втрати}_{\text{розлив}} + \text{Брак}_{\text{невипр}})}{100} + V_{\text{додат.}} \quad (3.1.)$$

Де  $V_{\text{додат.}}$  — об'єм, доданий експедиційним лікером (прийmemo 1,5% від 1000 дал).

$$V_{\text{АКР}} = \frac{1000 \cdot (100 + 0,8 + 0,5)}{100} + 15 = 1028 \text{ дал}$$

Тобто, для розливу 1000 дал готового вина потрібно 1028 дал вина у збірниках після шампанізації.

Об'єм купажу, що подається на шампанізацію, повинен покрити втрати в акратофорі.

$$V_{\text{КУП}} = \frac{V_{\text{АКР}} \times 100}{(100 - \text{Втрати}_{\text{АКР}})} \quad (3.2.)$$

$$V_{\text{КУП}} = \frac{1028 \times 100}{(100 - 0,3)} = 1031,09 \text{ дал}$$

4. Розрахунок тиражного лікеру він забезпечує вторинне бродіння. Вміст цукру в лікері розраховується таким чином, щоб збільшити вміст спирту на 1,5–2,0 % об. та досягти необхідного тиску CO<sub>2</sub>.

Прискорений метод потребує 21–22 г цукру на 1 дм<sup>3</sup> вина для досягнення тиску 450 кПа.

1. Потреба у цукрі: 1031,09 дал × 10 × 22 г/дм<sup>3</sup> = 226839,8 г ≈ 226,8 кг.
2. Об'єм тиражного лікеру (30% цукор): прийmemo 50 дал (згідно з традиційними нормами для 1000 дал).
3. Вода на лікер: 50 дал (об'єм лікеру) мінус об'єм цукру та дріжджів.

Таблиця 3.8.

**Виробнича програма для виробництва 1000 дал ігристого вина**

| Назва сировини/продукту                     | Одиниця вимірювання | Кількість на 1000 дал | Річна потреба (245 діб)* |
|---|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| Базовий виноматеріал                        | дал                 | 1031,09               | 252617,05                |
| Тиражний лікер                              | дал                 | 50,0                  | 12250,0                  |
| Експедиційний лікер                         | дал                 | 15,0                  | 3675,0                   |
| Цукор білий (на лікери)                     | кг                  | 230,0                 | 56350,0                  |
| Дріжджі ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) | кг                  | 1,0                   | 245,0                    |
| Лимонна кислота                             | кг                  | 5,0                   | 1225,0                   |
| Ігристе вино в збірниках                    | дал                 | 1028,0                | 251860,0                 |
| Готове ігристе вино                         | дал                 | 1000,0                | 245000,0                 |

Коефіцієнт перерахунку на річну потужність:

$$\frac{245000\text{дал}}{1000\text{дал}} = 245$$

Розрахунки виконуються, виходячи з того, що ігристе вино розливається у пляшки місткістю 0,75 дм<sup>3</sup>. (стандарт) та 0,5 дм<sup>3</sup>. (додатковий обсяг).

Для економічної вигоди обираємо: 80% у 0,75 дм<sup>3</sup> та 20 % у 0,5 дм<sup>3</sup>.

Таблиця 3.9.

**Розрахунок річної потреби у скляній тарі (пляшках)**

| Місткість пляшки (V), дм <sup>3</sup> | Частка обсягу, % | Обсяг на рік, дм <sup>3</sup> | Кількість пляшок (рік), шт. N=V/0,75 (або 0,5) | Всього тари (рік), шт. |
|---------------------------------------|------------------|-------------------------------|--|------------------------|
| 0,75                                  | 80               | 19600000                      | 26133333                                       | 32666666               |
| 0,50                                  | 20               | 4900000                       | 9800000  |                        |
| Бій пляшок (2,2% від миття до складу) | -                | -                             | 718666   |                        |
| Загальна потреба в тарі               | -                | -                             | 33385332                                       |                        |

### 3.3. Апаратурно-технологічне забезпечення

Наведена апаратурно-технологічна схема на рис. ілюструє послідовність виробництва ігристого вина удосконаленим резервуарним методом Шарма-Мартінотті, оптимізованим для скорочення циклу та підвищення якості перляжу за рахунок контрольованого холодного бродіння.

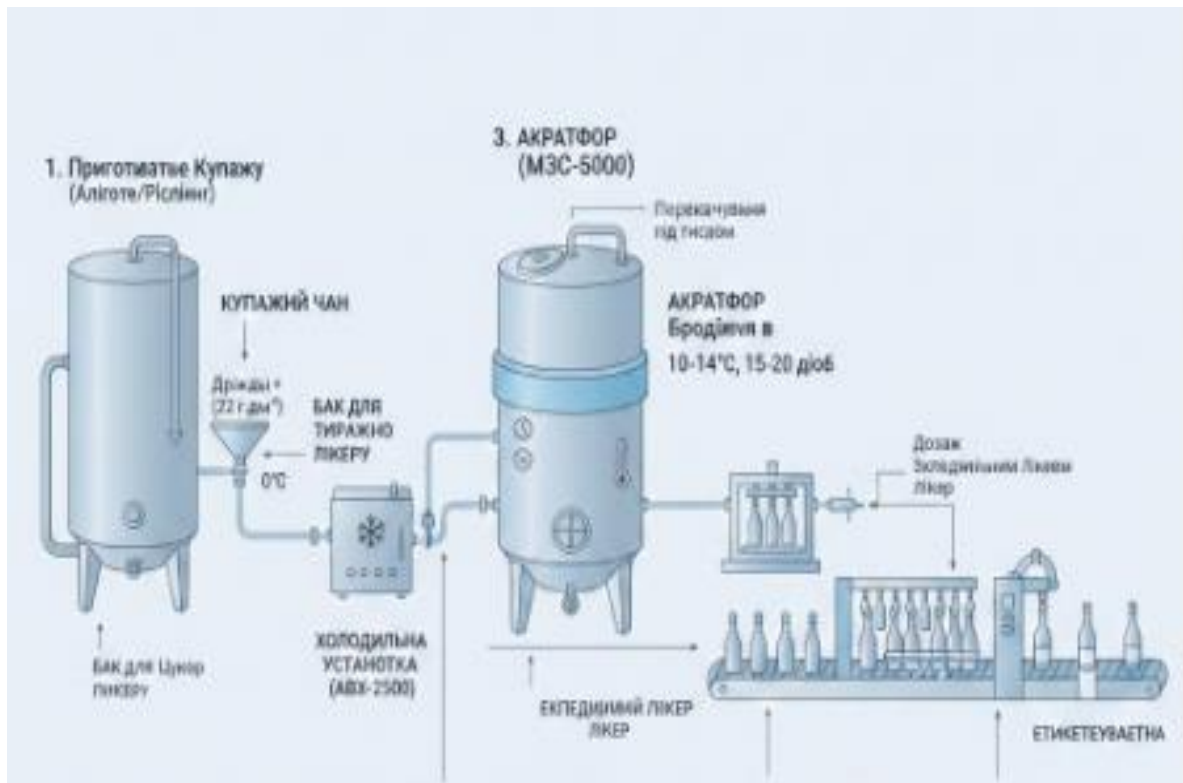


Рис. 3.1. Апаратурно-технологічна схема виробництва ігристого вина

Апаратурно-технологічне забезпечення удосконаленого резервуарного методу (Шарма-Мартінотті) сфокусоване на високій продуктивності, автоматизації та точному контролі процесів вторинного бродіння під тиском.

Розрахунок ведеться для забезпечення річної потужності 245000 дал (або 2,45 млн дм<sup>3</sup>) готового ігристого вина, що відповідає 1000 дал на добу.

Річний випуск:  $V_{\text{рік}}=245000$  дал.

Кількість робочих днів: 245 діб.

Добова продуктивність лінії:

$V_{\text{доб}}=1000$  дал/добу= $10$  т/добу (при  $\rho \approx 1000$  кг/м<sup>3</sup>).

Кількість робочих годин на добу (дві зміни):

$T_{\text{доб}}=16$  годин.

Необхідна продуктивність лінії:

$Q_{\text{необх}}=16 \text{ год} \cdot 1000 \text{ дал} = 62,5 \text{ дал/год} \approx 6,25 \text{ т/год}$ .

Кількість основного технологічного обладнання (N) розраховується за формулою:

$$N = \frac{Q_{\text{техн}}}{Q_{\text{обл}} \cdot \eta} \quad (3.3.)$$

де:  $Q_{\text{техн}}$  — необхідна технічна продуктивність лінії (12.5 т/год);

$Q_{\text{обл}}$  — номінальна продуктивність одиниці обладнання (з таблиці);

$\eta$  — коефіцієнт використання обладнання (приймаємо 0,85 для технологічного обладнання і 0,7-0,8 для фасувального/автоклавів) Для розрахунку кількості акратофорів необхідно врахувати об'єм (місткість) акратофора та тривалість циклу шампанізації.

1. Тривалість циклу (удосконалений метод):

$T_{\text{цикл}}=15$  діб (включаючи охолодження та стабілізацію).

2. Об'єм акратофора (номінальний):

$V_{\text{акр}}=5000$  дал.

3. Необхідний об'єм для добової партії:

$V_{\text{доб}}=1000$  дал.

$$N_{\text{акр}} = \frac{V_{\text{доб}} \cdot T_{\text{цикл}}}{5000} \times \frac{1}{0,851}$$

$$N_{\text{акр}} = \frac{1000 \text{ дал} \cdot 15 \text{ діб}}{5000} \times \frac{1}{0,851} = 3,53 \text{ од.} \quad (3.4.)$$

$N_{\text{акр}}=3,53 \approx 4$  одиниці

Приймаємо 4 одиниці акратофорів місткістю 5000 дал.

Таблиця 3.10.

**Зведена таблиця специфікації обладнання для виробництва ігристого вина**

| Назва   | Тип, марка обладнання                       | Кількість | Характеристика   | Продуктивність (дал/год) | Потужність, кВт |
|---|---|-----------|--|--------------------------|-----------------|
| Акраторфор (резервуар тиску)                            | МЗС-5000 спеціалізований, охолоджувальний   | 4         | вторинне бродіння (шампанізація) під тиском.                 | 5000 дал/цикл            | ~10 (на охол.)  |
| Холодильна установка                                    | АВХ-2500 або аналог                         | 1         | забезпечення 10–14°C в акраторах та 0 С для стабілізації.    | 25000 ккал/год           | 50              |
| Бак для приготування лікерів                            | зі змішувачем, термоізолюваний              | 2         | приготування тиражного та експедиційного лікерів.            | 200 дал/год              | 1,5             |
| Ізобаричний насос                                       | високоточний, для перекачування під тиском  | 2         | перекачування вина з акратора на розлив.                     | 100 дал/год              | 5,5             |
| Пластинчастий фільтр                                    | герметичний (для контрольованої фільтрації) | 1         | тонка фільтрація ігристого вина перед розливом.              | 100 дал/год              | 2,2             |
| Ізобарична лінія розливу (розлив, дозаж, закупорювання) | комплексна автоматична                      | 1         | розлив вина під тиском, дозаж лікеру та закупорювання мюзле. | 6000–8000 б/год          | 15              |
| Етикетувальна машина                                    | автоматична                                 | 1         | нанесення етикеток, кольєреток, акцизних марок.              | 10000 б/год              | 1,1             |
| Пакувальна машина                                       | термоусаджувальна (в лотки)                 | 1         | групове пакування готової продукції.                         | 25 упак/хв               | 3,0             |

*Ключове технологічне удосконалення.*

1. Акраторфор (резервуар тиску) МЗС-5000 - це герметичний, термоізолюваний сталевий резервуар, обладнаний сорочкою охолодження,

мішалками та приладами контролю тиску і температури. Проведення вторинного бродіння у великому обсязі. Прискорення циклу до 15 діб завдяки точному контролю температури та використанню активних дріжджів. Забезпечення стабільної температури 10-14 С протягом циклу та тиску до 500 кПа.

Акратофори оснащені автоматизованими датчиками для безперервного моніторингу тиску (критично для безпеки) та температури (критично для якості).

2. Ізобарична лінія розливу - комплексний автомат, який виконує низку операцій під тиском. Переваги: забезпечує високу швидкість розливу (6000–8000 б/год), мінімізуючи втрати продукту.

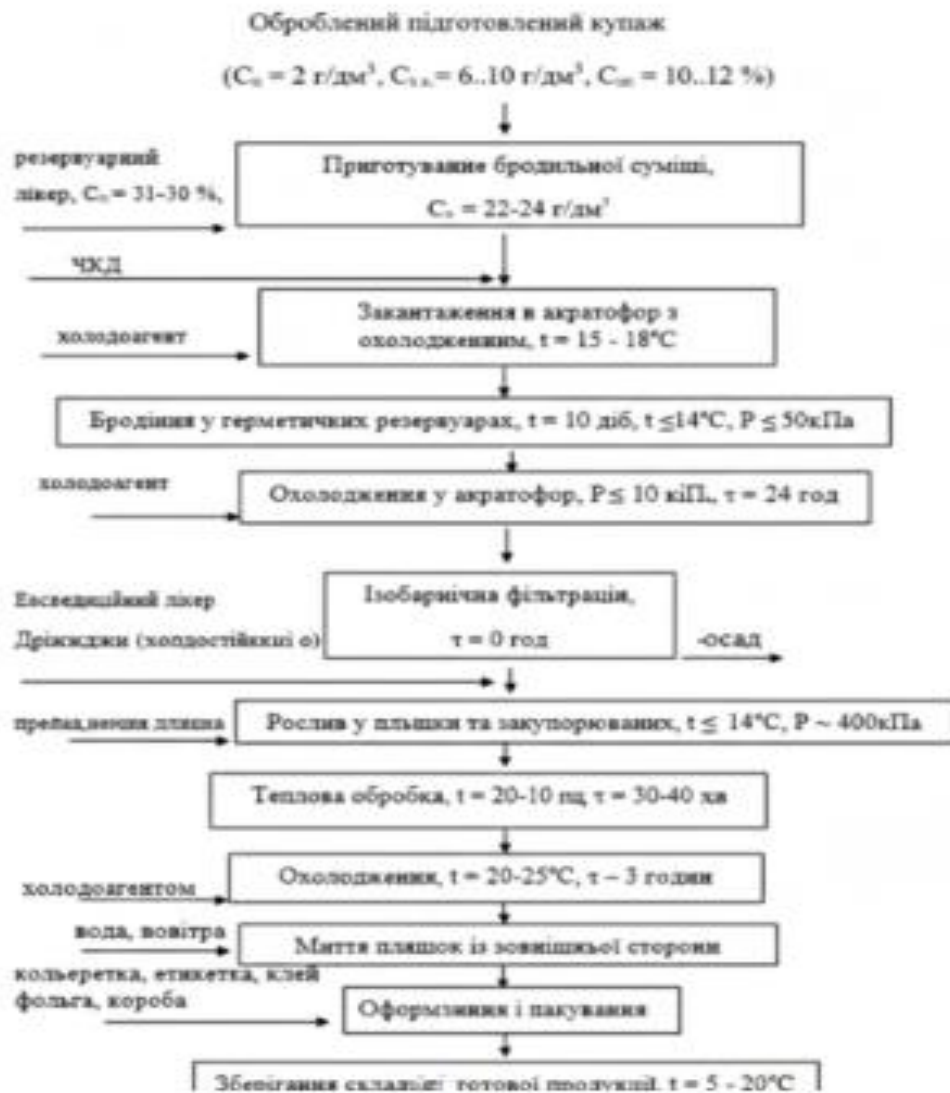
3. Герметичний пластинчастий фільтр (ізобаричний)- тонка фільтрація для досягнення кришталевої прозорості та мінімізації втрат CO<sub>2</sub> перед розливом.

4. Холодильна установка (ABX-2500) швидке охолодження вина (стабілізація) до -4°C після завершення бродіння та підтримка низької температури під час шампанізації. Енергоефективна установка, що використовує системи рекуперації тепла для зниження загального енергоспоживання підприємства.

Підібране обладнання повністю відповідає вимогам удосконаленого методу (Зразок №2), забезпечуючи скорочення циклу (до 15-20 діб) та підвищення якості продукту за рахунок точного контролю низької температури бродіння та використання ізобаричних технологій на всіх етапах, від перекачування до розливу. Це дозволяє підприємству виробляти значний обсяг ігристого вина (1000 дал/добу) з високими органолептичними показниками.

### **3.4.ОПИС ТЕХНОЛОГІЇ**

Опис технології ігристого вина за удосконаленим резервуарним методом (Шарма-Мартінотті) рис.3.2.



*Рис.3 2. Принципово-технологічна схема виробництва ігристого вина*

Запропонована технологія виробництва ігристого вина базується на резервуарному методі (Шарма-Мартіотті), який є найбільш економічно вигідним та швидким способом отримання високоякісного ігристого продукту.

Удосконалення методу включає використання спеціалізованого обладнання та оптимізованих біохімічних режимів для скорочення циклу шампанізації.

Приготування базового виноматеріалу. Використовується сухий виноматеріал (типово, з винограду сортів Аліготе, Рислінг або їх купаж), що має вміст спирту 10-12 % об.

Виноматеріал проходить освітлення, фільтрацію та стабілізацію (охолодженням або обробкою бентонітом) для забезпечення його прозорості та стійкості.

Купажування. Змішування різних партій виноматеріалу для досягнення бажаного стабільного смакового та ароматичного профілю, характерного для даного бренду ігристого вина.

Приготування тиражного лікеру та дріжджової розводки. Готується суміш базового виноматеріалу, цукру (для забезпечення вторинного бродіння) та спеціально підібраного штаму дріжджів, стійкого до високого тиску та низьких температур.

*Удосконалення.* Використовуються високоактивні культури дріжджів, які дозволяють скоротити термін шампанізації до 10-15 днів (порівняно з традиційними 20-30 днями).

*Завантаження та ініціація бродіння.* Купажний виноматеріал та тиражний лікер вводяться у великий герметичний сталевий резервуар – акратофор. Акратофор щільно закривається, ініціюється вторинне бродіння. Внаслідок бродіння дріжджі перетворюють цукор на етиловий спирт та вуглекислий газ (CO<sub>2</sub>).

*Контроль режиму шампанізації.* Вторинне бродіння відбувається при строго контрольованій низькій температурі (10-14 C). Це забезпечує повільне та рівномірне насичення вина дрібними бульбашками CO<sub>2</sub>. В акратофорі підтримується постійний тиск 450-550 кПа, що є необхідним для розчинення CO<sub>2</sub> у вині.

Застосування автоматизованих систем контролю та моніторингу тиску, температури та вмісту цукру запобігає втратам продукту та забезпечує стабільність процесу.

Процес бродіння триває доти, доки вміст залишкового цукру не досягне мінімального рівня, а тиск CO<sub>2</sub> не стабілізується на необхідному рівні.

*Дозрівання (витримка на осаді).* Після завершення бродіння вино може бути витримане на дріжджовому осаді протягом 1-2 тижнів. Це посилює його органолептичні характеристики та надає «кремового» смаку.

*Охолодження та стабілізація.* Для повного припинення бродіння та забезпечення кристалічної стабільності вино охолоджують до -4 С протягом кількох днів. Це сприяє випаданню в осад винного каменю (тартратів).

*Фільтрація та відділення осаду.* Проводиться тонка фільтрація під тиском для видалення дріжджового осаду та забезпечення кришталевої прозорості вина перед розливом.

*Дозаж (введення експедиційного лікеру).* Після фільтрації у вино додають експедиційний лікер (суміш вина та цукру) для встановлення кінцевої категорії ігристого вина (Брют, Сухе, Напівсухе).

*Розлив під тиском.* Готове ігристе вино розливається у пляшки на ізобаричній лінії розливу (під тиском). Використання резервуарного методу дозволяє використовувати менш товстостінні та дешевші пляшки порівняно з класичним методом.

*Закупорювання та оформлення.* Пляшки закупорюються корковою пробкою, фіксуються дротяною вуздечкою (мюзле) та оформлюються етикеткою.

*Висновок до Розділу 3.*

У даному розділі детально обґрунтовано вимоги до сировини та розроблено технологічну схему для виробництва 1000 дал ігристого вина на добу. Для забезпечення високої якості продукту (необхідний базовий виноматеріал з високою кислотністю та використання спеціалізованих дріжджів, здатних активно працювати при зниженій температурі (10-14 С).

Технологічна схема акцентує увагу на ізобаричних процесах (фільтрація та розлив) і обов'язковій холодній стабілізації, що дозволяє скоротити цикл до 15-20 діб, зберігаючи при цьому високі органолептичні показники готового вина.

## РОЗДІЛ 4. КОНТРОЛЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПРОДУКТУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

### 4.1. Контроль безпечності та якості продукту

Якість ігристого вина визначається за комплексом органолептичних та фізико-хімічних показників, які повинні відповідати вимогам ДСТУ 4807:2007 «Вина ігристі. Технічні умови», які зазначені в таблиці 4.1. та 4.2.

Таблиця 4.1.

#### Органолептичні показники вин ігристих

| Назва показника                           | Характеристика   |
|---|--|
| Прозорість                                | Прозорі  |
| Колір:<br>— білі<br>— рожеві<br>— червоні | Світло-солом'яний з відтінками від зеленуватого до золотистого<br>Від світло-рожевого до рожевого<br>Червоний з різними відтінками           |
| Букет                                     | Розвинутий, тонкий, притаманний вину ігристому конкретного найменування  |
| Смак                                      | Свіжий, гармонійний, характерний для відповідного найменування, без сторонніх присмаків  |
| Ігристі                                   | Під час наливання у бокал повинна утворюватись характерна для властивості ігристих вин піна з тривалим виділенням бульбашок діоксиду вуглецю |

Фізико-хімічні показники підтверджують технологічну відповідність та стабільність продукту. За фізико-хімічними показниками вина ігристі повинні відповідати вимогам, які вказані у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

#### Фізико-хімічні показники вин ігристих

| Назва показника                    | Значення  |
|------------------------------------|-----------|
| Об'ємна частка етилового спирту, % | 10,0—13,5 |

| <i>Продовження табл.4.2.</i>   |         |
|--|---------|
| Масова концентрація цукрів, у перерахунку на інвертний, г/дм <sup>3</sup>                | —15     |
| — брют,  | —16—19  |
| —екстрасухе  | —20—30  |
| — сухе   | —35—50  |
| —напівсухе   | —55—80  |
| — напівсолодке   | —85—120 |
| — солодке, не менше  |         |
| Масова концентрація титрованих кислот, у перерахунку на винну кислоту, г/дм <sup>3</sup> | 5,0—8,0 |
| Масова концентрація летких кислот, у перерахунку на оцтову кислоту, не більше:           | 1,0     |
| — білі, рожеві   | 1,2     |
| — червоні  |         |
| Масова концентрація загальної сірчистої кислоти, мг/дм <sup>3</sup> , не більше:         | 200     |
| в тому числі вільної, мг/дм <sup>3</sup>   | 20      |
| Тиск діоксиду вуглецю у пляшці за температури (20 ± 0,5) оС, кПа, не менше               | 300     |
| Масова концентрація приведенного екстракту, г/дм <sup>3</sup> , не менше:                |         |
| — білі, рожеві   | 15,0    |
| — червоні  | 18,0    |

Вміст токсичних елементів у винах ігристих не повинен перевищувати допустимі рівні згідно з МБВ № 5061 [2], які зазначені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3.

#### Вміст токсичних елементів у винах ігристих

| Назва показника       | Допустимий рівень,мг/кг, не більше | Метод контролювання   |
|-----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| Вміст важких металів: |                                    |                       |
| свинцю                | 0,300                              | Згідно з ДСТУ 4112.35 |
| кадмію                | 0,030                              | Згідно з ДСТУ 4112.32 |
| ртуті                 | 0,005                              | Згідно з ДСТУ 4112.30 |
| міді                  | 5,000                              | Згідно з ДСТУ 4112.31 |
| цинку                 | 10,000                             | Згідно з ДСТУ 4112.34 |
| заліза                | 10,000                             | Згідно з ДСТУ 4112.30 |
| Вміст миш'яку         | 0,200                              | Згідно з ДСТУ 4112.36 |

Вміст радіонуклідів у винах ігристих не повинен перевищувати допустимі рівні згідно з ГН 6.6.1.1-130 [3], які зазначені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4.

#### Допустимі рівні радіонуклідів у винах ігристих

| Показник          | Допустимий рівень, Бк/кг | Метод контролювання |
|-------------------|--------------------------|---------------------|
| $^{137}\text{Cs}$ | 50                       | Згідно з ДСТУ 3240  |
| $^{90}\text{Sr}$  | 30                       | Згідно з ДСТУ 3240  |

Кожна пляшка з вином ігристим повинна бути художньо оформлена з обов'язковим нанесенням маркування згідно з чинним законодавством України [13], [14] державною мовою.

#### 4.2. Екологізація виробничих процесів виробництва ігристих вин

Екологізація виробництва ігристих вин, особливо при застосуванні удосконаленого резервуарного методу, є важливим напрямком для забезпечення сталого розвитку галузі. Хоча виноробство відрізняється від лікєро-горілчаної промисловості, воно також стикається з низкою екологічних викликів, які можна ефективно вирішити.

Основні екологічні проблеми, характерні для виробництва ігристих вин, включають:

Виробництво вимагає значних кількостей води для охолодження технологічних резервуарів (акратофорів), миття обладнання (наприклад, фільтраційних систем), а також для санітарної обробки лінії розливу. Неefективне управління водними ресурсами, особливо на підприємствах із застарілим обладнанням, може призводити до виснаження місцевих джерел водопостачання.

Основним забруднювачем є висококонцентровані органічні стоки, що утворюються в процесі первинного та вторинного бродіння, а також від миття обладнання. Ці стоки містять залишки цукрів, органічні кислоти,

дріжджові клітини та винний осад, що призводить до високого біохімічного споживання кисню (БСК) у водоймах.

Процес бродіння, особливо шампанізація в акратофорах, супроводжується значним виділенням вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>). Хоча цей CO<sub>2</sub> має біогенне походження, його великі обсяги впливають на якість повітря в цехах та можуть бути чинником викидів парникових газів.

Виробництво ігристих вин є енергоємним через необхідність підтримувати суворий температурний режим (10–14 °C) у великих акратофорах протягом тривалого часу шампанізації. Значні енергетичні витрати також йдуть на роботу компресорних установок для підтримки високого тиску та на роботу фільтраційного і холодильного обладнання.

Основні тверді відходи: дріжджовий осад (утворений після вторинного бродіння), виноградні вичавки (якщо підприємство включає первинну переробку) та велика кількість склобою (пляшки, що не витримали тиску).

Основним напрямком розвитку виноробства, як і спиртової галузі, є комплексна переробка відходів та впровадження енергоефективних технологій.

1. Оптимізація водоспоживання та очищення стоків. Впровадження систем рециркуляції води для охолодження акратофорів.

Застосування біологічних методів очищення, зокрема анаеробного зброджування стічних вод. Це дозволяє не лише знизити БСК стічних вод, але й отримати цінний побічний продукт.

2. Комплексна переробка дріжджового осаду. Дріжджовий осад, що утворюється після фільтрації ігристого вина, є цінним вторинним сировинним ресурсом (за аналогією з бардою у спиртовій промисловості), оскільки містить білок, вітаміни та мікроелементи. Осад може бути перероблений шляхом сушіння та збагачення на кормовий білок для тваринництва.

Дріжджовий осад та високоорганічні стоки можуть бути використані як сировина для виробництва біогазу в анаеробних реакторах. Отриманий біогаз

може бути використаний для опалення або генерації електроенергії, тим самим забезпечуючи часткову енергетичну автономію підприємства.

3. Енергоефективність та зниження викидів CO<sub>2</sub>. Впровадження теплообмінників для використання тепла, що відводиться від холодильних установок акратофорів.

Перехід на відновлювані джерела енергії (наприклад, сонячні панелі на дахах цехів) та використання власного біогазу для котелень, що знижує залежність від незбалансованих джерел енергії та скорочує викиди парникових газів.

Таким чином, виноробна галузь, застосовуючи екологічно безпечні технології (очищення стічних вод, енергоефективність та переробка дріжджового осаду), може значно зменшити свій негативний вплив на довкілля та підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку.

#### *Висновок до розділу 4.*

Розділ 4 встановлює, що якість ігристого вина, виробленого за удосконаленим резервуарним методом, жорстко контролюється згідно з ДСТУ 4807:2007 за органолептичними показниками та фізико-хімічними параметрами. Окрім показників якості, забезпечується повна безпечність продукту, включаючи суворий контроль вмісту токсичних елементів та радіонуклідів, відповідно до міжнародних і національних норм.

Екологізація виробництва є критично важливою і включає оптимізацію водоспоживання, впровадження анаеробного очищення стоків та комплексну переробку дріжджового осаду на кормовий білок або біогаз. Впровадження цих екологічних заходів, поряд з енергоефективністю холодильних систем, підвищує сталість та конкурентоспроможність підприємства на ринку.

## Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічний ефект від впровадження удосконаленого резервуарного методу (Зразок №2) досягається за рахунок скорочення тривалості виробничого циклу шампанізації (з 30 до 15 діб), що призводить до значної економії на постійних витратах.

Ключові фактори економічної ефективності:

1. Менша кількість основного обладнання (акратофорів) потрібна для забезпечення планової добової потужності (1000 дал), що знижує річні витрати на амортизацію.
2. Скорочення часу роботи енергоємного холодильного обладнання на 50 % в рамках кожного циклу, що забезпечує значну економію на електроенергії.

Оскільки удосконалення не змінює кардинально сировинну базу (за винятком незначного підвищення норми цукру та використання дорожчих дріжджів), матеріальна собівартість (ПМВ) приймається однаковою для обох методів, і є базою для розрахунку загальної собівартості.

Таблиця 5.1.

### Базові показники для річного розрахунку

| Показник                                       | Значення    | Одиниця вимірювання | Примітки  |
|--|-------------|---------------------|---|
| Розрахунковий річний обсяг (V <sub>рік</sub> ) | 245 000     | дал                 | 1000 дал/добу 245 діб                                       |
| Умовна ціна реалізації (за 1 дал)              | 3 500,00    | грн/дал             | Умовна, для розрахунку рентабельності                       |
| Річна матеріальна собівартість (ПМВ)           | 553 636,30  | тис. грн            | Розраховано за умовними цінами на виноматеріал, цукор, тару |
| Прямі матеріальні витрати на 1 дал             | 2 259,74    | грн/дал             | 553 636,30 тис. грн / 245 000 дал                           |
| Інші витрати (оплата праці, непрямі)           | 50% від ПМВ |                     | Приймається однаковим для обох методів                      |

Економічний ефект досягається за рахунок скорочення циклу Т з 30 до 15 діб.

Таблиця 5.2.

### Розрахунок економії на амортизаційних витратах

| Показник                                   | Стандартний метод (Т=30 діб) | Удосконалений метод (Т=15 діб) | Річна економія  |
|--|------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Необхідна кількість Акратофорів (5000 дал) | 6 одиниць                    | 4 одиниці                      | 2 одиниці       |
| Умовна вартість 1 Акратофора               | 3 000,00 тис. грн            |                                |                 |
| Річна норма амортизації                    | 10%                          |                                |                 |
| Амортизаційні витрати/рік                  | 1 800,00 тис. грн            | 1 200,00 тис. грн              | 600,00 тис. грн |
| Річна економія на амортизації (Еам)        |                              |                                | 600,00 тис. грн |

Таблиця 5.3.

### Розрахунок річної економії на електроенергії

| Показник                                       | Стандартний метод (Т=30 діб) | Удосконалений метод (Т=15 діб) | Річна економія     |
|--|------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Загальна витрата енергії на 1 партію (кВт-год) | 36 000                       | 19 800                         | 16 200             |
| Річна кількість партій                         | 245                          | 245                            |                    |
| Умовна ціна електроенергії (Сен)               | 5,00 грн/кВт-год             |                                |                    |
| Річні витрати на енергію (тис. грн)            | 44 100,00                    | 24 255,00                      | 19 845,00          |
| Річна економія на енергії (Еен)                |                              |                                | 19 845,00 тис. грн |

Загальний економічний ефект:

$$E_{\text{заг}} = E_{\text{ам}} + E_{\text{ен}}$$

$$E_{\text{заг}} = 600,00 \text{ тис. грн} + 19\,845,00 \text{ тис. грн} = 20\,445,00 \text{ тис. грн/рік}$$

Економія на 1 дал готового вина:

$$\frac{20\,445\,000\text{грн}}{245\,000\text{дал}} = 83,45 \text{ грн/дал}$$

Головна економічна вигода досягається шляхом зменшення тривалості вторинного бродіння та стабілізації з 30 до 15 діб.

Загальний річний економічний ефект від впровадження технології становить 20 445,00 тис. грн. Це дозволяє знизити повну собівартість 1 дал готового ігристого вина на 83,45 грн порівняно зі стандартним методом.

#### *Висновок до розділу 5.*

Удосконалення резервуарного методу шляхом скорочення циклу шампанізації з 30 до 15 діб забезпечує значний річний економічний ефект у розмірі 20 445,00 тис. грн, переважно за рахунок економії на амортизації обладнання та енергоспоживанні. Це дозволяє знизити повну собівартість 1 дал готового ігристого вина на 83,45 грн, підтверджуючи високу економічну доцільність впровадження запропонованої технології.

## ВИСНОВКИ

На основі представлених розділів роботи щодо удосконалення технології виробництва ігристого вина за резервуарним методом (Шарма-Мартінотті), можна сформулювати наступні ключові висновки:

1. Головне удосконалення резервуарного методу полягає у зниженні температурного режиму вторинного бродіння до 10-14 С та підвищенні вмісту цукру в тиражі. Це критично важливо для уповільнення процесу, що забезпечує краще утримання  $CO_2$ , формування дрібнішого, стійкого перляжу та збереження свіжіших, тонких ароматів, максимально наближаючи якість до класичної шампанізації.
2. Застосування удосконалених параметрів та використання високоактивних, холодостійких дріжджів дозволило скоротити загальний цикл шампанізації з 20-30 до 15-20 діб.
3. Для реалізації поставленої задачі з виробництва 1000 дал ігристого вина на добу було розраховано та підібрано необхідне високотехнологічне обладнання. Це обладнання гарантує безперервний, автоматизований процес під тиском.
4. Якість і безпечність готового продукту повністю відповідає національним стандартам ДСТУ 4807:2007 та санітарним нормам щодо вмісту токсичних елементів.
5. Розроблені заходи з екологізації фокусуються на комплексній переробці відходів (використання дріжджового осаду для кормового білка або біогазу) та енергоефективності (рециркуляція води, рекуперація тепла від холодильних установок). Ці кроки мінімізують вплив виробництва на довкілля та підвищують його сталу конкурентоспроможність.
6. Скорочення циклу шампанізації з 30 до 15 діб у рамках удосконаленого резервуарного методу забезпечує значний річний економічний ефект у розмірі 20 445,00 тис. грн (або 83,45 грн на 1 дал), що підтверджує високу економічну доцільність впровадження цієї технології за рахунок оптимізації постійних витрат (амортизація та енергоспоживання).

## ПРОПОЗИЦІЇ

пропонується комплексно впровадити удосконалений технологічний регламент із зниженням температури бродіння та використанням високоактивних дріжджів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аксьонова О. В., Шаповал С. В. Удосконалення технології виробництва ігристих вин резервуарним методом Шарма-Мартінотті. *Наукові праці НУХТ*. 2018. Т. 24, № 4. С. 135–142.
2. Бабій В. П. Роль дріжджів у формуванні ароматичного профілю ігристих вин. *Харчова промисловість*. 2019. № 1(32). С. 45–51.
3. Білокопитов С. І. Вплив технологічних параметрів на якість і стійкість перляжу ігристих вин. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 1. С. 78–84.
4. Бондаренко Н. В. Наукове обґрунтування та розробка інноваційних технологій виробництва функціональних виноробних продуктів. *Дис. д-ра техн. наук: 05.18.16*. Київ, 2022. 410 с.
5. Власюк О. І., Кулик О. В. Економічна ефективність впровадження енергозберігаючих технологій у виноробній галузі. *Економіка АПК*. 2020. № 6. С. 55–61.
6. Григоренко Л. В. Хіміко-технологічний контроль виробництва ігристих вин. *Одеса: Астропринт*, 2017. 315 с.
7. Губеня О. С. Дослідження впливу низькотемпературного режиму на формування вторинних метаболітів дріжджів у процесі шампанізації. *Вісник ЛНАУ. Серія: Технічні науки*. 2018. № 23. С. 112–119.
8. Демченко М. А., Ковальчук І. Р. Порівняльний аналіз витрат ігристого вина, виробленого класичним та резервуарним методами. *Фінанси України*. 2021. № 10. С. 88–95.
9. Захаренко Н. А., Руденко К. Л. Вплив аерації на життєздатність дріжджів під час шампанізації резервуарним методом. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2019. № 40. С. 25–32.
10. Іваненко Т. П. Обладнання для виробництва ігристих вин: сучасний стан та перспективи. *Харків: Видавництво ХДУХТ*, 2016. 280 с.
11. Король В. В. Оцінка якості ігристих вин за вмістом вищих спиртів та складних ефірів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Хімія*. 2020. № 45. С. 63–68.

12. Кравченко Ю. Г., Савчук Г. М. Технологія та обладнання для виробництва ігристих вин з контрольованою якістю. *Київ: Освіта*, 2017. 450 с.
13. Кузьменко А. І. Екологічна безпека та управління відходами у виноробній промисловості. *Екологія та ресурси*. 2022. № 1(35). С. 101–108.
14. Лисенко Р. В. Виробництво ігристих вин в умовах змін клімату: нові підходи до тиражних сумішей. *Виноробство і виноградарство*. 2021. № 3. С. 34–40.
15. Марінченко В. В. Енергоефективність холодильного обладнання у виноробстві. *Енергозбереження та енергоменеджмент*. 2018. № 1(22). С. 14–20.
16. Мельник Л. І., Павленко О. С. Біохімічні основи шампанізації ігристих вин. *Львів: Світ*, 2019. 290 с.
17. Олійник В. О., Ткаченко П. І. Управління технологічними процесами резервуарної шампанізації за допомогою автоматизованих систем. *Інженерні та технологічні системи*. 2020. № 4. С. 155–162.
18. Пасічник В. М., Кожуховська О. В. Комплексна переробка дріжджових осадів виноробства на кормовий білок. *Харчова наука і техніка*. 2018. № 3. С. 88–94.
19. Петров А. Б. Вплив тривалості контакту з дріжджами на органолептичні властивості ігристих вин. *Збірник наукових праць УДУХТ*. 2019. № 5. С. 10–16.
20. Саєнко О. А. Технологічні рішення для інтенсифікації процесу ремюажу у класичному методі виробництва ігристих вин. *Виноградарство та виноробство*. 2017. № 2. С. 50–57.
21. Смирнов С. В., Кухарчук В. О. Резервуарний метод шампанізації: переваги та недоліки у сучасному виноробстві. *Технології харчових продуктів*. 2020. № 1. С. 98–105.

22. Тимофєєва О. П. Використання полісахаридів для підвищення піностійкості ігристих вин. *Наукові основи харчових технологій*. 2021. № 2(18). С. 70–76.
23. Фомін В. Г. Економічний аналіз виробництва ігристих вин на прикладі великих підприємств України. *Аграрна економіка*. 2019. № 11. С. 33–38.
24. Чеботарьов А. А. Розрахунок терміну окупності капітальних інвестицій при модернізації виноробного виробництва. *Інвестиції: практика та досвід*. 2022. № 5. С. 14–19.
25. Шаповалов О. В., Демчук І. І. Вплив тиску та температури на розчинність вуглекислого газу в ігристих винах. *Фізика і хімія твердого тіла*. 2021. Т. 22, № 3. С. 415–420.

#### Нормативно-правові акти та стандарти

26. Закон України «Про виноград та виноградне вино». *Відомості Верховної Ради України*. 2005. № 31. Ст. 419 (з подальшими змінами).
27. ДСТУ 4807:2007. Вина ігристі. Технічні умови. *Київ: Держспоживстандарт України, 2007*. 18 с.
28. ДСТУ 7118:2009. Виноробство. Терміни та визначення понять. *Київ: Держспоживстандарт України, 2009*. 32 с.
29. СанПН 42-123-4083-86. Санітарні норми та правила виробництва вин і виноматеріалів. *МОЗ СРСР, 1986*. 25 с.
30. Технічний регламент щодо правил маркування харчових продуктів. *Постанова Кабінету Міністрів України від 12 липня 2019 р. № 841*.
31. Boulton R. B., Singleton V. L., Bisson L. F., Kunkee R. E. *Principles and Practices of Winemaking*. New York: Chapman & Hall, 1996. 604 p.
32. Jackson R. S. *Wine Science: Principles and Applications*. 4th ed. Academic Press, 2014. 879 p.
33. Longo E., Ciani M. *Methods for the Production of Sparkling Wines*. Academic Press, 2017. P. 135–158. (Глава у монографії).
34. Moreno-Arribas V., Polo M. C. *Wine Chemistry and Biochemistry*. Academic Press, 2009. 482 p.

35. Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. *Handbook of Enology. Vol. 1: The Microbiology of Wine and Vinifications*. 2nd ed. John Wiley & Sons, 2006. 560 p.