

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра технології вина та сенсорного аналізу



Кваліфікаційна робота на тему:
**«Удосконалення технології виробництва
світлого пива з використанням
тонко-ароматичного хмелю»**

*Здобувач
студентка 2 курсу ОКР «Магістр»
Юлія Ладзинська*

*Керівник
к.т.н., доцент
Тетяна Афанасьєва*

Актуальність теми

Особливості промислового пивоваріння:

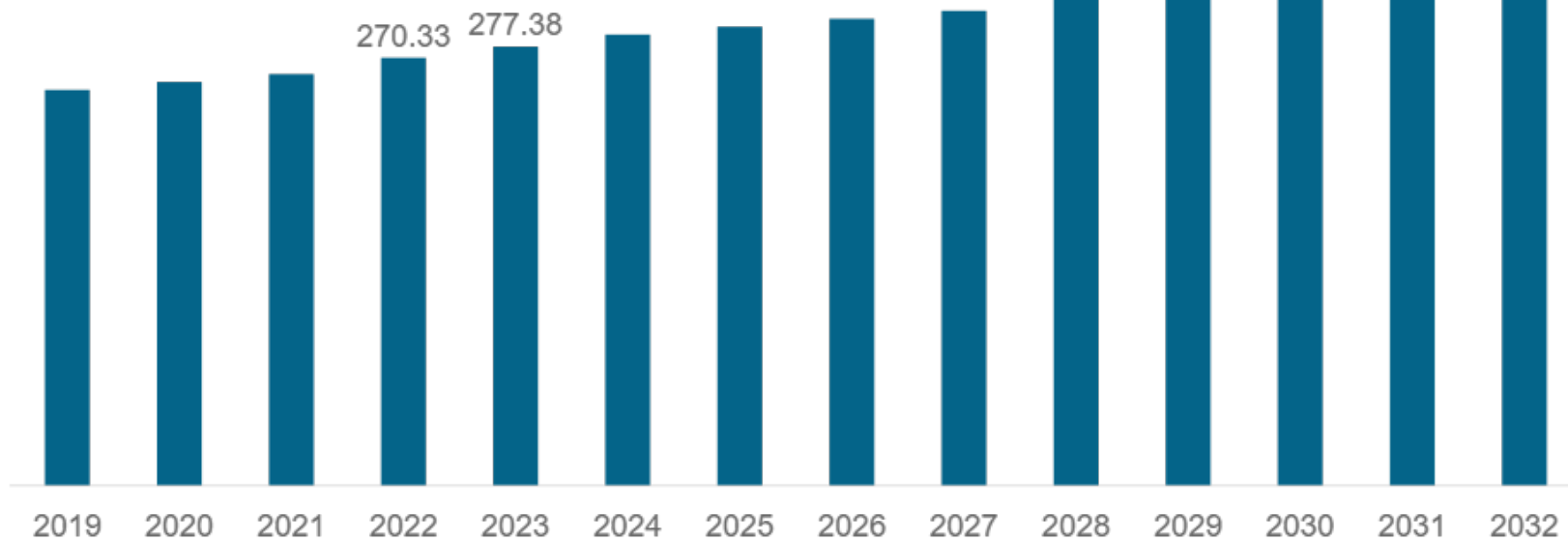
1. Відносно великі «мінімальні» об'єми виробництва.
2. Прагнення до створення продукту за загальнодоступною ціною.
3. Необхідність забезпечення стійкості готового продукту.

Актуальні виклики та задачі промислового пивоваріння:

- ▶ Створення нових сортів пива в рамках існуючого бренду.
- ▶ Використання нетипових для власного бренду смако-ароматичних поєднань.
- ▶ Досягнення максимально ефективного екстрагування компонентів смако-ароматичної сировини.
- ▶ Стабілізація готового продукту без втрати специфічних органолептичних властивостей.

Тенденції розвитку ринку пива в Україні

Europe Beer Market Size, 2019-2032 (USD Billion)



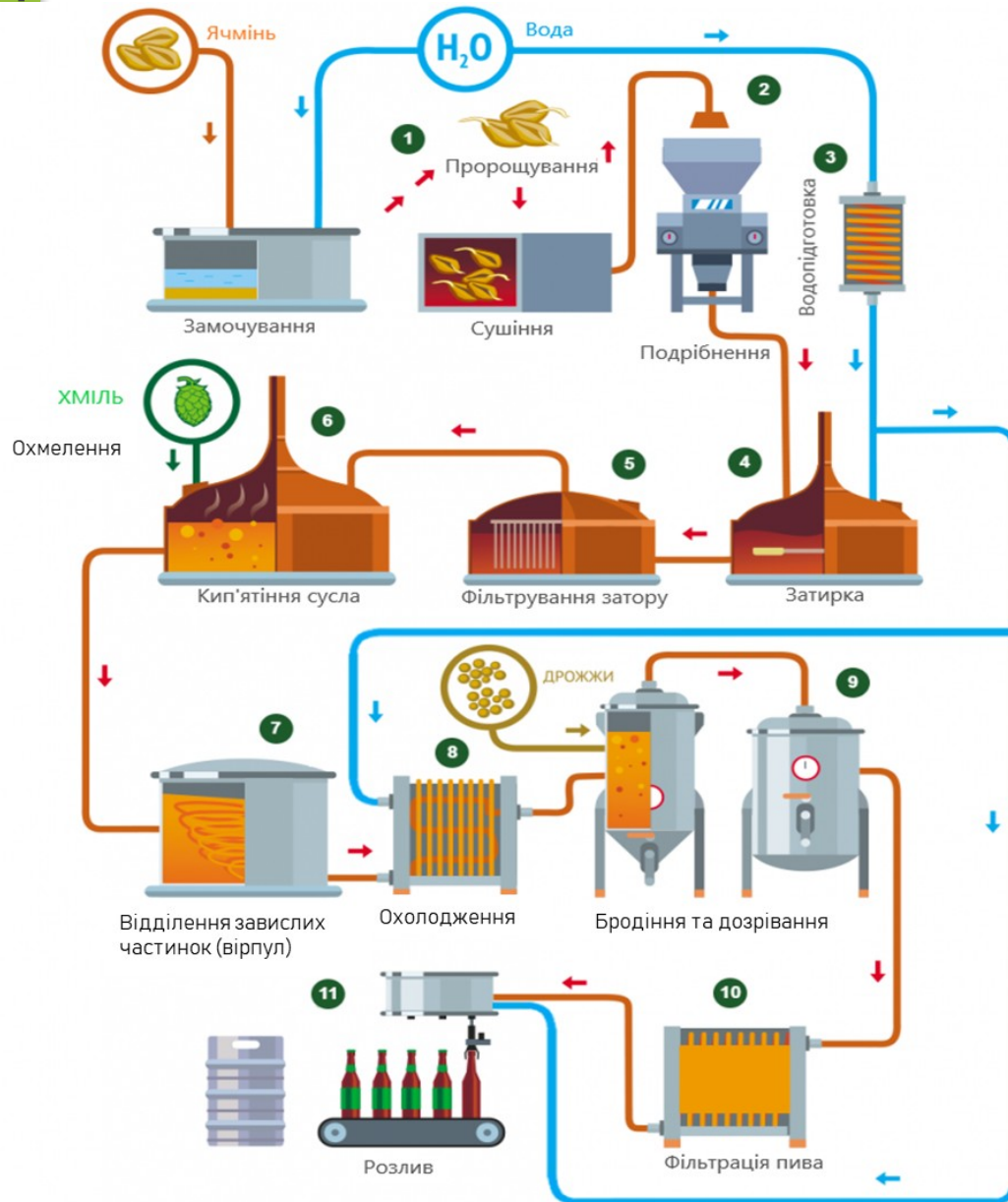
www.fortunebusinessinsights.com

Прогнозований зріст ринку пива в світі

Тенденції розвитку ринку пива в Україні

- ▶ На сьогоднішній день в Україні спостерігається перерозподіл пивного ринку **на користь регіональних пивоварень**, оскільки на початку війни саме локальні пивоварні змогли закрити попит споживачів на даний вид продукту.
- ▶ Варто відзначити, що до даної категорії відносяться як промислові підприємства, так і крафтові пивоварні. Саме тому **розгляд крафтового сегменту варто враховувати в питаннях стратегічного розвитку регіональних промислових підприємств.**
- ▶ Попит на преміальне пиво збільшується, тоді як зменшується споживання бюджетного пива. **Споживач стає більш вибагливим до смаку та його різноманіттю** в рамках одного бренду

Принципова технологічна схема виробництва пива



Формування смаку пива залежить від наступних факторів:

1. **Сировина**: сорт для кожного виду, індивідуальні особливості партії.
2. **Технологічні параметри** кожного етапу виробництва.
3. **Санітарний стан** технологічного обладнання та цехів.

Хміль – основна смако-ароматична сировина



Будова шишки хмелю:

1 – шишка хмелю; 2 – шишка хмелю в розрізі; 3 – лупулінові зерна; 4 – веретенце; 5 – пелюстки

Для пивоваріння важливими речовинами хмелю є:

1. α - та β -кислоти – **надають гіркоту**.
2. Ефірні масла – **надають ароматичні властивості**.

Основні ефірні масла хмелю:

Фарнезен: надає аромат зеленого яблука, квіtkово-фруктовий, citrusовий. Міститься в найменшій кількості (до 1%).

Мірцен: надає аромат від смолянистого, хвойного, трав'яного, зеленого і пряного до citrusового та квіtkового тонів.

Гумулен: надає трав'янистий смак та аромат. При нетривалому кипінні надає пиву легкий пряний присмак.

Каріофілен: надає пряного аромату, землястих нот та тон деревини, властивий чорному перцю а гвоздиці.

Хміль в пиво може бути доданий в різних формах: **пресований, Гранули тип 90 та тип 45, рідкий екстракт**.

Способи внесення хмелю

1. Гаряче охмелення

- В кінці кип'ятіння.
- Після кип'ятіння.

2. Холодне (сухе) охмелення

- Під час головного бродіння.
- Під час доброджування.
- Після стабілізації.

Підкислення в пивоварінні

Значення показника рН проміжних продуктів та готового пива найбільше залежить від:

*Хімічного складу солоду.
рН води.*

Значення показника рН в проміжних продуктах та готовому пиві впливає на:
*Активність ферментів в процесі затирання.
Смаковий профіль пива.*

Стійкість та стабілізація пива

Стабілізацію пива проводять шляхом:

- ▶ Фільтрування.
- ▶ Пастеризації.

Головне для досягнення **мікробіологічної** стійкості – відділення або інактивація дріжджових клітин.

Міжгалузевий пошук рішення



Ремюажна витримка шампанського



Бідюль

Висновки до літературного огляду

1. Ринок пива в Україні демонструє **динамічне зростання**, та дивує споживачів цікавими органолептичними поєднаннями.
2. Споживачі пива в Україні стають більш лояльними до відносно високих цін на пиво.
3. Промислове пивоваріння має необхідність виробляти пиво з **цікавими органолептичними поєднаннями**.
4. **Хміль як основна смако-ароматична сировина** у виробництві пива може надати продукту різний спектр смаків, залежно від сорту та режиму внесення.
5. **Стабілізація пива є необхідною складовою технології**, але негативне відображення на смаку пива сприяє пошуку нових рішень та способів.

Програма дослідження





Характеристика та склад хмелю Мандарина Баварія

Хміль Мандарина Баварія виведений в 2012 році в Хеллі на запит крафтових пивоварів. Характерний аромат, який надає даний сорт хмелю для пива – **цитрусовий, мандариновий, фруктовий.**

Склад ефірних олій хмелю Мандарина Баварія:

- ▶ Гумулен – 5,1 %.
- ▶ Мірцен – 70 %.
- ▶ Каріофілен – 1,7 %.
- ▶ Фарнезен – 1 %.

Тип 90, 2023 року врожаю, згідно ДСТУ 7028:2009

Вміст альфа-кислот – 7,2 %.

Вміст б-кислоти: – 5,9%.

Когумулон: – 31-35% .

Олія: – 2,1 – 2,3 мг / 100 грам сухого хмелю.



Методи та методики визначення якісних показників

Показник	Метод	Методика
Смак	Органолептичний	Внутрішньо затверджений Порядок дегустації ДСТУ 3888:2015 ДСТУ 7103:2020
Аромат		
Колір		
Хмельова гіркота		
Піноутворення		
pH	Потенціометричний	ДСТУ 4852:2023
Титрована кислотність	Титрометричний	ДСТУ 4852:2023
Залишковий екстракт	Дистиляційний, пікнометричний	ДСТУ 7104:2023
Ступінь зброджування	Дистиляційний, пікнометричний	Методика визначення ступеня зброджування
Стійкість	Візуальний	ДСТУ 4850:2020

Дослідження показників якості пива, виготовленого за актуальною технологією

Колір (0-3)	Аромат (1-4)	Смак (2 - 5)	Хмельова гіркота (2 - 5)	Піно- утворення (2 - 5)	Загальний бал
3	2	4	5	4	18 (добре)

Органолептична оцінка пива проводилась за 22-бальною школою, актуальною для нефільтрованого пива згідно з ДСТУ 7103:2020.

Очікуваний аромат від використання хмелю Мандарина Баварія фруктовий, цитрусовий, мандариновий.



Дослідження впливу молочної кислоти на інтенсивність смако-ароматичних властивостей охмеленого сусла

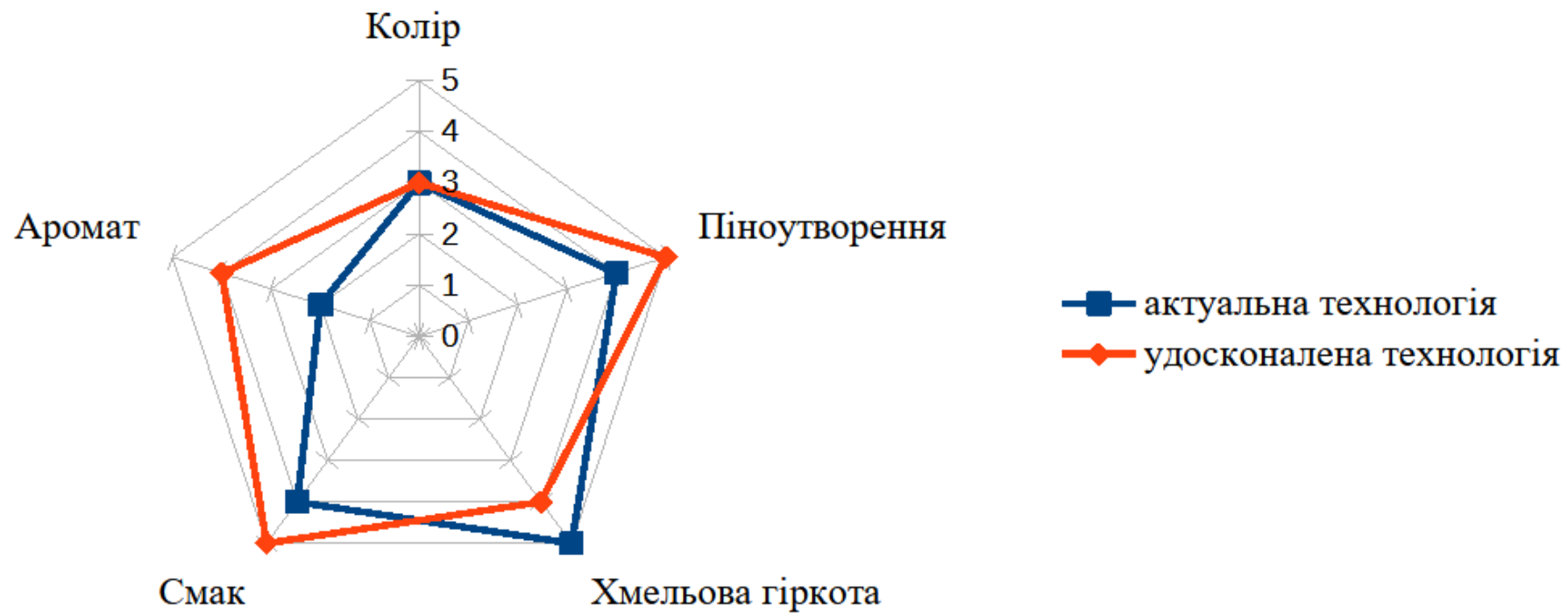
Фізико-хімічні показники підготовлених зразків

Номер зразка	Об'єм зразка затору, мл	Об'єм молочної кислоти, мл	pH сусла, од. pH	Титрована кислотність сусла, мл 0,1 NaOH / 100 мл
1/1	400	0	5,79	1,2
1/2	400	0,05	5.7	1,3
1/3	400	0,1	5,63	1,4
1/4	400	0,15	5.55	1.5

Результати органолептичної оцінки зразків

Номер зразка	Аромат (1 - 4 балів)	Смак (2 - 5 балів)	Середній бал
1/1	2	3	5 (задовільно)
1/2	3	3	6 (задовільно)
1/3	4	5	9 (відмінно)
1/4	4	5	9 (відмінно)

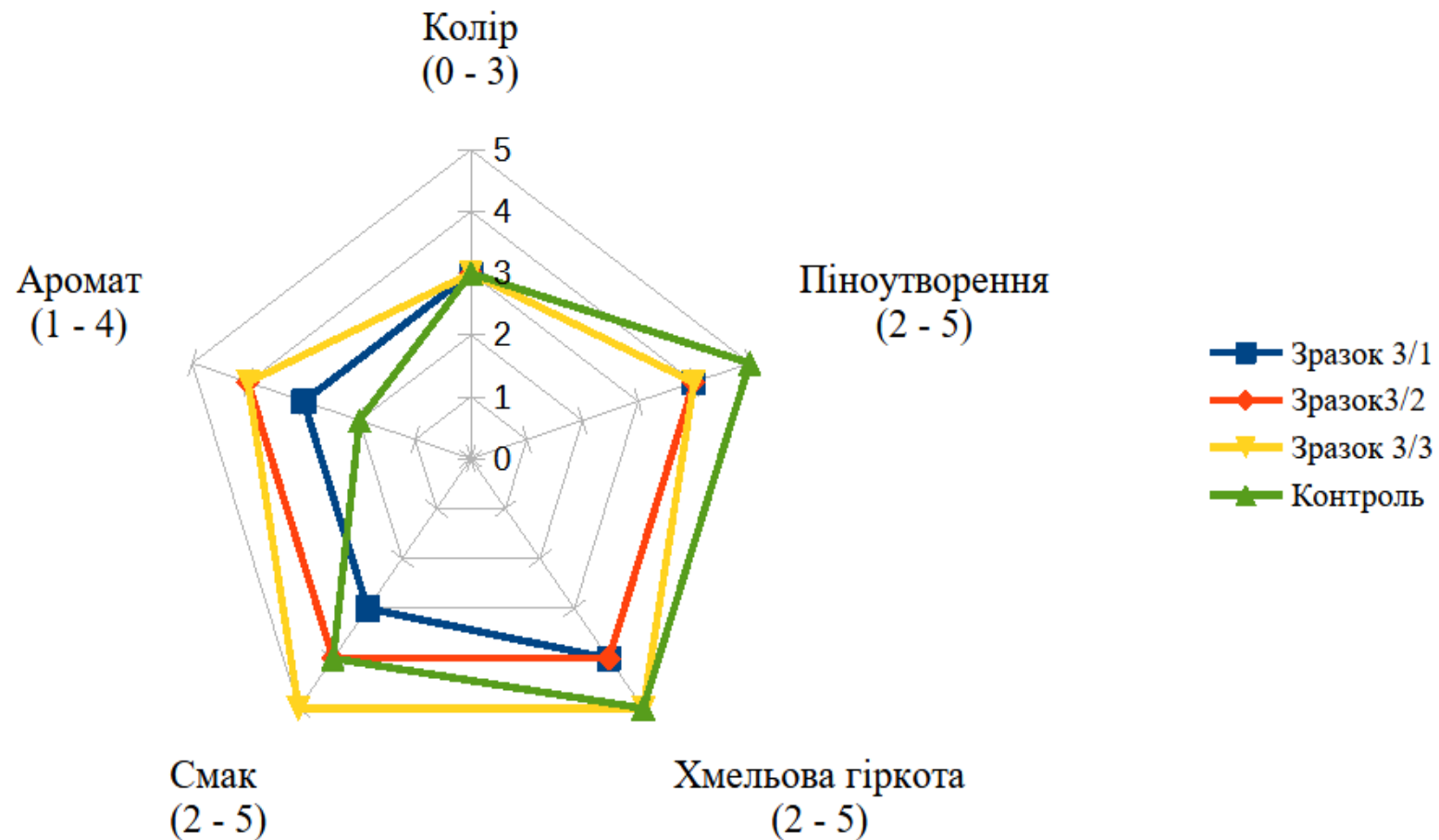
Порівняльна характеристика зразків пива, виготовленого за актуальною та удосконаленою технологією



Дослідження процесу дозрівання на органолептичні показники пива та стійкість - 1



Дослідження процесу дозрівання на органолептичні показники пива та стійкість - 2

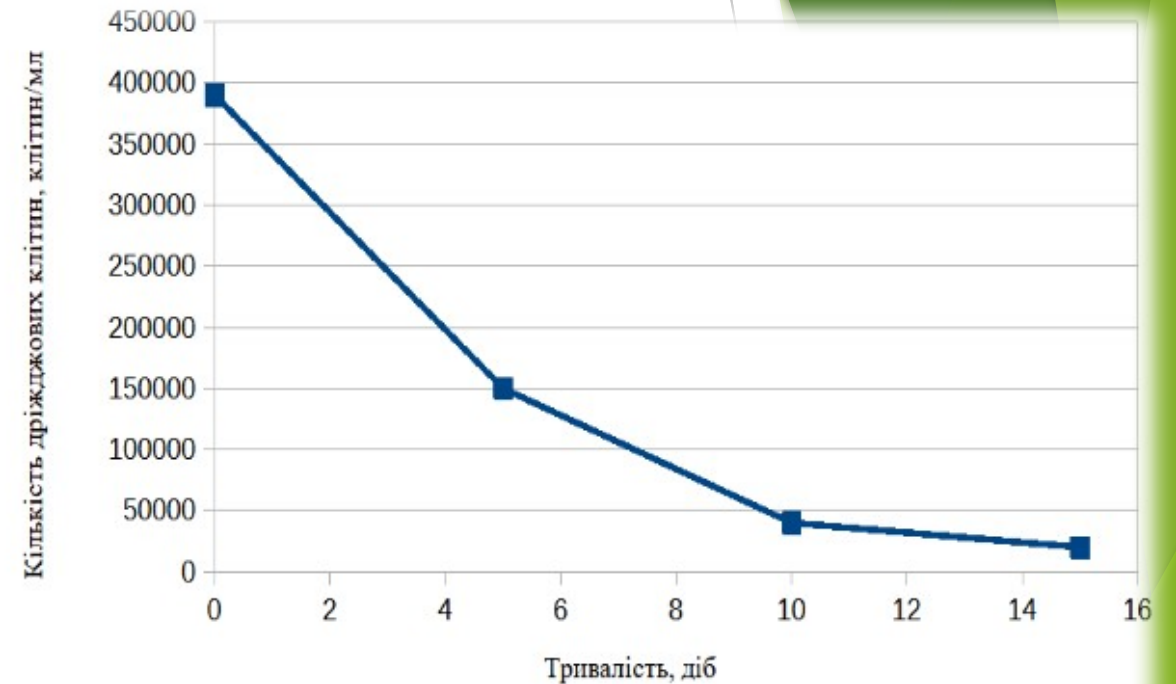


Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків

№ зразка	Сумарна витримка на доброджуван ні, діб	Титрована кислотність, мл 0,1N NaOH/100 мл	Ступінь зброджуван- ня, %	Вміст залишкового екстракту, %	Вміст алкоголю, об. %
3/1	28	1,5	43,45	6,616	3,298
3/2	33	1,6	47,53	6,235	3,465
3/3	38	1,6	48,25	6,125	3,585
Контроль	28	1,6	48,57	6,096	3,610

Мікробіологічний аналіз та стійкість дослідних зразків

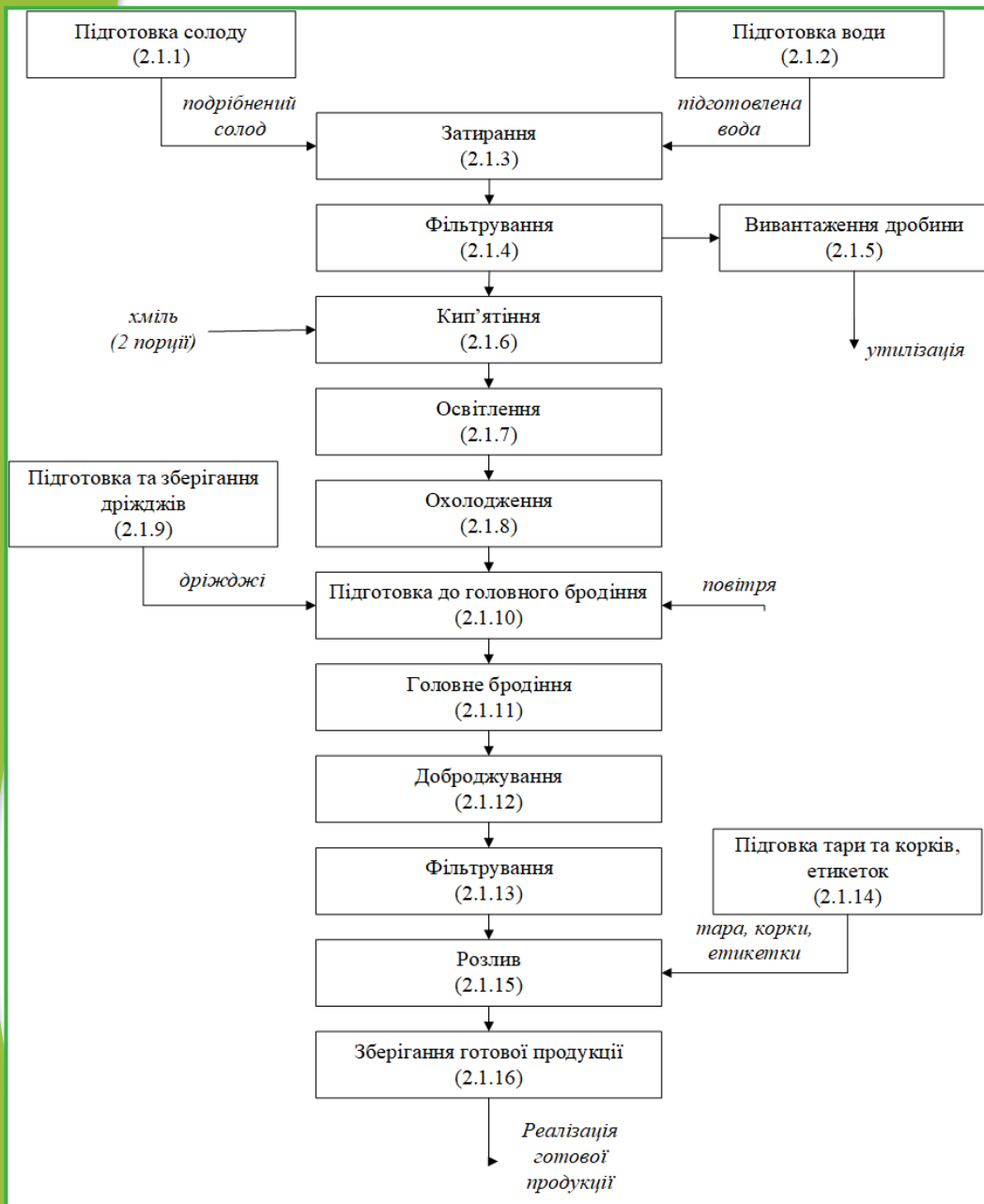
№ зразка	Витримка в пляшці, діб	Кількість дріжджових клітин, клітин/мл	Стійкість, діб
3/1	5	150 тис	6
3/2	10	40 тис	9
3/3	15	20 тис	15
Контроль 1 (з лагерного танку)	0	390 тис	3
Контроль 2 (фільтроване)	-	Не виявлено	16



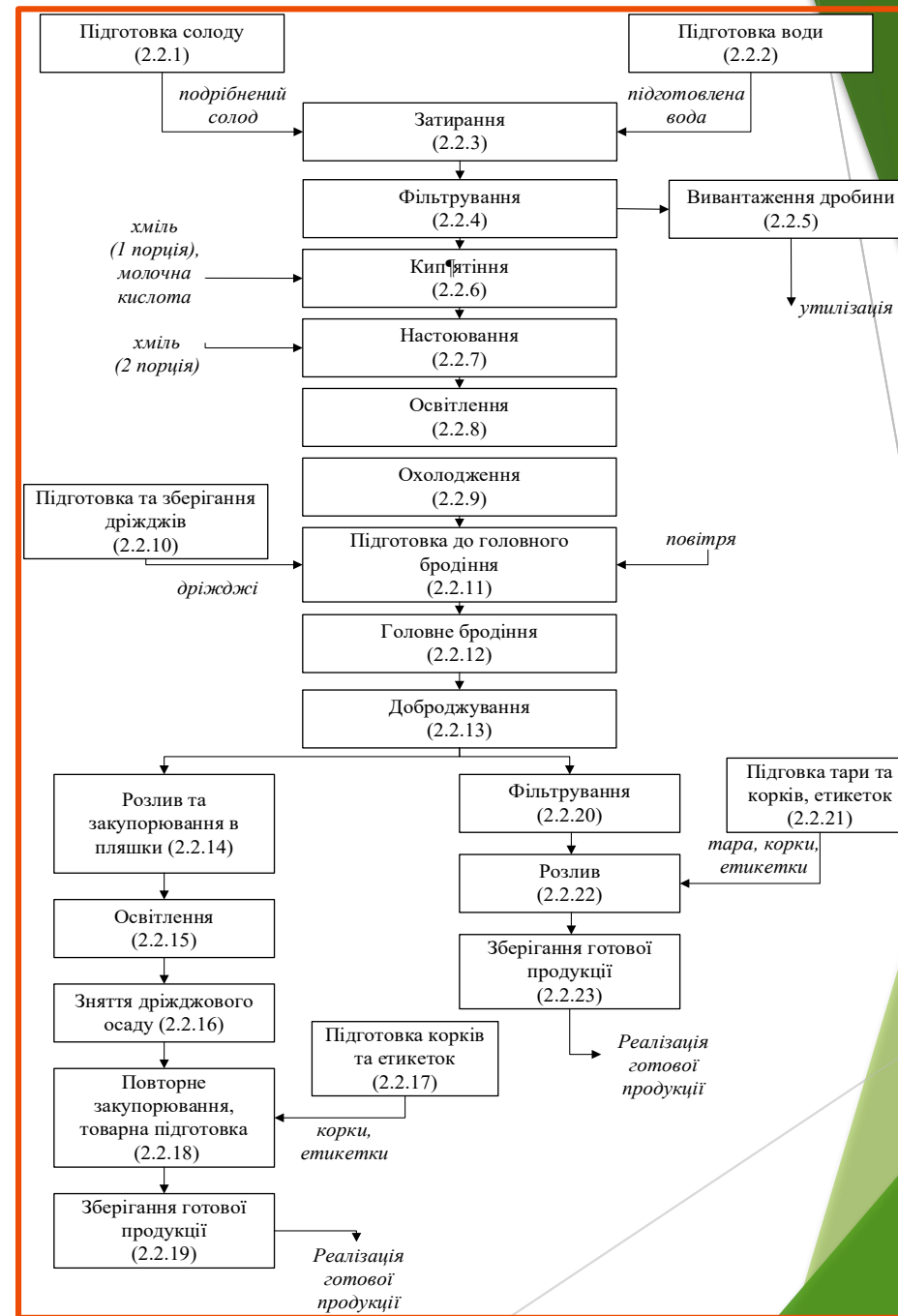
Динаміка стійкості, залежно від вмісту дріжджових клітин

Висновки до дослідної частини

- ▶ В результаті проведених дослідів було обрано оптимальну кількість молочної кислоти для підкислення суслу та підібраний ефективний режим охмелення. Підкислення в об'ємі 1000 мл (1 л) на 40 гл наливу та використання настійного способу охмелення дозволило підкреслити органолептичні властивості пива, які йому надає хміль Мандарина Баварія.
- ▶ Визначено, що настійний спосіб охмелення дозволяє краще зберегти ароматичні характеристики в пиві, яких надає йому хміль Мандарина Баварія
- ▶ Оптимальне підкислення та використання настійного способу охмелення суслу лягли в основу удосконалення технології виробництва світлого пива з використанням тонко-ароматичного хмелю.
- ▶ Експериментальний спосіб доброджування позитивно відобразився на органолептичних показниках пива. Використання даного способу є інноваційним та ефективним в рамках збереження смакових та органолептичних властивостей. Виявлена закономірність: чим довше пиво витримувалось в пляшці – тим менша кількість дріжджових клітин залишалась в пиві і, відповідно, тим більший показник стійкості мав готовий продукт. Стійкість експериментальних зразків є меншою за стійкість пива, фільтрованого через кізельгуровий фільтр, однак зразок, витриманий 15 діб в пляшці має вищий показник стійкості, ніж лагерне пиво та зразки, витримані 5 та 10 діб у аналогічних умовах.
- ▶ Використання дослідженого методу освітлення можливе як альтернативний варіант завершення технологічного процесу виробництва пива. Такий продукт має кращі органолептичні властивості.



Актуальна технологія виробництва



Удосконалена технологія виробництва

Додаткові заходи щодо контролю якості та безпеки при впровадженні удосконаленої технології

Підкислення затору передбачає внесення порції молочної кислоти в сусло. Дана операція потребує:

- ▶ Вхідний контроль молочної кислоти (наявність сертифікату якості).
- ▶ Використання градуйованого лабораторного циліндра операторами дробарного та варильного відділення для внесення фіксованого об'єму молочної кислоти, оскільки її концентрація впливає на якість.

Настоювання хмелю не потребує введення додаткового контролю, або аналізів.

Розлив та закупорювання потребує:

- ▶ Проведення вхідного контролю нового виду тари на корків.
- ▶ Попереднього контролю кількості дріжджових клітин в лагерному пиві для прогнозування тривалості витримки для освітлення в пляшці.
- ▶ Аналізу концентрації розчину, яким обробляються пляшки та корки, документального фіксування даного показника.

Освітлення потребує:

- ▶ Моніторингу цілісності пляшок та герметичності закупорювання з документальною фіксацією.
- ▶ Візуального контролю освітлення.

Розкорковування є швидким процесом (тривалість – декілька секунд), після якого відразу проводиться фінальне закупорювання. Після проведення фінального закупорювання виникає необхідність:

- ▶ Візуального контролю за цілісністю скляної тари після проведення даної операції з документальною фіксацією.
- ▶ Операцію розкорковування слід розглядати як потенційну контрольну критичну точку, оскільки існує ризик биття скляної тари.

Охорона праці, цивільний захист та екологія

Операція	Вплив на працівника	Вплив на навколишнє середовище	Необхідність додаткових дій щодо інформування/декларування
Підкислення затору	Робота з концентрованими речовинами	-	-
Розкупорювання пляшки	Ризик травмування	Утворення склобою	Зміни в Інструкції з охорони праці

Зміна в калькуляції продукту при виробництві за технологією без використання альтернативного освітлення

При виробництві пива за удосконаленою технологією без використання альтернативного освітлення передбачено наступні зміни:

1. Використання 1 л молочної кислоти для підкислення затору. Дана операція тягне за собою збільшення собівартості продукції, а відноповідно, і змін в калькуляції готового продукту.
2. Застосування настійного способу охмелення. Дана операція не потребує додаткових витрат і не відображається на зміні собівартості та відпускної ціни готового продукту.

Розрахунки проводились на основі калькуляції розлитого в ПЕТ-пляшки продукту. В результаті розрахунків виробництво пива за удосконаленою технологією без використання альтернативного освітлення збільшує оптову відпускну ціну **1 л пива, розлитого в ПЕТ-тару на 10 копійок** – 34,2 грн замість 34,1 грн.

Інвестиції та термін окупності проекту з використанням альтернативної технології освітлення

При виробництві пива за удосконаленою технологією з використанням альтернативного освітлення не передбачене фільтрування та розлив, відповідно, в калькуляції відсутні статті витрат на:

- ▶ Кісельгур.
- ▶ Фільтркартон.
- ▶ Корки.
- ▶ Тара.

В той же час використовуються інша тара та 2 види корків.

Відпускна ціна в результаті калькуляції становить **76,3 грн за 0,7 л пива**, порівняно з 34,2 грн для 1 л ПЕТ-тари.

Інвестиції, грн	Прибуток за 1 виробничий цикл, грн	Тривалість періоду «виробничий цикл – отримання прибутку», місяців	Термін окупності інвестицій, місяців
27064	4985	1	6

Висновки та перспективи подальших досліджень

В результаті проведення дослідної частини було визначено:

- ▶ Оптимальний об'єм молочної кислоти для підкислення сусла, який складає 1 л на 40 гл початкового наливу.
- ▶ Порівняння результату використання настійного та класичного способів охмелення, в результаті якого визначено, що настійний спосіб охмелення забезпечує краще збереження аромату, притаманному хмелю Мандарина Баварія.
- ▶ Проведено експеримент з альтернативним доброджування пива по типу ремюажу, дегоржажу. В результаті даного експерименту визначено, що пиво, доброджене та освітлене таким способом протягом 15 днів має кращі органолептичні показники, ніж контрольний зразок, який був фільтрований через кізельгуровий фільтр, в той же час, маючи наблизений показник стійкості.
- ▶ На основі отриманих результатів досліджень було розроблено удосконалену технологію виробництва пива з використанням тонко-ароматичного хмелю, в результаті якої отримано продукт з підкресленими органолептичними властивостями, яких надає пиву хміль Мандарина Баварія. В удосконалену технологію було включене підкислення затору, зміну режиму ароматичного охмелення з кип'ятіння на настоювання, а також можливість розгалуження технологічного циклу на 23-ій день лагерної витримки.
- ▶ На основі запропонованої технології розроблені рекомендації щодо введення нових необхідних заходів в рамках контролю якості та безпечності продукту і охорони праці та навколишнього середовища.
- ▶ Проведений техніко-економічний аналіз запропонованого проекту, термін окупності при інвестиціях в оборотні кошти на 3 партії виробництва складає 6 місяців.

Перспективами подальших досліджень є:

- ▶ Дослідження можливості та проведення сухого охмелення хмелем Мандарина Баварія.
- ▶ Порівняння органолептичних, мікробіологічних показників та показників стійкості пива, отриманого в результаті альтернативного освітлення з нефільтрованим пивом, виробленим в ЦКБА.
- ▶ Динамічне дослідження органолептичних змін в пиві, витриманому протягом повного циклу доброджування на установці альтернативного освітлення.
- ▶ Розгляд можливості проведення запропонованого способу альтернативного освітлення у «відкритому

Дякую за увагу!