

МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра харчових технологій

Допущено до захисту
“ _____ ” _____ 2023 р.

Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент
_____ Андрій ЧЕРНЕГА
(підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ступінь вищої освіти магістр

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИДРІВ ВЛАСНОГО ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ РІЗНИХ РАС ДРІЖДЖІВ

Виконала – студентка II курсу, групи 21м-тх
освітньої програми «Технології харчування»
спеціальності 181 «Харчові технології»

ДЕРКАЧ Каріна Василівна

Керівник – канд. тех. наук, доцент

ГАЙДАЙ Ірина Володимирівна

Умань – 2023

ЗМІСТ

Вступ	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	6
1.1. Характеристика столових яблучних вин та сидрів	6
1.2. Характеристика сировини для виробництва сидру	7
1.3. Особливості технологій столових яблучних виноматеріалів та сидрових матеріалів	10
1.4. Традиційні способи зниження кислотності у виноробстві	14
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	16
2.1. Об'єкти досліджень	16
2.2. Методика проведення досліджень	16
2.3. Методи проведення досліджень	18
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
3.1. Морфологічні та культуральні властивості дріжджів роду <i>Schizosaccharomyces</i>	19
3.2. Фізіологічні властивості дріжджів роду <i>Schizosaccharomyces</i>	21
3.3. Дослідження утилізації різних форм яблучної кислоти дріжджами роду <i>Schizosaccharomyces</i> в яблучному суслі	28
3.4. Дослідження активності дріжджів роду <i>Schizosaccharomyces</i> у сидровому матеріалі	30
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	32
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	37
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	39
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	43
ДОДАТКИ	49

Вступ

У багатьох країнах світу (Англія, Франція, Іспанія, Німеччина, США, Австралія та ін.) здавна із яблук традиційно виробляють сидр – натуральний слабоалкогольний напій, який вживався ще за часів Стародавнього Риму, що має величезну цінність, адже в ньому зберігаються усі кращі якості плодів. Напій добре втамовує спрагу. У різних країнах сидр називають по-різному. В Угорщині та Німеччині - це Apfelwein, в Англії його зазвичай продавали як British Wines, в Америці – Apple Jack. І тільки французька назва Cidre зрозуміла в усьому світі без перекладу. Саме Франція вважається батьківщиною цього чудового напою.

На сьогодні обсяги світового виробництва напою становлять понад 90 млн. дал/рік. Водночас, у галузі вітчизняного плодово-ягідного виноробства одержання сидру лише відроджується, що не дивно, враховуючи сировинний потенціал країни. Областями-лідерами у переробленні яблук на соки є Київська, Черкаська, Вінницька та Закарпатська області. Відомою є догма: «Міцне здоров'я – запорука довгих і щасливих років життя». І основним аспектом цієї сентенції є правильне і корисне харчування, що містить натуральні напої та соки, багаті вітамінами та мікроелементами. До них, безумовно, належить сидр, цінні якості якого цінують сучасні дієтологи. Дуже часто якість соків та напоїв, представлених у торгівельній мережі будь-якого населеного пункту, змушує замислитися. Відтак, удосконалення технології виробництва сидру є актуальним завданням[1].

Актуальність теми. Жорсткі умови ринку та конкуренції у виноробстві передбачають розробку нових та удосконалення існуючих технологій плодово-ягідних вин, зокрема сидрів. Зростання інтересу до таких продуктів пояснюється свідомішим ставленням масового споживача до харчування та свого здоров'я.

Сучасна молодь все частіше звертає увагу на натуральні слабоалкогольні напої як джерело біологічно активних речовин [2].

Забезпечення населення напоями оздоровчого та профілактичного призначення має важливе соціальне значення. Розвиток індустрії ферментованих напоїв, у тому числі сидрів, передбачає удосконалення технології їх приготування та необхідне для здорового харчування.

Формування якості сидрів суттєво залежить від сортових особливостей, що використовуються, чистих культур дріжджів та технології в цілому [3-7]. У виробництві сидрових виноматеріалів, великий вплив мають правильний вибір рас дріжджів, яких на сьогоднішній день велика кількість. Вони відрізняються по швидкості розмноження, швидкості зброджування сусла, сульфітостійкості, спиртовитривалості, а також по здатності накопичувати вторинні продукти бродіння, що приймають участь в утворенні смаку та аромату сидру.

Таким чином, удосконалення технології сидру власного виробництва з використанням різних рас дріжджів є актуальною.

Мета і завдання досліджень: Метою кваліфікаційної роботи було удосконалення технології сидру власного виробництва з використанням різних рас дріжджів.

Поставлена мета визначила необхідність вирішення таких завдань:

- дослідити морфологічні та культуральні властивості дріжджів роду *Schizosaccharomyces*;
- дослідити фізіологічні властивості дріжджів роду *Schizosaccharomyces*;
- відслідкувати динаміку виділення діоксиду вуглецю в процесі бродіння яблучного сусла різними штамами дріжджів роду *Schizosaccharomyces*;
- дослідити утилізацію різних форм яблучної кислоти дріжджами роду *Schizosaccharomyces* в яблучному суслі;
- дослідити активність дріжджів роду *Schizosaccharomyces* у сидровому матеріалі;
- провести розрахунок про ефективність удосконаленої технології сидру власного виробництва з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*.

Об'єкти досліджень: технологія сидрових матеріалів.

Предмет дослідження: удосконалення технології сидру власного виробництва з використанням різних рас дріжджів.

Методи досліджень: при виконанні експериментальних робіт використовували загальні методи в енохімії та мікробіології виноробства.

Наукова новизна отриманих результатів. Зумовлена тим, що на основі експериментальних даних удосконалено технологію сидру власного виробництва з використанням різних рас дріжджів.

Особистий внесок здобувача. Полягає у формуванні напряму досліджень, плануванні і проведенні експериментальних робіт, аналізі та узагальненні отриманих даних, формуванні висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів досліджень до публікацій.

Апробація результатів роботи. Результати кваліфікаційної роботи обговорювались і доповідались на Всеукраїнській студентській науковій онлайн-конференції, приуроченої 100-річчю від дня народження українського вченого у галузі агрономії, професора Івана Маркіяновича Карасюка, 20 квітня 2023 року.

Публікації. За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано тези в збірнику студентських наукових праць Уманського національного університету садівництва.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку літературних джерел, що включає 60 найменувань вітчизняних і зарубіжних джерел, та додатків. Робота викладена на 49 сторінках друкованого тексту, містить 8 рисунків і 6 таблиць.

РОЗДІЛ І. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Характеристика столових яблучних вин та сидрів

Зі зброджених, свіжих так званих сидрових, сортів яблук у світі виробляють різні за складом напої, які мають оригінальний смак, і мають назву – сидр (від лат. sidera – сонячний) [8].

В Англії – cider, у Франції – cidre, в Іспанії – sidra, у Швейцарії, Німеччині, Австрії, – apfelwein або - ebbelwoi – це слабоалкогольний напій, який готують шляхом бродіння суслу зі спеціальних сидрових сортів яблук з або без подальшого насичення діоксидом вуглецю ендогенного або екзогенного походження [9, 10].

В Австралії та країнах Північної Америки напій, аналогічний європейському, має назву «міцний сидр» (hard cider), або просто «сидр» (в Австралії – cyder, у Північній Америці – cider), що відповідає неосвітленому непастеризованому яблучному соку [9-11].

На території України (на Кам'янець-Подільському консервному заводі) виробництво сидру було започатковано в 1948 р. [12, 13]. Цьому напою приділялась дуже мала увага, тому що загальнодержавна тенденція у вітчизняному плодово-ягідному виноробстві була спрямована на виробництво міцних ординарних вин, які прості в приготуванні, стабільні, але були низької якості.

У 60–70 рр. виробництво сидру в Україні досягло лише 3...5 % від загальної кількості плодово-ягідних вин, які випускали на той час, все інше становили міцні та десертні плодово-ягідні вина [14].

На теперішній час плодово-ягідне виноробство України частково відновлено, але їхній асортимент і донині представлений лише міцними ординарними винами, які не користуються попитом у споживача [15, 16].

Слабоалкогольні сидри, що виробляють у світі, відрізняються своїми органолептичними властивостями. Наприклад, англійські сидри

характеризуються терпким, сухим смаком, з широким коливанням масової концентрації цукру та об'ємної частки етилового спирту; французькі –терпкі, але більш солодкі, ніж англійські, з яскраво вираженим ароматом свіжих яблук; іспанські – помірнотерпкі та солодкі зі збалансованим свіжим ароматом яблук, німецькі –помірнотерпкі, але відносно сухі й кислі [9, 11, 17].

Відмінності в смаках слабоалкогольних сидрів полягають, насамперед, у різниці сортового складу сировини, що використовують для їх виробництва у різних країнах, в особливостях технологій цих напоїв, смаків споживачів та ін. На думку експертів, однією з причин значного збільшення обсягів споживання англійських сидрів у ХХ столітті полягала в зміні споживчих уподобань щодо їх смаку – з дуже терпкого і сухого, який виробляли декілька століть тому, на помірнотерпкий, солодкіший, який найбільш приємний на сьогодні [9].

1.2 Характеристика сировини для виробництва сидру

З яблук культурних сортів в Україні виготовляють здебільшого столові вина. Найкращими для виготовлення вин є кисло-солодкі сорти яблук, які мають помірну титровану кислотність (0,7...0,9 %) і високий вміст цукрів. Із солодких сортів, що мають менші значення титрованих кислот (0,2...0,5 %) і низькі концентрації фенольних речовин, отримані вина характеризуються низькими органолептичними властивостями нетривалим терміном зберігання, що пов'язано зі зниженням їх стабільності. Їх можна використовувати для купажування при наявності сортів з високим вмістом титрованих кислот (1% і більше).

Придатною сировиною для виготовлення вин є дикі форми яблук (кислиці), але вони мають надмірну кислотність (до 2% і більше) і збагачені фенольними речовинами. Тому сік таких яблук краще купажувати з соками малоокислих сортів. Купажування соків різних сортів яблук – є оптимальним

технологічним прийомом отримання гармонійної кислотності суслу, не розводячи їх водою. З деяких сортів яблук, що мають помірну кислотність (Донешта, Антонівка, Путівка осіння та інш.), можна виготовляти вина з кожного сорту окремо.

Для виноробства використовують переважно сорти осіннього терміну досягання, із зимових сортів – падалицю.

Літні сорти яблук рідко є сировиною для вин, оскільки сік з них малоекстрактивний і технологією передбачено додавання цукру [18].

Традиційною сировиною для виробництва сидру в світі є спеціальні технічні (сидрові) сорти яблук (*Malus sylvestris* та ін.) [9, 10, 19]. У країнах класичного виробництва сидру (Англія, Франція, Іспанія, Німеччина) існує велика кількість сидрових сортів яблук. Ці сорти яблук використовують також для виробництва яблучних міцних алкогольних напоїв типу кальвадос (батьківщина напою – Франція, м. Кальвадос).

Традиційно при виробництві сидрів використовують певні співвідношення різних за хімічним складом сортів яблук (сепаж) або виготовлених з них сидрових матеріалів (купаж) [11, 20]. Іноді сидри виробляють сортовими.

Виходячи з вимог до сидрових сортів яблук для виробництва сидру, досліджені сорти яблук було розподілено за наступними характеристиками, а саме за масовими концентраціями титрованих кислот та фенольних речовин, до типів: кислого – було віднесено 33 сорти (78,6 %), солодкого – 9 сортів (21,4 %), гірко-кислого та гірко-солодкого типів не віднесено жодного.

Відсутність серед досліджених сортів яблук гірко-солодкого та гірко-кислого типів, до яких відносяться традиційні сидрові сорти, підтверджує багаторічну тенденцію в Україні (з кінця XIX століття й донині) щодо спрямованості селекції та культивування сортів яблук на сорти кислого та солодкого типів (так званих столових і десертних сортів з кисло-солодким

смаком) для споживання плодів у свіжому вигляді та для зберігання, а не для промислової переробки, зокрема для виробництву сидру [17, 21, 22].

У формуванні смаку сидрів органічні кислоти відіграють важливу роль. У різних сортах яблук знайдено всі кислоти циклу Кребса [23].

Загальна масова концентрація титрованих кислот (у перерахунку на яблучну) у культурних сортів яблук знаходиться в межах від 0,19 до 1,64 %, а у диких видів яблук – становить до 2,5 % [24].

Масова концентрація яблучної кислоти в столових та десертних сортах яблук, залежно від сорту може бути від 0,2...1,28 %, що становить 70...80 % і, навіть, до 90 % всіх кислот. Вона переважає серед всіх складових кислот, але за даними Джослина, деякі сорти містять вагому кількість лимонної кислоти [25]. У вітчизняних сортах яблук лимонної кислоти – 6,5...17 %, янтарної – 2,0...7,5 %, що становить 11...25 % сумарної масової концентрації кислот залежно від сорту [26]. В яблуках, які вирощують в Англії та США масова концентрація лимонної кислоти становить – 0,2...0,3 %, а янтарної кислоти знаходять тільки сліди. В яблуках у незначній кількості міститься винна (30...90 мг %), фумарова (25...60 мг %), щавелева (5...74 мг %), піровиноградна, α -кетоглутарова, галактуронова кислоти. Хінної кислоти в молодих яблуках 25...50 мг %, в стиглих – 5,8...8,6 мг % від кількості яблучної кислоти. До терміну збору плодів масова концентрація хінної кислоти зменшується в 2...5 рази [26].

Аскорбінова кислота є однією з важливих кислот яблучного соку. У сидрових яблуках вона знаходиться в більшій концентрації до 34 мг/100 г, ніж у столових та десертних сортах до 23 мг/100. У зв'язку з легким окисленням аскорбінової кислоти для її збереження, в яблучний сік вводять антиоксидант (сірчистий ангідрид та ін.) [26].

Тому виведення та використання спеціальних технічних сортів яблук безпосередньо для виробництва сидру (як, наприклад це існує у вітчизняному виноградному виноробстві та традиційному виробництві сидру в інших

країнах), не проводили. Технологічна оцінка існуючого в Україні асортименту яблук передбачала звичайну фізико-хімічну та органолептичну (дегустаційну) оцінку сидрових матеріалів, але без урахування якості традиційних сидрів [26-29].

Про необхідність використання показників хімічного складу яблук, як критеріїв відбору сировини для промислової переробки зазначали О.М. Литовченко, С.Т. Тюрин [30, 31], але робота не проведена і донині.

1.3. Особливості технологій столових яблучних виноматеріалів та сидрових матеріалів

Виробництво столових сухих яблучних вин згідно «Технологічної інструкції на виробництво плодово-ягідних вин» та «Основних правил виробництва та зберігання плодово-ягідних вин і сидру» [32-34] передбачає наступні технологічні операції (табл.1.1).

Переробляють в більшості для цих вин яблука осінніх та осінньо-зимових сортів технічної зрілості відповідно до «Загальних правил переробки плодів і ягід на виноматеріали» [35].

Таблиця 1.1 – Технологічна схема виробництва столових сухих вин

Операція	Тривалість, діб
Миття яблук	1
Інспекція яблук	
Подрібнення яблук	
Пресування з додаванням пектолітичних ферментних препаратів до м'язги	
Корекція кислотності (водою або низькокислотними соками) з підцукрюванням	1
Бродіння суслу	30...45
Освітлення виноматеріалів	3...7
Зняття з осаду виноматеріалів	1
Обробка виноматеріалів	5...18
Відпочинок виноматеріалів	10

Фільтрація та розлив виноматеріалів	1
Всього	52...84

Миття яблук проводять свіжою проточною водою з метою видалення механічних домішок, отрутохімікатів і мікроорганізмів. Після їх інспекції, вони надходять на подрібнення, де отримують однорідну м'язгу з одночасним додаванням сірчистого ангідриду із розрахунку не більш 100 мг/кг. Рекомендовано для збільшення виходу соку оброблять м'язгу пектолітичними препаратами. Оброблену м'язгу направляють на пресування з метою вилучення соку першої фракції, до якої відносять сік всіх віджимів, одержаний без додавання води.

Вичавки, які одержують після вилучення соку, заливають питною водою, створюючи вторинну м'язгу, перемішують, настоюють 6...12 годин. Разом з водою вводять діоксид сірки із розрахунку 150...200 мг на 1 дм³ води.

Далі яблучний сік подають на освітлення з використанням пектолітичних ферментних препаратів, бентоніту, желатину з таніном, інших оклеюючих речовин відповідно до пробної оклейки. Освітлений сік сульфітують до 70...100 мг/дм³ сірчистої кислоти або 150...200 мг/дм³, якщо температура при отриманні соку вища за 20 °С.

При необхідності освітлений яблучний сік перед бродінням проводять корегують на вміст титрованих кислот та цукру з розрахунку одержання виноматеріалів з необхідними кондиціями.

Зниження масової концентрації титрованих кислот відбувається шляхом купажування висококислотних соків із низькокислотними або додаванням пресових фракцій сусли із вторинної м'язги, які вміщують воду. Підвищення – додавання кислих соків або лимонної кислоти.

Для забезпечення необхідного накопичення спирту за потреби цукристість сусли підвищують шляхом додавання цукровмісних матеріалів. Цукор задають у два етапи: на початку 2/3 розрахункової кількості, а залишок під час бродіння, при відносній густині сусли 1,01...1,005.

Бродіння проводять на спеціально підібраних расах чистих культур дріжджів у кількості до 3% від об'єму зброджуваного сусла. Допустима залишкова масова концентрація цукрів – 5 г/дм³. Щоб уникнути недобродів у сусло під час бродіння задають хлористий або двозаміщений фосфорнокислий амоній, 25% - ний розчин аміаку, або інші дозволені підкормки.

Після закінчення бродіння яблучний виноматеріал знімають з дріжджового осаду, фільтрують і зберігають в закритих повних резервуарах до відвантаження на вторинні підприємства.

Сидровий матеріал в Україні згідно вимогам національного стандарту «Сидри. Загальні технічні умови» та «Основних правил виробництва та зберігання плодово-ягідних вин і сидру» [34] передбачає наступні технологічні операції (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Технологічна схема виробництва сидрових матеріалів

Операція	Тривалість, діб
Миття яблук	1
Інспекція яблук	
Подрібнення яблук	
Пресування з додаванням пектолітичних ферментних препаратів до м'язги	
Корекція кислотності (водою або низькокислотними соками) з підцукрюванням	1
Бродіння сусла	30...45
Освітлення матеріалів	3...7
Зняття з осаду матеріалів	1
Відпочинок виноматеріалів	10
Всього	46...65

Попередньо до 2008 року згідно «Технологической инструкции по производству плодово-ягодных вин» [36] взагалі було не допустимо використання питної води у виробництві сидрових матеріалів, окрім отримання соків другої фракції для зниження при необхідності масової

концентрації титрованих кислот суслу в процесі виробництва вин із свіжих соків або при виробництві вин із зброджено-спиртованих соків.

Для забезпечення в готовому сидрі вмісту спирту та цукрів додавати перед та (або) після бродіння концентровані яблучні соки до 50% об'єму соку (у перерахунку на відновлений сік). Перед бродінням рекомендується проводити пастеризацію суслу.

Виробництво сидру здійснюють з використанням для зброджування соку розводки чистої культури дріжджів у кількості до 3% та можливим додаванням підживлювальних добавок. Рекомендується використовувати раси дріжджів: Яблучна 7, Еноформ букет при температурі бродіння 18...25 °С та холодостійкі раси – Сидрова 101, Мінська 120 – при більш низькій температурі бродіння.

Після закінчення бродіння проводять доливку резервуарів однорідним матеріалом. Освітлений сидровий матеріал знімають з дріжджового осаду, фільтрують, сульфітують і направляють на зберігання.

Сучасні сидрові матеріали в країнах світу. На відміну від традиційних класичних технологій, сучасна є більш узагальненою за рахунок удосконалення процесів переробки сировини, бродіння, освітлення та ін. [8, 9]. Вона передбачає такі основні операції: приймання, миття та подрібнення стиглих яблук (при необхідності їх зберігання для досягання), пресування м'язги, сульфитацію соку та його обробку пектолітичними ферментними препаратами з подальшим відстоюванням при температурі 5...10 °С протягом 12...24 год, внесення у сусло розводки чистої культури дріжджів та живильних речовин для їх розвитку (0,25 г/дм³ (NH₄)₂SO₄ або (NH₄)₃PO₄), проведення спиртового бродіння при температурі 14...18 °С впродовж 3...6 тижнів, відстоювання, зберігання отриманих сидрових матеріалів в анаеробних умовах 6...12 місяців, під час якого проводиться яблучно-молочне бродіння.

Узагальнюючи представлені технології виробництва столових яблучних вин та сидру, можна зробити такі висновки.

Класичні технології виробництва сидру із сидрових яблук передбачають доволі тривалий контакт м'язги або сусла з киснем повітря при низьких температурах (за іспанською технологією – при тривалому пресуванні, за французькою технологією – при настоюванні м'язги і тривалому освітленні сусла, та ін.). При цьому відбуваються істотні біохімічні та фізико-хімічні процеси: ферментативне окислення фенольних речовин (поліфенолооксидазами та пероксидазами) та утворення кольору майбутнього сидру (від світло- до темно-янтарного); коагуляція та випадання в осад лабільних до кисню фенольних речовин, чим запобігається можливість подальших біохімічних помутнінь; адсорбція мікроорганізмів сусла (понад 50 %) на поверхні нерозчинних частинок, що забезпечує мікробіологічну чистоту сусла та сидру, та ін. У результаті цих процесів відбувається, відповідно, утворення кольору майбутнього сидру (від світло- до темно-янтарного), запобігається можливість подальших біохімічних помутнінь (оксидазний кас), забезпечується мікробіологічна чистота сусла та сидру та ін.

У результаті, через надмірно високу кислотність, пустий та простий смак, зумовлений низькою масовою концентрацією фенольних речовин, високу насиченість сидрів діоксидом вуглецю (на рівні ігристих виноградних вин, що призводило до значного піноутворення), мікробіологічну нестабільність впродовж зберігання та ін., тому вітчизняні сидри не здобули популярності серед населення.

1.4 Традиційні способи зниження кислотності у виноробстві

Регулювання кислотності виноробної сировини завжди притягувало до себе увагу технологів в зв'язку з тим великим впливом, який справляє кислотність на смакові властивості вина. Як відомо, на смакові відчуття кислотності впливають титровані кислоти та рН, причому при рН 2,6...4,0, який має вино, кислий смак якого залежить, в першу чергу, від концентрації титрованих кислот, а потім від рН. В вині знаходяться органічні кислоти

різної природи: основні – винна, яблучна та лимонна, які переходять в сусло з плодів; янтарна, молочна, оцтова є продуктами життєдіяльності мікроорганізмів в суслі та вині. В певному співвідношенні ці органічні кислоти необхідні вину, так як вони справляють позитивний вплив на його якість. Підвищений вміст хоч би однієї з кислот викликає дисгармонію смакових відчуттів і вимагає додаткових дій її коригування. Так, найбільш впливає на смакові якості вина яблучна кислота, а потім винна та лимонна. Вина, які містять велику кількість яблучної кислоти, менш стійкі до біологічних помутнінь порівняно з винами, титрована кислотність яких визначається винною кислотою [37, 38].

В окремих випадках, користуючись технологічними прийомами, технологи змінюють титровану кислотність до оптимальної. Наприклад, додаванням в м'язгу пектолітичних ферментних препаратів та збільшення тривалості контакту з м'язгою значно зменшується вміст титрованих кислот в суслі. Встановлено, що в вичавках знаходиться NAD^+ малікфермент, який є каталізатором реакції перетворення яблучної кислоти в піровиноградну та діоксид вуглецю [39].

Зниження титрованої кислоти в суслі відбувається також під час освітлення його з використанням холоду та бентоніту за рахунок випадання в осад кислого тартрату калію і адсорбції винної кислоти глинами.

Разом зі зниженням винної кислоти при бродінні сусла спостерігається і зниження вмісту яблучної кислоти за рахунок її зброджування винними дріжджами [40].

Обробка вин холодом призводить до зменшення титрованої кислотності на $1...2 \text{ г/дм}^3$. При витримці виноматеріалів за рахунок випадання винного каменю також відбувається зниження масової концентрації титрованих кислот [41].

Таким чином, якщо використовувати різні технологічні операції протягом виробництва вина, можна корегувати кислотність сусла без

застосування спеціальних методів. Якщо сусло вже має високу кислотність, то необхідна його додаткова обробка.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти досліджень

Висококіслотні яблука сортів: Ренет Симиренка, Антонівка, які входять до «Каталогу сортів рослин, придатних для поширення в Україні» та які культивують у садах Правобережного Лісостепу, Лісостепу, Полісся та в інших районах України з наступними кондиціями: масова концентрація цукрів – 100,0 г/дм³ та 109,0 г/дм³; масова концентрація титрованих кислот – 10,4 г/дм³ та 9,21 г/дм³; масова концентрація загального азоту – 140 мг/дм³.

Яблучна м'язга, отримана шляхом подрібнення на ручній дробарці. Свіжовіджати́й яблучний сік, одержаний із м'язги висококіслотних сортів яблук, яку нагрівали в колбі на водяній бані при 45...50 °С протягом 2 годин. Отриманий з неї свіжовіджати́й яблучний сік розливали в пробірки, потім пастеризували при 70...75 °С протягом 15 хв.

Яблучне сусло з наступними кондиціями: масова концентрація цукрів – 109,0 г/дм³; масова концентрація титрованих кислот – 8,58 г/дм³; масова концентрація загального азоту – 140,0 мг/дм³.

Сидровий матеріал з наступними кондиціями: масова концентрація спирту – 5,4 % об.; масова концентрація цукрів – 3,0 г/дм³; масова концентрація титрованих кислот – 9,55 г/дм³; масова концентрація летких кислот – 0,3 г/дм³; масова концентрація діоксиду сірки: вільної – 6,0 мг/дм³, загальної – 43,0 мг/дм³; масова концентрація заліза – 7,2 мг/дм³.

Дріжджі роду *Schizosaccharomyces* - Яблучна 7, Вишнева 33, Мінська 120, Сидрова 101.

2.2. Методика проведення досліджень

Постановку експерименту проводили на яблучному суслі, яке піддавали пастеризації наступним чином: сусло наливали в колбу і нагрівали

до кипіння в кип'ятильнику Коха, після охолодження відфільтровували через паперовий складчастий фільтр від білкових речовин, які випадали в осад, і розливали в пробірки по 5 см³. Пробірки з суслом розміщали в спеціальні відерця, які зверху вкривали калькою, щоб запобігти попадання в пробірки пари, яка випаровується під час стерилізації, потім проводили автоклавування при 100 °C протягом 30...45 хв.

Для дослідження кислотознижувальної активності дріжджів у пастеризовані сусла, які наливали у скляні пробірки по 10 см³ та в склянки Фрейденрейха, вводили розводку чистих культур дріжджів і закривали ватними пробками. Експериментальні роботи проводили з дотриманням правил стерильності, в аеробних умовах при температурі 27 °C, в 3-х повторностях.

Досліджували вплив технологічних режимів і параметрів на активність дріжджів роду *Schizosaccharomyces* при виробництві сидрових матеріалів. Розводку чистих культур дріжджів-шизосахароміцетів вводили в яблучну м'язгу і в сусло. Для встановлення оптимальної температури кислотозниження дослідження процесу проводили на яблучній м'яззі і суслі при температурах в діапазонах 15...18 °C; 25...28 °C; 35...38 °C, які контролювали термометром.

Для встановлення оптимального об'єму розводки чистих культур дріжджів-шизосахароміцетів проводили досліди, в яких у сусло або м'язгу вводили засівні дріжджів у кількості 1...2 млн. кл./см³; 4...5 млн. кл./см³; 9...10 млн. кл./см³.

Після проведення кислотозниження на м'яззі встановлювали ступінь освітлення сусла та його вихід. Освітлення сусла від зважених частинок проходило після відокремлення його від м'язги на ручному пресі традиційним способом – шляхом відстоювання в колбах при температурі 18...20 °C на протязі 18...24 години. Потім освітлене сусло декантували з осаду, який утворився під час осідання. Вихід сусла заміряли за допомогою мірного циліндру.

Для порівняльної оцінки технології сидрових матеріалів з використанням різних прийомів кислотозниження були виготовлені зразки за наступними технологічними схемами (Додаток А).

2.3. Методи проведення досліджень

При виконанні експериментальних робіт використовували загальноприйняті в енохімії та мікробіології виноробства методики технохімічного контролю у виноробній промисловості [42-44].

Відбір проб для аналізів соків, сидрових матеріалів та ін. проводили згідно з ДСТУ 6040 [45].

Масову частку сухих розчинних речовин – згідно з ГОСТ 28562 [46]; масову концентрацію відновлюваних (редуючих) цукрів – згідно з ДСТУ ГОСТ 13192 [47]; масову концентрацію титрованих кислот (у перерахунку на яблучну) – згідно з ДСТУ ГОСТ 14252 [48]; об'ємну частку етилового спирту – згідно з ДСТУ ГОСТ 13191 [49]; активну кислотність (рН) – потенціометричним методом за допомогою рН-метру[43].

РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Морфологічні та культуральні властивості дріжджів роду *Schizosaccharomyces*

Аналіз морфологічних властивостей дріжджів роду *Schizosaccharomyces* дозволив встановити, що при культивуванні на яблучних субстратах вони мали форму циліндра (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Дріжджі *Schizosaccharomyces* (фото)

Як видно з рис 3.1 дріжджові клітини були довгі і розташовані одна від одної, в багатьох випадках окремо, а взагалі зустрічалися і парами, і невеличкими групами, як це показано на рис 3.2.

По закінченню бродіння яблучного суслу, характер дріжджового осаду мав вигляд пластівців. В 10-ти добовій культурі він мав світло-жовте забарвлення.

На поверхні сусла дріжджі іноді утворювали дріжджове кільце, (табл. 3.1). Висота піни під час бродіння, в залежності від штаму, коливалась в межах від 0 до 1 см. Розміри клітин сильно змінювалися не тільки від штаму до штаму, але і в середині однієї культури (25,0...5,0x5,0...2,5 мкм).



Рисунок 3.2 – Дріжджі *Schizosaccharomyces* (фото)

Згідно літературних даних [50, 51] пилоподібні дріжджі дають менший приріст біомаси у порівнянні з пластівцеподібними, вони більш піддаються автолізу, характеризуються високою бродильною активністю та синтезують високі концентрації вищих спиртів, які надають неприємних тонів напою. Клітини пластівцеподібних дріжджі більші та важчі, вони формують щільний осад після бродіння, полегшуючи процес декантації виноматеріалу, характеризуються синтезом вторинних і побічних продуктів, різноманітністю естерів, які сприяють покращенню аромату напою.

Таблиця 3.1 – Порівняльні культурні властивості дріжджів роду *Schizosaccharomyces* при культивуванні на яблучному суслі

Раса дріжджів	Структура осаду	Дріжджове кільце	Прозорість
Яблучна 7	пластівці, легкий	відсутнє	прозоре
Вишнева 33	конгломератний, легкий	невелика плівка всередині	прозоре
Мінська	пластівці, легкий	відсутнє	прозоре

120			
Сидрова 101	пилоподібний, важкий	невелика плівка всередині	прозоре

Аналіз структури осаду дослідних штамів дріжджів-шизосахароміцетів при культивуванні на яблучному суслі не виявив помітних змін. Різні штами дріжджів роду *Schizosaccharomyces* мали не однакову структуру осаду, хоча після закінчення бродіння всі суслу характеризувались прозорістю. Це, вірогідно, пов'язано з ферментним комплексом дріжджів роду *Schizosaccharomyces* та хімічним складом субстратів [52-54].

При зброджуванні яблучного суслу дріжджами-шизосахароміцетами не спостерігали міцних дріжджових кілець, в той же час, товстих кілець не дав ні один штам. Зброджування яблучного суслу відбувалось з невеликим піноутворенням, але з появою в кінці бродіння дріжджової плівки, що свідчило про плавність процесу і сприяло більш швидкому освітленню яблучних матеріалів.

Отже, дріжджі роду *Schizosaccharomyces* за культуральними показниками (ступінь освітлення, утворення дріжджового кільця, висоти піни на поверхні суслу під час бродіння, щільність та структура дріжджового осаду) дають щільний пластівцеподібний осад після споживання яблучної кислоти, що буде сприяти формуванню приємного аромату, оскільки саме такі дріжджі, які формують такий осад, синтезують естери, що мають приємний аромат. Утворення меншої висоти піни і наявності меншого дріжджового кільця на прикінці процесу яблучно-спиртового бродіння буде сприяти швидшому освітленню яблучних матеріалів.

3.2. Фізіологічні властивості дріжджів роду *Schizosaccharomyces*

Для дослідження фізіологічних властивостей дріжджів роду *Schizosaccharomyces* на яблучному суслі спостерігали процес бродіння та зменшення яблучної кислоти. Початок бродіння спостерігали візуально при

наявності піни, видаленню пухирців та інших змін, які властиві цьому процесу.

Це пояснюється тим, що крім зброджування цукрів дріжджі - шизосахароміцети споживають ще й яблучну кислоту з утворенням етилового спирту і діоксиду вуглецю.

Таблиця 3.2 – Динаміка виділення діоксиду вуглецю в процесі бродіння яблучного сусла різними штамами дріжджів
роду *Schizosaccharomyces*

Раса дріжджів	Доба бродіння												
	0	1		2		5		6		7		8	
	Вихід- на вага, г	Вага за доба- ми, г	Вага виділе- ння CO ₂ , г	Вага за добами, г	Вага виділе- ння CO ₂ , г	Вага за добами , г	Вага виділе- ння CO ₂ , г	Вага за добам и, г	Вага виділе- ння CO ₂ , г	Вага за добами, г	Вага виділе- ння CO ₂ , г	Вага за добами , г	Вага виділе- ння CO ₂ , г
1*	97,95	97,85	0,10	97,70	0,25	97,02	0,93	96,82	1,13	96,60	1,35	96,30	1,65
2	84,60	84,45	0,15	85,35	0,25	83,97	0,63	83,77	0,83	83,50	1,10	83,10	1,50
3	97,26	97,17	0,09	97,05	0,21	96,39	0,87	96,14	1,12	95,95	1,31	95,60	1,66
4	84,62	84,48	0,14	84,40	0,22	83,80	0,82	83,60	1,02	83,40	1,22	83,10	1,52

Примітка: 1* Яблучна 7;

2 Вишнева 33;

3 Мінська 120;

4 Сидрова 101

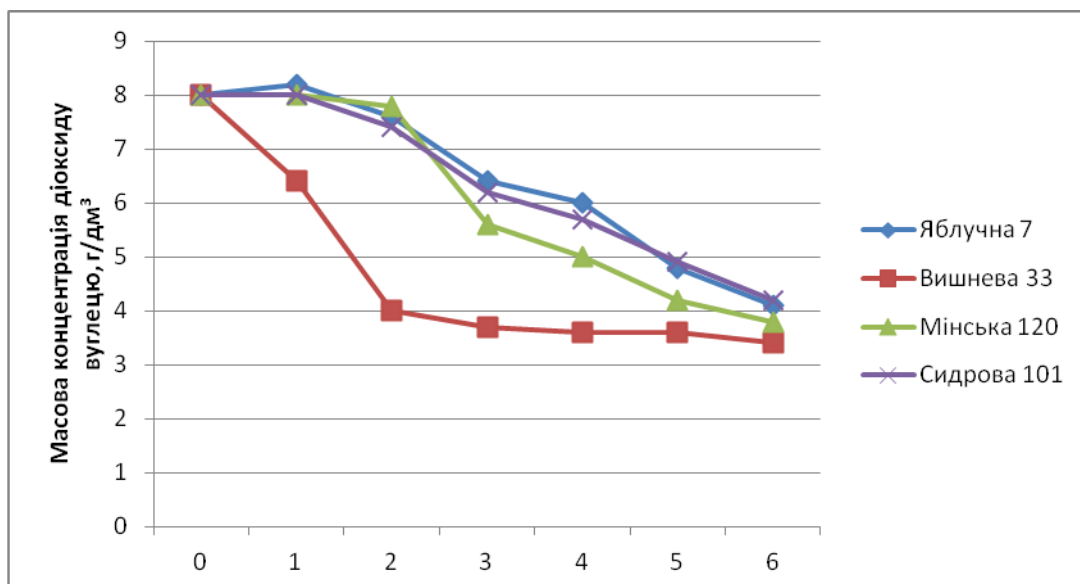


Рисунок 3.3 - Динаміка виділення діоксиду вуглецю в процесі бродіння

Дослідження показали (табл. 3.2, рис. 3.3), що виділення діоксиду вуглецю під час бродіння різних штамів дріжджів роду *Schizosaccharomyces* розпочалося на 2 добу. Так, маса виділеного CO_2 була вищою у раси Яблучна 7 та Вишнева 33. На 5 добу збільшення маси CO_2 відбувалось з превалюванням раси Яблучна 7, з масовою концентрацією діоксиду вуглецю $0,93 \text{ г/дм}^3$. Дещо меншу масу мали раси Мінська 120 і Сидрова 101, з досить не суттєвою різницею у вазі.

Серед досліджуваних штамів внаслідок виділення діоксиду вуглецю в процесі яблучно-спиртового бродіння на 6 та 7 добу істотних коливань між вагою CO_2 різними расами дріжджів виявлено не було. Так, різниця за масою знаходилася в межах $0,2 - 0,3 \text{ г/дм}^3$. Слід відмітити, що в процесі бродіння яблучного суслу дріжджами роду *Schizosaccharomyces* на 8 добу штами Яблучна 7 та Мінська 120 мали однакову масу виділення діоксиду вуглецю, яка становила $1,7 \text{ г/дм}^3$, а раси Вишнева 33 та Сидрова 101 – $1,5 \text{ г/дм}^3$ відповідно.

Дослідження процесу зброджування цукрів яблучного суслу дріжджами роду *Schizosaccharomyces* показало, що вони споживають цукри

залежно від раси і володіють більшою чи меншою активністю (рис. 3.4). Найактивнішими дріжджами-шизосахароміцетами були штами Яблучна 7 і Вишнева 33 з масовою концентрацією зброджених цукрів 20,0 г/дм³ і 38,6 г/дм³ відповідно. Менш активним характеризувався штаб Сидрова 101 з масовою концентрацією цукрів у суслі 39,4 г/дм³. Слід відмітити, що найменш активною расою виявилась Мінська 120, яка на 9 добу збродила лише до 74,2 г/дм³ цукрів.

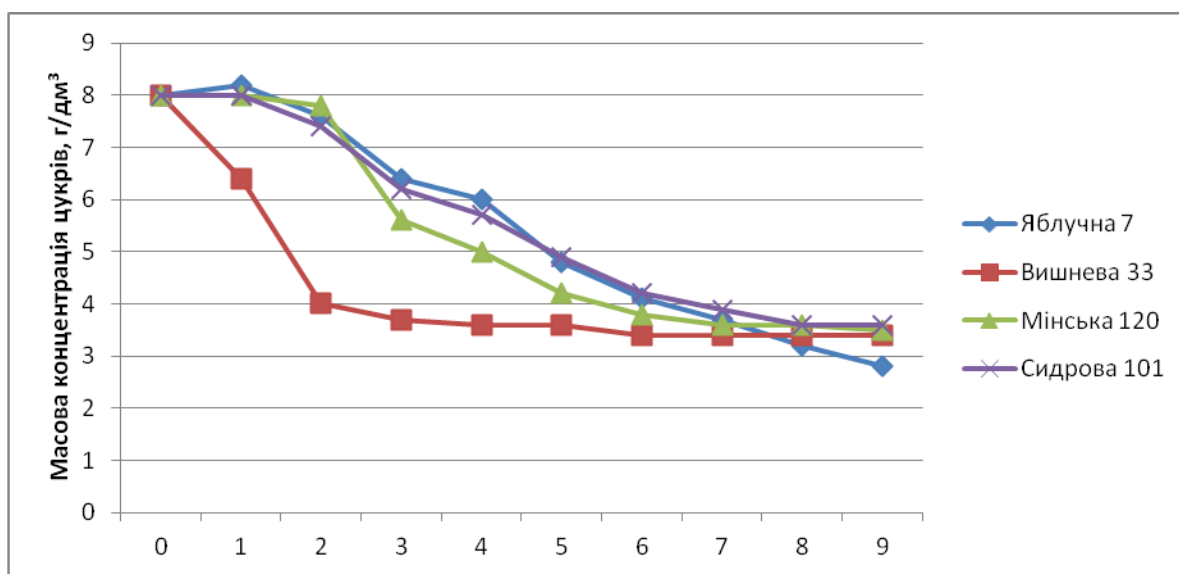


Рисунок 3.4 – Динаміка масової концентрації цукрів у яблучному суслі при їх збродженні різними штамами дріжджів роду *Schizosaccharomyces*

При культивуванні дріжджів-шизосахароміцетів на яблучному суслі відбувається зниження вмісту титрованих кислот (рис. 3.5). Результати досліджень дозволяють зробити висновок про зниження титрованої кислотності у яблучному суслі споживанням яблучної кислоти дріжджами-шизосахароміцетами.

Рисунок 3.5 демонструє, що всі дріжджі роду *Schizosaccharomyces* здатні знижувати вміст титрованих кислот. Однак, штами дріжджів споживали яблучну кислоту не повністю та залишали її в різних концентраціях у яблучному субстраті залежно від раси. Результати

досліджень засвідчують, що при інтенсивності яблучно-спиртового бродіння швидкість зменшення яблучної кислоти була максимальною на 2-3 добу.

Масова концентрація титрованих кислот в процесі яблучно-спиртового бродіння зменшувалась від 8,2 г/дм³ в середньому на 4,8 г/дм³, що відповідає високій активності кислотозниження.

Рисунок 3.5 демонструє, що на 4-5 добу активність споживання масової концентрації титрованих кислот знижувалась, а на 6-7 добу засвоювання яблучної кислоти зупинилось, її вміст істотно не змінився і був на рівні 2,8 - 3,6 г/дм³.

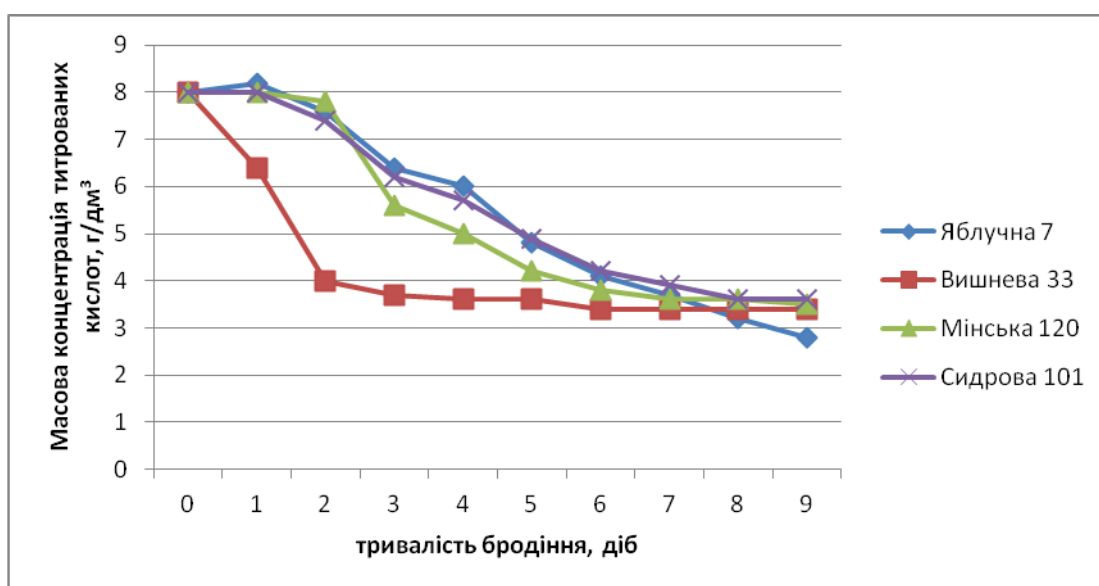


Рисунок 3.5 – Динаміка масової концентрації титрованих кислот у яблучному суслі при її споживанні різними штамми дріжджів

Отже, аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновок про зниження титрованої кислотності у яблучному суслі споживанням яблучної кислоти дріжджами-шизосахароміцетами.

Дослідження впливу штамів дріжджів-шизосахароміцетів за «глибиною зброджування» яблучної кислоти у яблучному суслі (табл. 3.3) показало, що максимальне зниження яблучної кислоти відбулось у 2 штаммах. Сидрова 101, із «глибиною зброджування» 63,8 % та Вишнева 33 із 61,9 % збродженої

кислоти. Дещо меншою активністю щодо споживання яблучної кислоти характеризувалась раса Мінська 120, із глибиною утилізації 59,9 %, а найменш активною була раса дріжджів Яблучна 7, кількість збродженої яблучної кислоти склала 47,9 %, що на 15,9 % менше від максимальної кількості.

Таблиця 3.3 Утилізація яблучної кислоти штамами дріжджів роду *Schizosaccharomyces* на яблучному суслі

Раса дріжджів	Яблучне сусло	
	Δ яблучної кислоти	% збродженої кислоти
Яблучна 7	4,02	47,9
Вишнева 33	5,20	61,9
Мінська 120	5,03	59,9
Сидрова 101	5,36	63,8
НІР _{0,5}	0,3	2,9

Це свідчить про те, що дріжджі-шизосахароміцети мають здатність споживати яблучну кислоту до необхідного її вмісту у дослідних субстратах тільки з одночасним збродженням цукрів і ця залежність є прямопропорційною.

Достеменно відомо, що особливістю метаболізму дріжджів роду *Schizosaccharomyces* є споживання яблучної кислоти разом із зброджуванням цукрів. Аналіз отриманих даних (табл. 3.4) дозволив встановити, що на 9 добу бродіння, відношення зміни масової концентрації яблучної кислоти до цукрів після закінчення процесу бродіння, в яблучному суслі, в середньому склало 0,85 г/дм³.

Таблиця 3.4 Кількість зброджених цукрів та відношення зміни масової концентрації яблучної кислоти до цукрів

Раса дріжджів	Зміна концентрації цукрів, %	Δ ЯК/Δ Ц, у.о.
Яблучна 7	8,9	0,58
Вишнева 33	7,2	0,72
Мінська 120	4,2	1,20

Сидрова 101	6,1	0,88
-------------	-----	------

Примітка: Δ ЯБ – різниця масової концентрації яблучної кислоти;

Δ Ц – різниця масової концентрації цукрів до та після їх зброджування

Відношення різниці вмісту яблучної кислоти до різниці вмісту цукрів було мінімальним у раси Яблучна 7 і склало 0,58 у.о. Максимум значення показника Δ ЯК/ Δ Ц було у раси Мінська 120 – 1,20 у.о. Високий рівень показника свідчить про зниження яблучної кислоти при мінімумі зміни цукрів, що після яблучно-спиртового бродіння повинні бути зброджені дріжджами-шизосахароміцетами щоб синтезувати природний етиловий спирт.

3.3. Дослідження утилізації різних форм яблучної кислоти дріжджами роду *Schizosaccharomyces* в яблучному суслі

Проведені дослідження показали, що дріжджі роду *Schizosaccharomycetes* не повністю споживали яблучну кислоту в процесі кислотозниження в яблучному суслі. Це, вірогідно, пов'язано із тим, що споживанню піддається лише *l*-яблучна кислота, а *d*-яблучна залишається без зміни. Для перевірки цього факту були проведені дослідження на яблучному суслі, в яке вносили *l*- і *d*-яблучні кислоти і проводили кислотозниження дріжджами-шизосахароміцетами.

На рисунку 3.6 наведені результати досліджень.

Після проведення процесу кислотозниження було з'ясовано, що масова концентрація титрованих кислот у всіх зразках змінювалась неоднаково.

Так в контрольному варіанті вміст титрованих кислот змінився на 5,4 г/дм³ і становив 3,8 г/дм³. В зразках, які містили внесену нами *d*-яблучну кислоту (варіант 2 і 3), зміна рівня масової концентрації титрованих кислот була на рівні з контролем і складала 5,6 і 6,7 г/дм³. Вміст титрованих кислот після кислотозниження був 7,5 і 9,3 г/дм³ відповідно у зразках, де було внесено 4 та 6 г/дм³ *d*-яблучної кислоти.

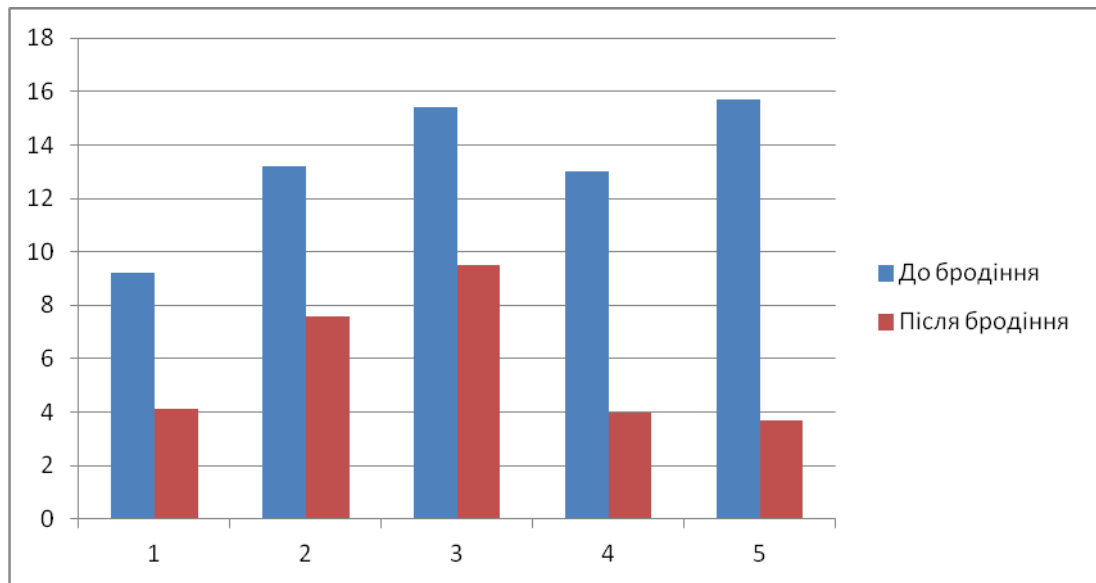


Рисунок 3.6 - Зміна масової концентрації титрованих кислот у яблучному суслі дріжджами роду *Schizosaccharomyces* після внесення різних форм яблучної кислоти

Примітка: 1 – контроль яблучне сусло, масова концентрація титрованих кислот 9,2 г/дм³; 2 – внесено *d*-яблучної кислоти із розрахунку 4 г/дм³; 3 – внесено *d*-яблучної кислоти із розрахунку 6 г/дм³; 4 – внесено *l*-яблучної кислоти із розрахунку 4 г/дм³; 5 – внесено *l*-яблучної кислоти із розрахунку 6 г/дм³

У дослідних зразках, де було внесено *l*-яблучну кислоту у концентраціях 4 та 6 г/дм³ відмічалося зниження масових концентрацій титрованих кислот відповідно на 9,3 і 11,4 г/дм³. Кінцева концентрація титрованих кислот була на рівні з контролем. Даний факт підтверджує те, що дріжджі *Schizosaccharomyces* споживають тільки *l*- форму яблучної кислоти.

Отже, аналіз результатів експериментальних досліджень дозволив стверджувати, що вибрані 4 раси дріжджів роду *Schizosaccharomyces* – Яблучна 7, Вишнева 33, Мінська 120 та Сидрова 101, активно споживають яблучну кислоту, характеризуються мінімальним збродженням цукрів та позитивно будуть впливати на формування аромату сидрових матеріалів.

Як відомо температура є одним із основних технологічних факторів, який впливає на життєдіяльність мікроорганізмів, їх активність, тривалість

зброджування цукрів сусла, синтез вторинних і побічних продуктів бродіння та формування якості готової продукції.

Дослідженнями ряду науковців [50, 55, 56] встановлено, що оптимальний температурний діапазон протікання процесу кислотозниження в межах 25...28 °С, а місце внесення розводки дріжджів – яблучна м'язга. Отриманні відомості дозволяють в разі необхідності регулювати титровану кислотність в процесі виробництва сидрових матеріалів.

3.4 Дослідження активності дріжджів роду *Schizosaccharomyces* у сидровому матеріалі

У технологічному процесі виготовлення сидру частіше застосовують яблучні матеріали, які мають підвищений вміст титрованих кислот, зокрема більше 7,5 г/дм³, що погіршує смакову гаму вина та не відповідає вимогам ДСТУ 4836:2007 «Сидри. Загальні технічні умови» [57]. Тому наступні дослідження були направлені на встановлення здатності дріжджів роду *Schizosaccharomyces* знижувати рівень титрованих кислот у сидровому матеріалі.

Наявність кільця піни у сидрових матеріалах на другу добу після введення дріжджів-шизосахароміцетів вказувало на початок процесу бродіння у всіх дослідних зразках. Слід відмітити, що глибина зброджування яблучної кислоти у виноматеріалах була різною залежно від штаму. Аналіз даних рисунку 3.7 дозволив встановити, що меншою швидкістю розброджування відрізнялась раса Яблучна 7, але після другої доби зброджування інтенсивність зростала і припинення споживання яблучної кислоти відбувалось на шосту добу.

Решта рас мали схожий характер бродіння, але більшу швидкість процесу та глибину споживання яблучної кислоти мала раса Вишнева 33. При цьому процес закінчувався на 8 добу, на відміну від рас Мінська 120 і

Сидрова 101, які в цей час лише уповільнювали кислотозниження. Закінчення процесу бродіння на цих штаммах відбувалось на 10 добу.

Раси дріжджів мали однакову тенденцію споживати яблучну кислоту у яблучному виноматеріалі, м'яззі і суслі. Як уже пояснювалось раніше, цей факт, вірогідно, пов'язаний із тим, що зброджуванню піддається лише *l*-яблучна кислота, а *d*-яблучна залишається без змін.

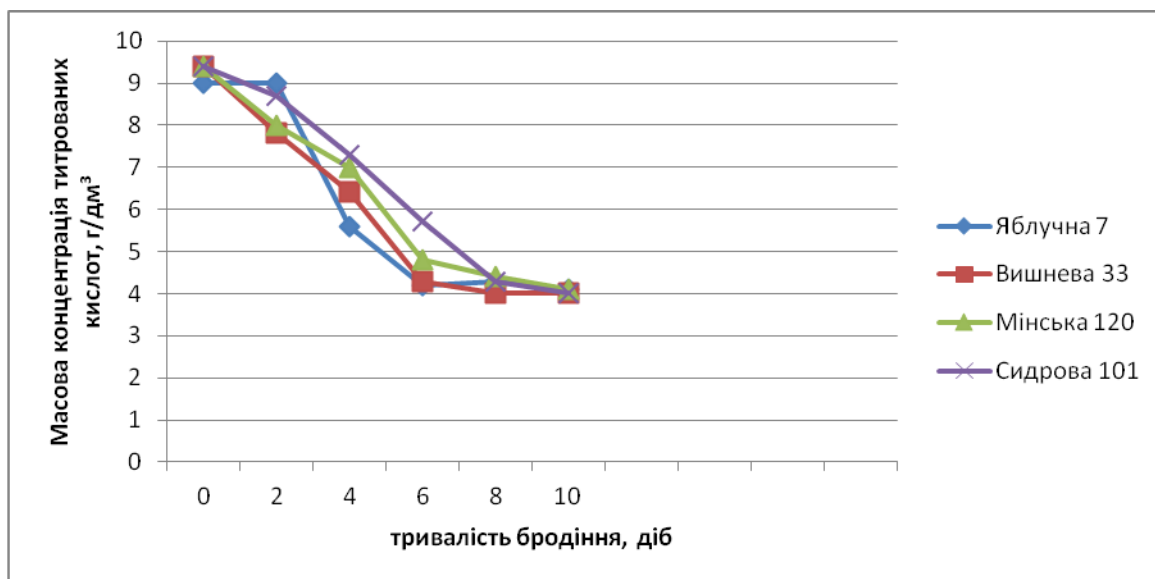


Рисунок 3.7 – Динаміка масової концентрації титрованих кислот у сидровому матеріалі при споживанні різними штаммами дріжджів

Отже, результати досліджень дозволили встановити ефективність застосування дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для зниження титрованої кислотності і гармонізації їх смаку при виробництві сидрових матеріалів із висококислотних сортів яблук.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Проведені дослідження дозволили удосконалити технологію сидрових матеріалів і розробити принципову технологічну схему їх виробництва із застосуванням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для біологічного кислотозниження, яка наведена на рис. 4.1 (схема 1).

Виробництво сидрового матеріалу передбачає наступні технологічні операції. Яблука технічної зрілості (культурні сорти – Ренет Симиренка, Антонівка) з приймального бункера транспортером подаються на інспектування. Після чого яблука миють свіжою проточною водою з метою видалення механічних домішок і мікроорганізмів. Потім яблука подрібнюють, отримують пухку, однорідну м'язгу з одночасним сульфитуванням сірчистим ангідридом із розрахунку 50...100 мг/дм³.

Перед пресуванням м'язги проводять біологічне кислотозниження для одержання готових матеріалів з необхідними кондиціями за титрованою кислотністю. М'язгу насосом перекачують у накопичувальний резервуар і для успішного проведення яблучно-спиртового бродіння використовують дріжджі роду *Schizosaccharomyces* одного із штамів: Яблучна 7, Вишнева 33, Мінська 120, Сидрова 101. Кількість активної розводки дріжджів з концентрацією клітин дріжджів 100...150 млн. кл./см³, які використовують для кислотозниження м'язги, становить 3...5 % від об'єму з розрахунку концентрації клітин дріжджів у м'яззі 4...5 млн. кл./см³. Рекомендована температура яблучно-спиртового бродіння 25...28 °С, тривалість процесу до 30 годин. Коли масова концентрація титрованих кислот зменшиться до 5...8 г/дм³, проводять відокремлення яблучного соку від м'язги.

Оброблену (підброджену) м'язгу направляють на отримання

сусла- самопливу, а збіднену м'язгу відпресовують, і об'єднують всі фракції сусла.

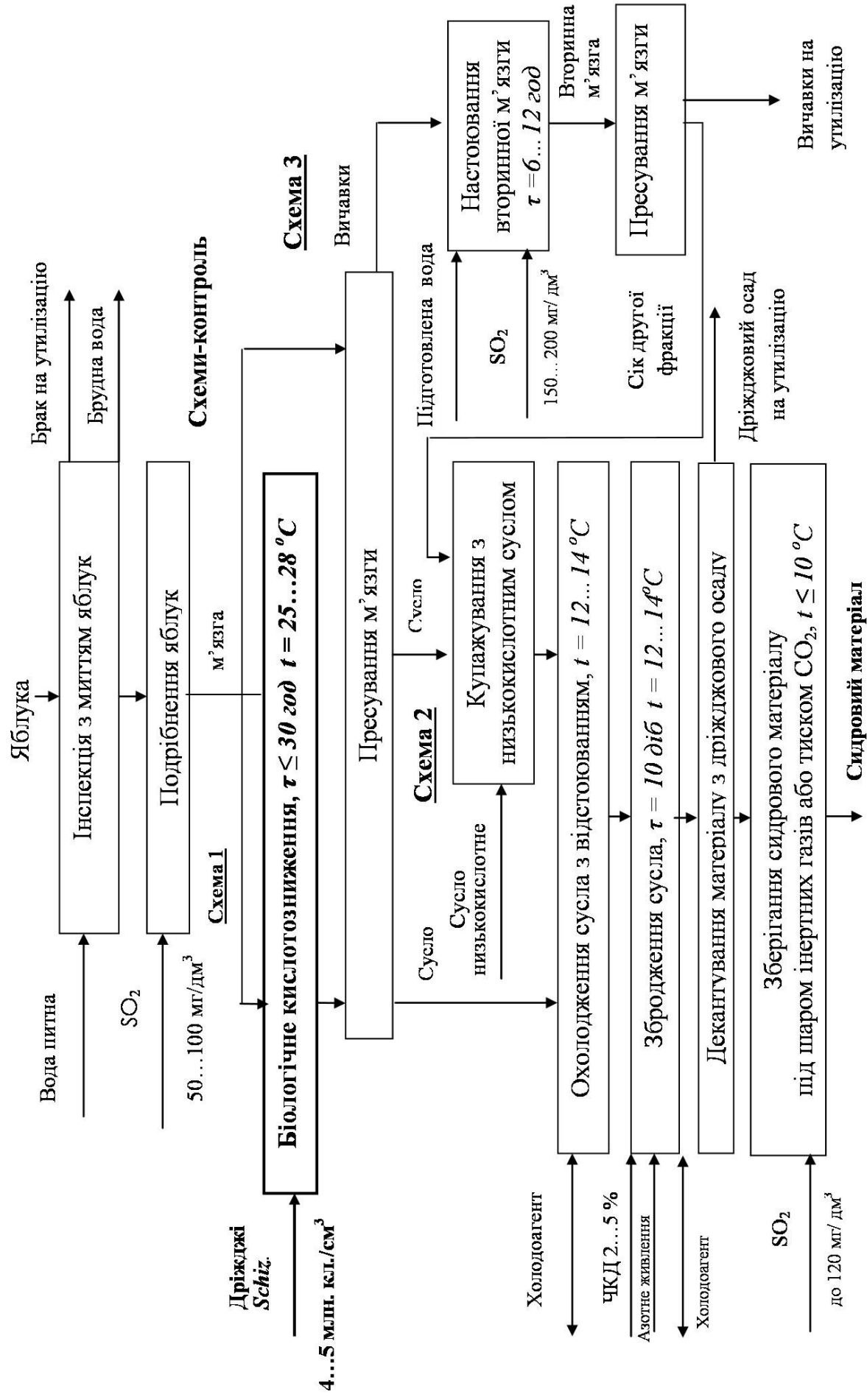


Рисунок 4.1 – Порівняльна принципово-технологічна схема виробництва сидрових матеріалів за удосконаленою та традиційною технологіями

Отримане після пресування кислотознижене яблучне сусло охолоджують до температури 12...14 °С і направляють на відстоювання за тієїж температури.

Після відстоювання та декантації осаду освітлене яблучне сусло насосом перекачують у резервуари для проведення спиртового бродіння за температурою 12...14 °С протягом 10 діб. Бродіння проводять на штамах чистих культур дріжджів, які використовуються для збродження яблучного сусла у кількості до 3% від об'єму сусла. Щоб уникнути недородів, у сусло під час бродіння рекомендовано вводити хлористий або двозаміщений фосфорнокислий амоній, 25 %-вий розчин аміаку або інше дозволене живлення. Після закінчення бродіння (масова концентрація цукрів не більше 3,0 г/дм³) сидровий матеріал знімають з дріжджового осаду і вносять розчин діоксиду сірки до загального вмісту сірчистої кислоти 120 мг/дм³, далі фільтрують і зберігають при температурі не вище 10 °С в закритих повних резервуарах під шаром інертних газів або під тиском діоксиду вуглецю до відвантаження на вторинні підприємства.

Згідно з ДСТУ 4701:2006 «Соки плодово-ягідні зброджені. Технічні умови» [58] встановлений діапазон варіювання масової концентрації титрованих кислот для соків зброджених яблучних (сидрових матеріалів) 6,0... 13,0 г/дм³, разом з тим у ДСТУ 4836:2007 «Сидри. Загальні технічні умови» [57] вказана масова концентрація титрованих кислот 4,5... 7,5 г/дм³.

Отже, в разі використання висококислотних соків при виготовленні сидрових матеріалів для досягнення кондицій за титрованою кислотністю потрібно проводити операцію кислотозниження для отримання товарної продукції «Сидр» з масовою концентрацією титрованих кислот в діапазоні 4,5... 7,5 г/дм³.

Для оптимізації кислотності сидрових матеріалів у виробництві використовують декілька технологічних прийомів, серед яких

купажування висококіслотних соків з низькокіслотними та додавання пресових фракцій суслу з вторинної м'язги, які отримані додаванням води до м'язги після відокремлення соку першої фракції.

У схемі 2 (рис. 4.1) використовували технологічний прийом купажування висококіслотних соків із низькокіслотними, а в схемі 3 – додавання пресових фракцій суслу з вторинної м'язги до основного суслу.

Порівняльний аналіз сидрових матеріалів дозволив встановити (табл. 4.1), що технологія з використанням дріжджів-шизосахароміцетів для зниження масової концентрації титрованої кислотності на стадії м'язги, дозволяє отримати сидровий матеріал з вираженим повним сортовим яблучним ароматом з тонами прянощів та екзотичних фруктів і приємним гармонійним смаком.

Таблиця 4.1 – Порівняльна характеристика органолептичних показників якості сидрових матеріалів

Найменування показника	Сидровий матеріал		
	Схема 1	Схема 2 (контроль)	Схема 3 (контроль)
Органолептична характеристика			
Колір	Світло-жовтий	Жовтий з тонами окисненості	Жовтий з тонами окисненості
Аромат	Чистий, яскравий, сортовий, складний, з фруктовими-пряними тонами	Чистий без сортових особливостей	Простий
Смак	Чистий, гармонійний, збалансований	Чистий, Простий	Простий, водянистий
Дегустаційна оцінка, бал	7,6*	7,4*	7,3*

*Примітка: мінімальний бал – 7,3

Отже, вдосконалена технологія виробництва сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*, дозволила

отримати сидровий виноматеріал високої якості та зберегти його нативні властивості.

Таблиця підбору обладнання для удосконалення технології сидру власного виробництва з використанням різних рас дріжджів представлена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Перелік необхідного обладнання

Найменування	Тип, марка	Кількість, шт.
Технологічна лінія переробки яблук (миття, інспектування, дробарка, мезго насос, прес)		1
Резервуар для розведення дріжджової розводки	Емальований із захисним покриттям, загальний об'єм 500 дал	1
Резервуар для питної води, м'язги та столового яблучного сухого (сидрового) матеріалу (для декантації після бродіння та освітлення)	Емальований із захисним покриттям, 1500 дал	4
Охолоджувач	Любого типу для охолодження виноматеріалу	1
Фільтр-прес вакуумний	-	1

Переробка яблук, виробництво, обробка, зберігання сидрових матеріалів та інших компонентів купажу здійснюється з використанням типового обладнання і технологічних ємкостей, виготовлених з корозійностійких матеріалів чи із спеціальними покриттями, що дозволені МОЗУ для виноробної продукції.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Столові яблучні сухі вина та сидри – натуральні гігієнічні яблучні напої, які виробляються в різних країнах світу. Об'єм виробництва столових вин та сидрів складав лише до 3-5 % від загального обсягу виробництва плодово-ягідної винопродукції. Причинами цього, можна зазначити наступне: відсутність спеціальної сировинної бази (сидрових сортів яблук); низька якість сировини (використання для переробки некондиційної, нестандартної сировини – падалиці та яблука, які не могли реалізовуватись в торгівлі вчасно); незначний попит напоїв у населення (низька якість); схильність винопродукції до помутніть (колоїдних та мікробіологічних).

Виходячи з вищезазначеного, було проведено розрахунок собівартості столового яблучного та сидрового матеріалу з урахуванням удосконалення технології.

За контроль було використано столовий яблучний та сидровий матеріал, вироблений із свіжих яблук за традиційною схемою, а як дослід – цей же столовий яблучний та сидровий матеріал з використанням дріжджів-шизосахароміцетів.

При виробництві столового яблучного та сидрового матеріалу за запропонованою технологією економічний ефект виникає внаслідок підвищення якості напою та скорочення технологічного процесу.

Розрахунок економічного ефекту від удосконаленої технології виробництва проводили як на новий вид продукції.

При цьому ціну сидрового матеріалу визначали з розрахунку його собівартості і рентабельності 20 %. Розрахунок економічного ефекту на 1 дал матеріалу проводили як відрахування собівартості від ціни.

У результаті розрахунку економічних показників сидрового матеріалу встановлено, що його собівартість становить 39,28 грн./дал, а

фактичний економічний ефект від їх виробництва як нового виду продукції – 7860 грн. на 1000 дал (Додаток А, Б).

Таким чином, можна зробити висновок про ефективність удосконаленої технології сидру власного виробництва з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*, що дозволяє підвищити якість напоїв та забезпечити їх конкурентоспроможність на світовому ринку.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [59].

Метою роботи охорони праці є створення безпечних та здорових (нешкідливих) умов праці через несприятливий вплив різних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Стан охорони праці перевіряє інженер з охорони праці. Інструктаж з техніки безпеки регулярно проводиться перед початком роботи згідно з ДМАОП 0.00–4.12–99. Під час роботи з небезпечними речовинами застосовуються респіратори та інші засоби захисту, згідно ДМАОП 0.05–3.03–81, кожна кімната обладнана вогнегасниками. Служба охорони праці повинна також вимагати від керівництва компанії вирішення цих завдань: забезпечення безпеки виробничих процесів; забезпечення працюючих засобами індивідуального та колективного захисту; здійснення професійної підготовки та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці; забезпечення оптимального режиму праці та відпочинку працюючих.

У кожному цеху та відділенні підприємства з виробництва сидру є конкретні правила та інструкції щодо охорони праці, техніки безпеки, санітарних вимог до промислових приміщень й обладнання, а також протипожежних заходів.

Для створення безпечних умов праці всі частини обладнання, які рухаються, оснащують сітчастим або суцільним огородженням. Гарячі поверхні апаратів, трубопроводів і баків термоізолюють. Машини, транспортери й огороження повинні мати механічне та електричне блокування, бути заземленні, а також обладнанні сигналізацією, яка при пуску і зупинці машини автоматично приводиться у дію. На роботах із

шкідливими і небезпечними умовами праці, а також на роботах, пов'язаних із забрудненням або здійснюваних у несприятливих температурних умовах, працівникам видаються безкоштовно за встановленими нормами спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту, а також змиваючі та знешкоджуючі засоби. Власник зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативних актів, а також забезпечити додержання прав працівників, гарантованих законодавством про охорону праці.

Відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці» усі працівники компанії, включаючи власників, повинні пройти навчання, інструктаж, перевірку знань правил, норм та інструкцій з питань охорони праці в порядку і строки, які встановлені для певних видів робіт, професій та посад [59, 60].

Усі працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи проходять інструктаж з питань ОП, з подання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж (згідно Типового положення).

Під час його обслуговування у відділенні для бродіння можуть виникнути такі небезпечні та шкідливі фактори: виділення тепла та загазованість повітря парами спирту, діоксиду вуглецю та діоксиду сірки, шумом у відділі дроблення та пресування. Гранично допустима концентрація етилового спирту в повітрі робочої зони – 1000 мг/м³. Стан безпеки 3. Нижня межа концентраційна спалахування парів у повітрі відповідно до обсягу пилу – 3,6 мг/м³.

Інтенсивність теплового опромінення робітників з нагрітої поверхні технологічного обладнання, освітлювальних приладів на постійних і непостійних робочих місцях не повинна перевершувати 35 Вт/м² при 50 % опроміненні.

Особи старше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний

інструктаж, перевірку теоретичних та практичних знань у кваліфікаційній комісії з питань охорони праці, навчання на робочому місці, стажування та мають відповідний сертифікат, можуть експлуатувати технологічне та допоміжне обладнання робочого місця. Під час обслуговування обладнання працівники повинні носити спецодяг та засоби індивідуального захисту.

У разі виникнення надзвичайних ситуацій обладнання необхідно негайно відключити і повідомити адміністрацію та вжити відповідних заходів для усунення аварії. Робочий орган бункера-живильника, преса, стікача (шнек) повинен бути закритим та ізольованим. Працювати з діоксидом сірки можуть лише працівники, які мають відповідний рівень підготовки та протигаз.

Для виявлення наявності шкідливих та небезпечних факторів при виробництві сидру необхідно проаналізувати роботу обладнання на прикладі однієї технологічної лінії. Умовні позначення шкідливих та небезпечних факторів відображаються на спрощеній апаратно-технологічній схемі.

Вібрацію створюють механічні коливання машин, механізмів та їх елементів. Виникають внаслідок роботи та подачі повітря в апараті. Залежно від видів вібрації їх дія на тіло людини різна. При частоті 0,7 Гц тіло людини і його органи рухаються як одне ціле, не відчуючи взаємних переміщень. В цьому випадку виникають симптоми не вібраційної, а морської хвороби, виникаючи через порушення нормальної діяльності органів рівноваги.

Джерелом вібрації у цехах підприємства з виробництва сидру є дробарка та насосне обладнання. Заходи щодо зниження дії вібрації на працюючих: зниження вібрації в джерелі її утворення конструктивними або технологічними мірами; зменшення вібрації на шляху її розповсюдження засобами віброізоляції і вібропоглинання; дистанційне управління, що виключає передачу вібрації на робочі місця; використання засобів індивідуального захисту [60].

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що дріжджі роду *Schizosaccharomyces* за культуральними показниками наприкінці яблучно-спиртового бродіння сприяють швидшому освітленню яблучного виноматеріалу, мають щільний пластівцеподібний осад та утворюють меншу висоту піни, що сприятиме швидшому освітленню яблучного матеріалу.

2. Встановлена ефективність застосування дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для зниження титрованої кислотності і гармонізації їх смаку при виробництві сидрових матеріалів із висококислотних сортів яблук;

3. Встановлено, що серед досліджуваних рас дріжджів внаслідок виділення діоксину вуглецю в поцесі яблучно-спиртового бродіння істотних змін між вагою CO₂ виявлено не було;

4. Експериментально встановлено, що досліджувані раси дріжджів роду *Schizosaccharomyces* – Яблучна 7, Вишнева 33, Мінська 120 та Сидрова 101, активно споживають яблучну кислоту, але не поглинають її повністю в яблучному суслі, а споживають лише *l*-форму яблучної кислоти, характеризуються мінімальним збродженням цукрів та позитивно впливають на формування аромату сидрових матеріалів.

5. Встановлена ефективність застосування дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для зниження титрованої кислотності і гармонізації їх смаку при виробництві сидрових матеріалів;

6. Собівартість сидрового матеріалу становить 39,28 грн./дал, а фактичний економічний ефект від їх виробництва як нового виду продукції – 7860 грн. на 1000 дал. Зазначена технологія є ефективною, оскільки дозволяє збільшити вихід сусла в середньому на 15 %, придатного для виробництва сидрових матеріалів, та дозволяє зменшити їх собівартість.

7. Рекомендувати для підприємств виноробної галузі, температурний оптимум проходження процесу кислотозниження в межах 25...28 °C, місце

внесення розводки дріжджів-шизосахароміцетів – м'язга або неосвітлене сусло, що сприятиме збільшенню виходу сусла з м'язги в середньому на 15.

Список використаної літератури

1. І.Є. Никулишин, Б.О. Дзіняк, О.М. Оробчук, Дослідження закономірностей перебігу бродіння яблучного сидру //Технологія легкої і харчової промисловості. Вісник ХНТУ №1 (56), 2016 р., 113-119 с.
2. Guth H. Quantitation and Sensory Studies of Character Impact Odorants of Different White Wine Varieties // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 1997. Vol. 45 (8). P. 3027-3032. ISSN: 00218561, DOI: 10.1021/jf970280a.
3. Литовченко О.М., Кондратенко Т.Є., Войцехівський В.І., Приходько І.М. Хіміко-технологічна оцінка сортів яблучних соків і виноматеріалів // Садівництво. Вип. 52. 2001. С. 218-226.
4. Подпрятів Г.І., Войцехівський В.І., Кіліан М. та ін. Технології зберігання, переробки та стандартизація сільськогосподарської продукції. К.: ЦІТ Компрінт, 2017, 658 с.
5. Nam D., Jang E., Jang K.H., Lee J.C. Radical scavenging activity of domestic fruit wine // Korean Journal of Food Preservation. Vol. 25. Issue 3, 2018. P. 351- 358.
6. Swiegers J.H., Pretorius I.S. Yeast modulation of wine flavor // Advances in Applied Microbiology, 2005. 57(SUPPL. A), P. 131-175. doi: 10.1016/S0065-2164(05)57005-9
7. Zuo W., Zhang T., Xu H., Wang C., Lu M., Chen X. Effect of fermentation time on nutritional components of red-fleshed apple cider // Food and Bioproducts Processing. Vol. 114, 2019, P. 276-285.
8. Suárez Valles B. Research and development in the cider area in Asturias. Background and perspectives // Recent researches in development of agricultural and food chemistry. 2001. № 5. 17 p.
9. Beech F.W. Cider making and cider research: a review // Journal of the Institute of Brewing. 1992. 78. P. 477-490.
10. Hebert M., Coligneaux P. La belle histoire du cidre et du calvados/ M. Hebert, P. Coligneaux. Ed.: Charles Corlet. 1998. 133 p.

11. Ferree D.C. Apples. Botany, Production and Uses Ed. // D.C. Ferree, I.J. Warrington. UK. 2013. 660 p.
12. Луканин А.С. История и перспективы производства сидра в мире и на Украине. // Сайт лаборатории мониторинга сырьевых ресурсов для виноделия Института агроэкологии Украинской академии аграрных наук. Киев. 2009.
13. Луканин А.С. Сидр: история, состояние и перспективы. А.С. Луканин, С.И. Байлук // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ИВиВ "Магарах". Ялта, 2003. Т. XXXIII, С.99-104.
14. Кондратенко П.В. Концепція розвитку плодово–ягідного виноробства в Україні / П.В. Кондратенко, О.М. Литовченко, С.Т. Тюрин. К.: Інститут садівництва УААН, 1997. 17 с.
15. Луканін О.С. Рекомендації щодо створення в Україні сировинної бази спеціальних технічних сортів яблук для виробництва плодово-ягідних вин, сидрів і кальвадосів/ Луканін О.С., Байлук С.І., Сичова О.В. К.: Інститут агроекології УААН, 2006. 20 с.
16. Луканин А.С. Сидр в Украине. А.С. Луканин, С.И. Байлук // Виноделие и виноградарство. 2005. № 6. С.44 – 46.
17. Реєстр сортів рослин України на 2001 р. Ч. 3 (Плодові, ягідні, виноград, горіхоплідні, субтропічні, трави для газонів, лікарські, квітково–декоративні, лісові, шовковиця, шовкопряд). К., 2000. 39 с.
18. Макарова Н.В. Использование летних сортов яблок в качестве антиоксидантов. Н.В. Макарова, Д.Ф. Валиулина, В.В. Бахарев // Техника и технология пищевых производств. № 2 (25). 2012. С.35-30.
19. Омельченко І.К. Культура яблуні в Україні. К.: Колос, 1993. 264 с.
20. Сарвакова Н.Н. Использование хромато-масс-спектрометрии для контроля качества коньяков / Н.Н. Сарвакова, И.Х. Разванов, А.Ф. Черкашина // Реф. журн. Химия. 2005. № 9. С. 5.
21. Кондратенко Т.Є. Яблуня в Україні. Сорти. К.: Світ, 2001. 298 с.
22. Копань В.П. Атлас перспективных сортов плодовых и ягодных культур Украины. К.: Одесс, 1999. 454 с.

23. Яблоки свежие дикорастущие. Технические условия: РСТ УССР 1894–91. К.: Изд-во стандартов, 1994. 5 с.
24. Шприцман Э. М. Регулирование кислотности вин методом электродиализа.// ВиВ Молдовии. 1975. № 4. С.25 – 28.
25. Войцеховский В.И. Качество сидровых виноматериалов в зависимости от сорта яблок и расы дрожжей / В.И. Войцеховский, А.Е. Токарь, М.Б. Ребезов// Серия: Пищевые и биотехнологии. №4 (2) 2014. С. 24 – 31.
26. Сухойван О.Г. Кращі сорти плодів і ягід для технічної переробки. // Послідовники Л.П.Симиренка – садівництву України: 36. наук. праць до 140-річчя з дня народження Л.П.Симиренка. Черкаси: Мліївський Інститут садівництва ім. Л.П. Симиренка УААН, 1995. С. 12–14.
27. Байлук С.И. Усовершенствование технологии производства сидров: дис. к.т.н.: 05.18.07 – технология продуктов брожения/ Байлук Сергей Иванович. Ялта, 2007. 276 с.
28. Сортвые особенности полусухих столовых яблочных вин / Л.А. Юрченко, А.С. Вечер, С.И. Василькевич [и др.] // Виноделие и виноградарство СССР. 1980. № 5. С. 14–17.
29. Юрченко Л.А. Научные основы и пути совершенствования технологии яблочных вин: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. техн. наук: 05.18.07 «Технология продуктов брожения»/ Л.А. Юрченко. Ялта, 1982. 47 с.
30. Литовченко А.М. Научно-теоретическое обоснование совершенствования технологии натуральных плодово-ягодных некрепленых вин/ А.М. Литовченко, А.Е. Токарь. Виноделие и виноградарство: Научно-теоретический и производственный журнал. 2007. № 5. С.20-21.
31. Литовченко А.М. О современных требованиях к плодам, ягодам, сокам, напиткам и винам / А.М. Литовченко, С.Т. Тюрин. К.: Информагропром, 1994. 42 с.

32. Вина плодови. Загальні технічні умови: ДСТУ 6036:2008. [Чинний від 2008-12-22]. К.: Держспоживстандарт України, 2008. 30 с. (Національний стандарт України)
33. Технологічна інструкція на виробництво плодово-ягідних вин: ТІ У 00011050-15.94.10-1:2008. К.: Мінагрополітики України, 2008. 16 с. (Нормативний документ Мінагрополітики України. Інструкція).
34. Основні правила виробництва та зберігання плодово-ягідних вин і сидру: КД У 00011050-15.94.10-2:2008. К.: Мінагрополітики України, 2008. 18 с. (Керівний документ Мінагрополітики України).
35. Загальні правила переробки плодів і ягід на виноматеріали: КД У 00011050-15.94.10-1:2008. К.: Мінагрополітики України, 2008. 27 с. (Керівний документ Мінагрополітики України).
36. Валуйко Г.Г. Справочник по виноделию / под ред. Г.Г. Валуйко, В.Т. Косюры. [3-е изд.] Симферополь: Таврида, 2005. 590 с. (Серия научно-технической литературы по виноделию)
37. Технологические приемы по предупреждению биологического кислотопонижения при производстве сидра. [Электронный ресурс]. Режим доступа до сайту: <http://redwinery.ru/f/id/169-Tehnologicheskie-priemyi-popreduprejdeniyu.html>
38. Bonorden W.R. The adjustmont of nigh pH, nigh titrable acidety wines by ion Exchange/ W.R. Bonorden, C.W. Nagel // Amer. I Enol. Vitic. 1986. V. 37. № 2. P.143 – 148.
39. Oenological versatility of Schizosaccharomyces spp. // Suárez-Lepe, J.A., Palomero, F., Benito, S., Calderón, F., Morata, A. 2012. European Food Research and Technology. P. 375–383.
40. Lea A.G.H. Cidermaking / A.G.H.Lea, J.R.Piggott. Fermented beverage production. Blackie academic & professional, 1995. P. 66–96.
41. Taillandier P. Les Schiz. en vinifacation: levures indesirables on facteurs de qualite/ P. Taillandier, G. Goma. Misrobiol. alim. nutr. 1988. V. 6. № 1. 69 – 76.

42. Бурьян Н.И. Практическая микробиология виноделия/ Надежда Ивановна Бурьян. – Симферополь: Таврида, 2003. – 560 с. – (Серия научно-технической литературы по виноделию).
43. Методы теххимического контроля в виноделии; под ред. В.Г. Гержиковой – Симферополь: Таврида, 2002. – 200 с. – (Серия научно-технической литературы по виноделию).
44. Черевко О.І. Методи контролю якості харчової продукції: навч. посібник / О.І. Черевко, Л.М. Крайнюк, Л.О. Касілова. – К.: Пищ. Пром., 2014. – 607с.
45. Продукція виноробна. Правила приймання та методи відбирання проб: ДСТУ 6040:2008. – [Чинний від 2010-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 10 с. – (Національний стандарт України).
46. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: ГОСТ 28562 – 90.. – М.: Изд– во стандартов, 1990. – 8 с.
47. Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров: ДСТУ ГОСТ 13192:2009. – М.: Изд–во стандартов, 1973. – 12 с.
48. Вина и виноматериалы, соки плодово–ягодные спиртованные. Метод определения титруемых кислот: ДСТУ ГОСТ 14252:2009. – М.: Изд–во стандартов, 1973. – 8 с.
49. Вина, виноматериалы, коньяки и коньячные спирты, соки плодово–ягодные спиртованные. Метод определения этилового спирта: ДСТУ ГОСТ 13191:2009. – М.: Изд–во стандартов, 1973. – 10 с.
50. Бурьян Н.И. Микробиология виноделия/ Надежда Ивановна Бурьян. – Симферополь: Таврия, 2002. – 433 с. – (Серия научно-технической литературы по виноделию).
51. Горина В.А. Проблемные вопросы биологии молочнокислых бактерий вина/ Валентина Александровна Горина. – Симферополь: Таврия плюс, 2000. – 104 с.

52. Гудзь С.П. Мікробіологія: підручник: [для студ.вищ.навч.закл.]/ С.П. Гудзь, С.О. Гнатуш, І.С. Білінська. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 360 с.
53. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посібник / Т.П. Пирог, Л.Р. Решетняк, В.М. Подвозинський, Н.М. Грегірчак; за ред. Т.П. Пирог – Вінниця: Нова книга, 2007. – 464 с.
54. Пирог Т. П. Загальна мікробіологія: підручник для студ. вищих навч. закладів / Тетяна Павлівна Пирог; Національний ун-т харчових технологій. – К. : НУХТ, 2004. – 472 с .
55. Грегірчак Н.М. Микробиология пищевых производств : Лабораторный практикум / Наталія Миколаївна Грегірчак. – К.: НУХТ, 2009. – 302 с.
56. Malic acid consumption by dry immobilized cells of *Schizosaccharomyces pombe* // Silva S., Ramon-Portugal F., Andrade P. [et al.] // II Am. J. Enol. Viticult. – 2003. – V. 54. – P. 50 – 55.
57. Сидри. Загальні технічні умови: ДСТУ 4836:2007. – [Чинний від 2007-10-10]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012 – 16 с. – (Національний стандарт України)
58. Соки плодово-ягідні зброджені. Технічні умови: ДСТУ 4701:2006. – [Чинний від 2006-12-11]. – К.: Держспоживстандарт України, 2008 – 9 с. – (Національний стандарт України)
59. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.92;згідно з Постановою Верховної Ради України N 2695-XII.
60. Основи охорони праці: підручник для студ. вищ. закл. освіти харч. пром.-сті / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець [та ін.] // Під ред. М.П. Купчика, М.П. Гандзюка. К.: Основа, 2000. – 416 с.