

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



**СИЧОВА ОЛЕНА ВІКТОРІВНА**

УДК 663.31.001.76 (043.3)

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СИДРОВИХ МАТЕРІАЛІВ**  
**З ВИКОРИСТАННЯМ ДРІЖДЖІВ РОДУ**  
***SCHIZOSACCHAROMYCES***

05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

**Київ – 2016**

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в лабораторії моніторингу сировинних ресурсів для виноробства Інституту агроекології і природокористування (ЛМСРВ ІАіП) НААН, м. Київ

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,  
академік Національної академії аграрних наук  
**Луканін Олександр Сергійович**

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
**Осипова Лариса Анатоліївна**  
Одеська національна академія харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України, завідувача  
кафедри технології вина та енології

доктор технічних наук, професор  
**Прибильський Віталій Леонідович**  
Національний університет харчових технологій  
Міністерства освіти і науки України, професор  
кафедри біотехнології продуктів бродіння і  
виноробства

Захист відбудеться \_\_\_\_ 2016 року о \_\_\_\_ — годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий \_\_\_\_ 2016 року

В.о. ученого секретаря спеціалізованої  
вченої ради Д 26.058.04, д.т.н., проф.



Гусятинська Н.А.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Жорсткі умови ринку та конкуренції у виноробстві передбачають розробку нових та удосконалення існуючих технологій плодово-ягідних вин, зокрема сидрів. Їх виробництво в Україні обмежено, що пов'язано з особливостями сортименту яблук, які представлені, головним чином, висококіслотними сортами.

У плодово-ягідному виноробстві для зниження масової концентрації титрованих кислот застосовують такі способи: купажування висококіслотних соків з низькокіслотними або додавання другої пресової фракції суслу, яка містить воду, що спричиняє істотне зниження якості вин.

Використання традиційних у виноградному виноробстві хімічних та фізико-хімічних способів зниження масової концентрації титрованих кислот (іонообмін, крейдування, електродіаліз та ін.) є неефективними для плодово-ягідного виноробства, оскільки спрямовані на зменшення концентрації винної кислоти, а кількість яблучної, яка на 90-95 % обумовлює кислотність яблучних соків, при цьому практично не змінюється.

Результати досліджень вчених С.А. Кишковської, Н.І. Бур'ян, Е.Л. Бабакіної, П. Рибера-Гайона, Д. Галандера показали ефективність біологічного способу кислотозниження із застосуванням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* у виноградному виноробстві для зниження вмісту яблучної кислоти.

Отже, удосконалення технології сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*, яка направлена на підвищення якості сидрів, є актуальним напрямком досліджень.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Дисертаційну роботу виконано відповідно до програми Інституту агроєкології і природокористування НААН України «Дослідити закономірності впливу агроєкологічних та кліматичних чинників на технологічні властивості сировинних ресурсів України для виноробства та розробити методологічні основи їх класифікації» (державний реєстраційний номер 0107U005316).

Автором особисто розроблено програми та методики лабораторних досліджень, оброблено та узагальнено отримані результати, визначено оптимальні значення технологічних параметрів.

**Мета досліджень.** Удосконалення технології сидрових матеріалів з використанням біологічного кислотозниження.

### **Завдання досліджень:**

- дослідити вплив дріжджів роду *Schizosaccharomyces*, як кислотознижувачів у виробництві сидрових матеріалів та обґрунтувати їх вибір;
- дослідити особливості зниження органічних кислот у яблучному суслі дріжджами роду *Schizosaccharomyces*;
- обґрунтувати ефективні технологічні режими та параметри кислотозниження для досягнення встановлених значень вмісту титрованих кислот у сидрових матеріалах;
- вивчити вплив дріжджів роду *Schizosaccharomyces* при кислотозниженні яблучної м'язги на вихід та прозорість яблучного суслу;

- дослідити вплив біологічного кислотозниження на органолептичні та фізико-хімічні показники якості сидрових матеріалів;
- розробити рекомендації щодо використання дріжджів-кислотознижувачів при виробництві сидрових матеріалів;
- розробити нормативну документацію на спосіб кислотозниження сидрового матеріалу;
- провести виробничі випробування сидрових матеріалів з використанням біологічного кислотозниження.

*Об'єкт досліджень* – технологія сидрових матеріалів.

*Предмет досліджень* – процес кислотозниження сидрового матеріалу.

*Методи досліджень* – стандартизовані та спеціальні фізико-хімічні, органолептичні, хроматографічні, статистичні методи, прийняті в енохімії та мікробіології виноробства.

### **Наукова новизна одержаних результатів.**

У роботі вперше:

- обґрунтовано спосіб зниження масової концентрації титрованих кислот у виробництві сидрових матеріалів застосуванням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*;
- встановлено здатність дріжджів роду *Schizosaccharomyces* штамів (КП-1, Казанська 1, 10Д, Дагестан 83-17) знижувати титровану кислотність яблучного суслу та покращувати органолептичні показники сидрових матеріалів;
- встановлено вплив дріжджів роду *Schizosaccharomyces* при кислотозниженні на вихід та прозорість яблучного суслу;
- встановлено закономірності метаболізму дріжджів роду *Schizosaccharomyces* у яблучному суслі і м'яззі;
- встановлено математична залежність між кількістю засіву дріжджових клітин *Schizosaccharomyces* та зміною вмісту титрованих кислот у яблучній м'яззі та суслі при яблучно-спиртовому бродінні;
- встановлено вплив дріжджів роду *Schizosaccharomyces* на формування аромату сидрових матеріалів.

### **Практична значимість отриманих результатів:**

- удосконалено технологію сидрових матеріалів із застосуванням біологічного кислотозниження дріжджами роду *Schizosaccharomyces* (Патент України на винахід № 40908 від 15.08.2001);
- встановлені та математично підтверджені технологічні параметри, які впливають на ефективність протікання яблучно-спиртового бродіння;
- розроблено «Рекомендації щодо дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для біологічного кислотозниження висококислотних яблучних виноматеріалів» № держреєстрації: 0110U005979;
- розроблено технологічну інструкцію з виробництва соку яблучного зброженого (сидрового матеріалу), яку затверджено Мінагрополітики та продовольства України (ТІ 37471967-555-2015);
- проведено виробничу апробацію технології сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* на Чуднівській філії ДП «Житомирський лікєро-горілчаний завод» (смт. Чуднів, Житомирська обл.).

Фактичний економічний ефект від виробництва сидрового матеріалу становить 7860 грн. на 1000 дал;

– розроблено Національний стандарт України ДСТУ 4836:2007 «Сидри. Загальні технічні умови», до якого включено результати досліджень, зокрема спосіб виробництва сидру з проведенням біологічного кислотозниження.

**Особистий внесок здобувача** полягає в постановці завдань досліджень, плануванні та проведенні експериментів, аналізі й обробленні отриманих результатів, їхньому впровадженні, розробленні технічної документації та підготовці до друку наукових праць. Особистий внесок становить не менше 70 %.

**Апробація результатів дисертації.** Результати досліджень було представлено на 6-й Міжнародній науково-технічній конференції «Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості» (м. Київ, 19–22.10.1999), 1-й Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні напрями розвитку технології алкогольних і безалкогольних напоїв» (м. Київ, 16–17.05.2006), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Біотехнологія. Освіта. Наука. Практика» (м. Дніпропетровськ, 11-13.11.2008), Міжнародній науково-практичній конференції «Практика і перспективи розвитку еногастрономічного туризму: світовий досвід для України» (м. Київ, 24–25.09.2015).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 10 наукових праць, із яких: 5 статей у фахових наукових журналах, з них 2 входять до науково-метричних баз; 4 тези доповідей міжнародних наукових конференціях; отримано 1 патент України на винахід.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація викладена на 106 сторінках машинописного тексту, складається зі вступу, 4 розділів, висновків. Список використаної літератури включає 146 найменувань, у тому числі 30 – закордонних авторів. Робота містить 20 таблиць, 22 рисунки, 16 додатків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** наведено актуальність теми дисертації, сформульовані мета і завдання досліджень, показана наукова новизна і практична значимість одержаних результатів, приведені дані по їх апробації, а також відомості про особистий внесок здобувача в проведених дослідженнях і в підготовці публікацій за темою дисертаційної роботи.

**Перший розділ «Характеристика існуючих технологій столових яблучних матеріалів, сидрів і традиційних способів корегування кислотності»** присвячено аналізу робіт вітчизняних та закордонних вчених, пов'язаних з сучасним станом виробництва сидру в світі, впливу сортів яблук різного хімічного складу та технологій сидрів на їх якість. Показано, що одним з головних факторів забезпечення якості сидрів є використання спеціальних технічних сидрових сортів яблук. Разом з тим існує проблема високої кислотності яблучного суслу, що негативно впливає на органолептику готового напою.

Розглянуто традиційні способи зниження кислотності у виноградному і у

плодово-ягідному виноробстві та вказані їх недоліки.

На основі аналізу літературних джерел визначені мета та завдання подальших досліджень для удосконалення вітчизняної технології сидрових матеріалів.

У другому розділі «Матеріали, методи і методика проведення досліджень» наведена характеристика об'єктів, методів та загальна методика досліджень. Матеріалами досліджень були: дріжджі (43 штами) роду *Schizosaccharomyces*, з них 30 штамів за систематикою Крегер-ван-Риж належать до видів *Schizosaccharomyces pombe*, 13 штамів – *Schizosaccharomyces japonicus* або, за систематикою Кудрявцева 30 штамів належать до видів *Schizosaccharomyces acidodevoratus*, 2 штами – *Schizosaccharomyces pombe* і 11 штамів – до *Octosporomyces japonicus*. Контрольними зразками були 2 штами дріжджів роду *Saccharomyces vini* (Яблучна 7, Судак VI-5(T); висококіслотні яблука сортів: Ренет Смиренка, Антонівка; яблучна м'язга; свіжовіджати яблучний сік; яблучне сусло; виноградне сусло; сидровий матеріал.

При виконанні експериментальних робіт використовували загальноприйняті в енохімії та мікробіології виноробства методи технохімічного контролю у виноробній промисловості; визначали оптичні показники – інтенсивність (I), потенціометричні характеристики – початковий редокс-потенціал ( $Eh_0$ ), зміну редокс-потенціалу ( $\Delta Eh$ ). Оцінку розливостійкості матеріалу проводили за показниками тестів.

Масову концентрацію органічних кислот визначали методом високоефективної рідинної хроматографії. Енергію бродіння визначали ваговим методом бродіння яблучного сусла в колбах Фрейденрейха; здатність дріжджів до утворення сірководню – за методом Єгорова С.М., модифікованого в НІВіВ «Магарач». Для встановлення якісного складу ароматоутворюючих речовин виноматеріалу використовували методи газово-рідинної хроматографії.

Органолептичний аналіз зразків сидрових матеріалів здійснювали згідно з традиційними правилами дегустації вин.

При проведенні експериментів використовували математичне планування, результати піддавали статистичній обробці методами регресійного, кореляційного аналізів, методом Харрінгтона. Рівень довірчої вірогідності  $R_d = 95\%$ .

У третьому розділі «Обґрунтування вибору штамів дріжджів роду *Schizosaccharomyces* як кислотознижувачів для виробництва сидрових матеріалів» представлені результати проведених досліджень з використанням штамів дріжджів роду *Schizosaccharomyces*.

При культивуванні на яблучних субстратах дріжджі-шизосахароміцети зберегли свої морфологічні та культуральні властивості у порівнянні з виноградним суслим. Аналіз структури осаду дослідних штамів дріжджів-шизосахароміцетів при культивуванні на яблучному та виноградному суслі не виявив помітних змін. Переважна більшість штамів мали осад у вигляді пластівців, що сприяло формуванню приємного аромату. Яблучне сусло у порівнянні з виноградним після закінчення бродіння швидше набувало прозорості, а на 5 добу всі яблучні матеріали мали високу ступінь освітлення.

При зброджуванні яблучного сусла дріжджами-шизосахароміцетами не

спостерігали міцних дріжджових кілець, що було характерним для виноградного сусла. Зброджування яблучного сусла відбувалось з меншим піноутворенням, але з появою в кінці бродіння дріжджової плівки, що свідчило про плавність процесу і сприяло більш швидкому освітленню яблучних матеріалів.

При однаковому початковому вмісту яблучної кислоти (10 г/дм<sup>3</sup>) у субстратах та за «глибиною зброджування» її на яблучному суслі біомаса дріжджів в середньому складала 74 млн. кл./см<sup>3</sup>, а на виноградному – 150 млн. кл./см<sup>3</sup>. При меншій біомасі дріжджів процес споживання яблучної кислоти на яблучному суслі проходив швидше, ніж на виноградному.

Аналіз даних табл. 1 свідчить про те, що не всі дріжджі-шизосахароміцети мають однакову здатність до розброджування яблучного сусла.

Таблиця 1 – Активність розброджування яблучного сусла дріжджами роду *Schizosaccharomyces* та *Saccharomyces*

Назва видів дріжджів	Тривалість яблучно-спиртового бродіння, годин								
	48			72			96		
	В	П	А	В	П	А	В	П	А
	%			%			%		
<i>Schizosaccharomyces pombe</i> (30 штамів)	13,3	56,7	30	3,3	16,7	0	0	10	90
<i>Schizosaccharomyces japonicus</i> (13 штамів)	7,7	46,2	46,1	7,7	23,1	69,2	7,7	7,7	84,6
<b>Всього</b>	11,6	53,5	34,9	4,7	18,6	76,7	2,3	9,3	88,4
<i>Saccharomyces vini</i> (2 штами) (контроль)			100			100			100

Примітка: В – відсутнє бродіння, П – початок бродіння, А – активне бродіння

На початку розброджування активність дріжджів роду *Schizosaccharomyces* була помітна у 15 штамів, які склали 34,9 % з всіх досліджуваних. На 4 добу яблучно-спиртового бродіння активність спостерігали у 88,4 % штамах дріжджів роду *Schizosaccharomyces*. Слід відмітити, що дріжджі виду *Schiz. pombe* були більш активні до розброджування, ніж вид *Schiz. japonicus*.

За інтенсивністю виділення діоксиду вуглецю бродіння розпочалося на 2 добу у дріжджів роду *Saccharomyces* і *Schizosaccharomyces*, але маса виділеного CO<sub>2</sub> у останніх була більшою, ніж у дріжджів-сахароміцетів. Це можна пояснити тим, що крім зброджування цукрів дріжджі-шизосахароміцети споживають ще й яблучну кислоту з утворенням етилового спирту і діоксиду вуглецю.

Дослідження процесу зброджування цукрів яблучного сусла дріжджами роду *Schizosaccharomyces* показало, що вони зброджують цукри залежно від штаму на 30...80 %, на відміну від дріжджів-сахароміцетів, які повністю їх засвоюють. Слід відмітити, що більшість штамів виду *Schiz. pombe* мали меншу активність до зброджування цукрів, а вид *Schiz. japonicus* – більшу. Найактивнішими дріжджами-шизосахароміцетами були штами 540, 549, КПУ-1, найменш активними – штами 578, 580, 581.

Особливістю дріжджів роду *Schizosaccharomyces*, як відомо, є споживання

яблучної кислоти у виноградному суслі. Методом рідинної хроматографії було визначено якісний склад та кількісний вміст органічних кислот у яблучному суслі. Із даних (табл. 2) видно, що вміст яблучної кислоти складає 85...88 % від масової концентрації титрованих кислот.

Таблиця 2 – Масова концентрація титрованих кислот і якісний склад органічних кислот у яблучному суслі

Назва кислоти	Масова концентрація, г/дм <sup>3</sup>	
	Антонівка	Ренет Симиренка
Яблучна	7,42	7,81
Янтарна + молочна	0,25	0,44
Лимонна	0,59	0,61
Винна	0,01	0,03
Оцтова	0,10	0,09
Титровані кислоти	8,40	9,21

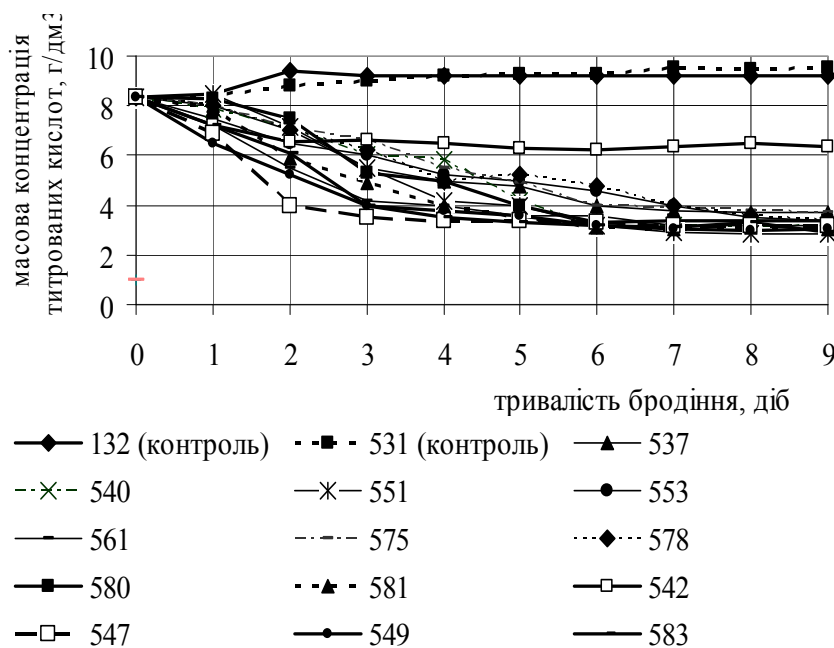


Рисунок 1 – Динаміка масової концентрації титрованих кислот у яблучному суслі при її споживанні різними штамами дріжджів

Концентрація титрованих кислот в процесі бродіння зменшувалась від 8,58 г/дм<sup>3</sup> в середньому на 5,2 г/дм<sup>3</sup>. На 4...5 добу активність знижувалась, а на 6...7 добу засвоєння яблучної кислоти зупинилось, і її вміст залишався майже незмінним на рівні 3,0...3,6 г/дм<sup>3</sup> (рис. 1).

Як відмічали раніше, особливістю метаболізму дріжджів роду *Schizosaccharomyces* є споживання яблучної кислоти разом із збродженням цукрів. Результати наших досліджень дозволили встановити, що на 9 добу бродіння відношення зміни масової концентрації яблучної кислоти до цукрів

З даних рисунку 1 видно, що всі дріжджі роду *Schizosaccharomyces* здатні знижувати вміст титрованих кислот, але залежно від штаму на 42...64 %.

Це пов'язано з тим, що споживанню піддається лише *l*-яблучна кислота, а вміст *d*-яблучної залишається без зміни.

Контрольні зразки дріжджів-сахароміцетів (штами 132, 531) не здатні засвоювати яблучну кислоту й тим самим зменшувати титровану кислотність у яблучному суслі.

При спостереженні інтенсивності яблучно-спиртового бродіння яблучного сусла, встановлено, що швидкість зменшення яблучної кислоти максимальна на 2...3 добу, що співпадає з експоненційною фазою розмноження дріжджів.



після закінчення процесу бродіння складало в середньому  $0,57 \text{ г/дм}^3$  в яблучному суслі та  $1,03 \text{ г/дм}^3$  у виноградному суслі.

Показник відношення різниці вмісту яблучної кислоти до різниці вмісту цукрів ( $\Delta\text{ЯБ}/\Delta\text{Ц}$ ) враховувався при виборі штамів роду *Schizosaccharomyces*. Високі значення показника свідчать про зниження яблучної кислоти при мінімальній зміні цукрів, які після яблучно-спиртового бродіння повинні бути зброжені дріжджами-сахароміцетами для синтезу природного етилового спирту.

Мінімальні значення показника  $\Delta\text{ЯБ}/\Delta\text{Ц}$  було у штамів № 543, 544, 552, 554, 577 складало  $0,03 \dots 0,17$  у.о. на яблучному суслі, максимальні значення – штамів № 583, 581, 580, 578, 553 –  $0,88 \dots 1,2$  у.о. (рис. 2).

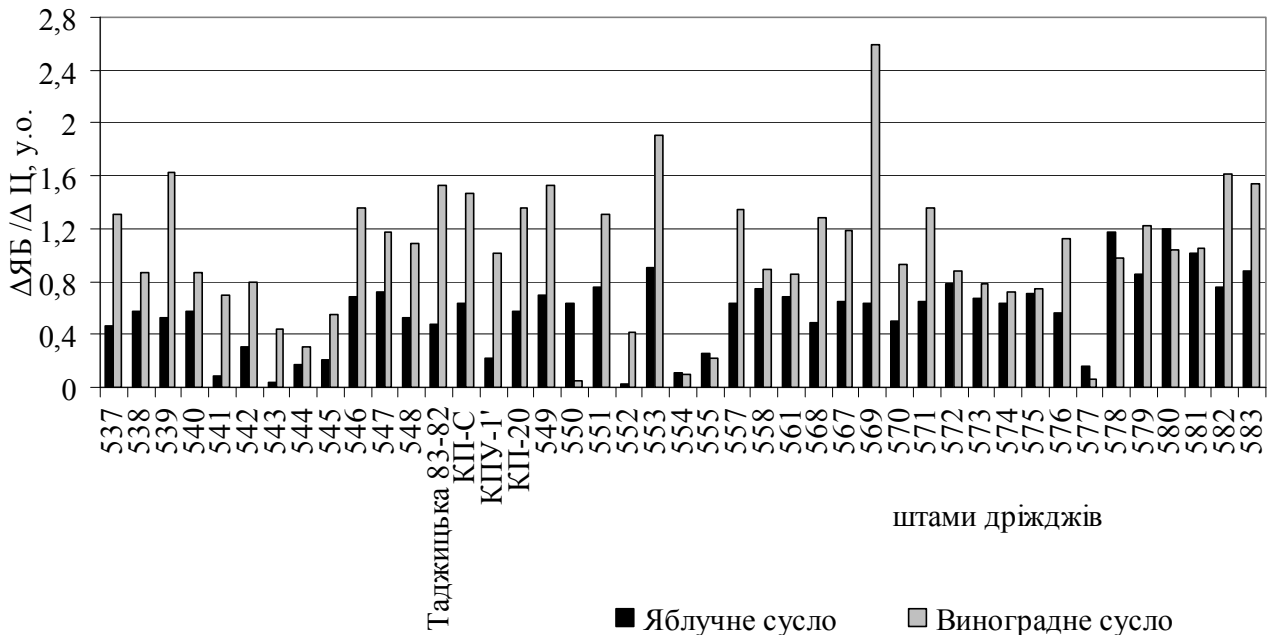


Рисунок 2 – Порівняльна характеристика штамів дріжджів за показниками  $\Delta\text{ЯБ}/\Delta\text{Ц}$  при кислотозниженні в різних субстратах

Примітка:  $\Delta\text{ЯБ}$  – різниця масової концентрації яблучної кислоти до та після процесу кислотозниження;  $\Delta\text{Ц}$  – різниця масової концентрації цукрів до та після їх зброджування

З метою встановлення здатності окремих штамів дріжджів синтезувати сірководень, який надає виноматеріалам неприємні тони в ароматі та смакові, були проведені відповідні дослідження. Так, із 45-ти штамів у 42-ох було виявлено виражену активність до синтезу сірководню. Серед дріжджів роду *Schizosaccharomyces* існують штамові різниці щодо синтезу  $\text{H}_2\text{S}$  (потемніння індикаторної смужки – від 0,1 до 6 мм), що було враховано в подальшому при виборі штамів для біологічного кислотозниження при виробництві сидрових матеріалів. Найбільш високий рівень вмісту сірководню виявлено лише в чотирьох штамів дріжджів 541, 542, 551, 576.

Слід відмітити, що 83 % дріжджів-шизосахароміцетів синтезували сірководень в 10...20 разів менше порівняно з контрольними зразками, де значення потемніння індикаторної смужки досягали  $0,1 \dots 0,5$  мм.

За отриманими результатами досліджень вибрано 12 штамів дріжджів-кислотознижувачів – 540, 547, 549, 551, 553, 557, 558, 561, 578, 580, 581, 583, які мали високу активність засвоєння яблучної кислоти, високі значення показника

відношення різниці вмісту яблучної кислоти до різниці вмісту цукрів, відсутність або низьку здатність до синтезу сірководню та утворення щільного пластівцеподібного осаду після яблучно-спиртового бродіння.

Ароматичний комплекс сидрових матеріалів складався з вищих спиртів, кислот, простих і складних естерів, лактонів, альдегідів та інших речовин – похідних фенолів, насичених та ненасичених циклічних і аліфатичних вуглеводнів (рис. 3).

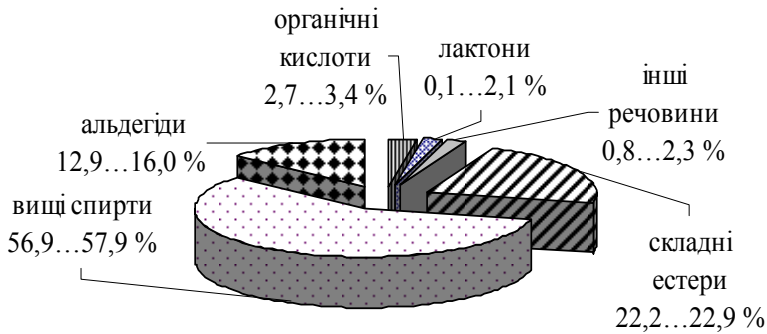


Рисунок 3 – Основні групи речовин, які формують ароматичний комплекс сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*

Основна частина вищих спиртів всіх дослідних зразків (рис. 4) складається з пахущих речовин.

Неприємний сивушний аромат дає ізоаміловий спирт, β-фенілетіловий спирт має приємний м'який квітковий аромат троянди, гіацинту та меду. Його частка у зразках залежно від штаму становила 15,9...39,8 %. Виявлені також похідні фенолу – 4-етилгваякол і 4-вінілгваякол, які мають приємний аромат прянощів.

Найбільш різноманітною групою ароматичних речовин, які представлені у дослідних зразках сидрових матеріалів, були складні естери – 23 % від загальної кількості ароматичних речовин. Вони представлені комплексом естерів, які мають квітково-фруктовий аромат. Окремо необхідно відмітити наявність у всіх зразках лактонів, які характеризуються приємними ароматами. Їх вміст становив 0,1...4,57 мг/дм<sup>3</sup>.

Отже, аналіз результатів експериментальних досліджень дозволив вибрати 4 штами дріжджів роду *Schizosaccharomyces* – 540, 547, 580, 583, які активно споживають яблучну кислоту, характеризуються мінімальним збродженням цукрів, синтезом сірководню та позитивно впливають на формування аромату сидрових матеріалів.

Температура є одним із основних технологічних факторів, який впливає на життєдіяльність мікроорганізмів, їх активність, тривалість бродіння, синтез вторинних і побічних продуктів бродіння та формування якості готової продукції. Так, для діапазону температур 25...28 °С відмічали найбільші зміни у значеннях масових концентрацій титрованих кислот, причому подібна тенденція була характерна для всіх штамів дріжджів (рис. 5).

Також слід відмітити, що інтенсивніше процес кислотозниження відбувався у м'яззі порівняно з суслем. Цей факт можна пояснити ефектом іммобілізації дріжджів-шизосахароміцетів на твердих частинках яблучної м'язги, що дозволило більш ефективно використовувати каталітичні властивості мікроорганізмів.

Зниження температури до 15...18 °С або збільшення до 35...38 °С призводить до уповільнення процесу споживання кислоти дріжджами-шизосахароміцетами в середньому в 1,5...2,3 рази.

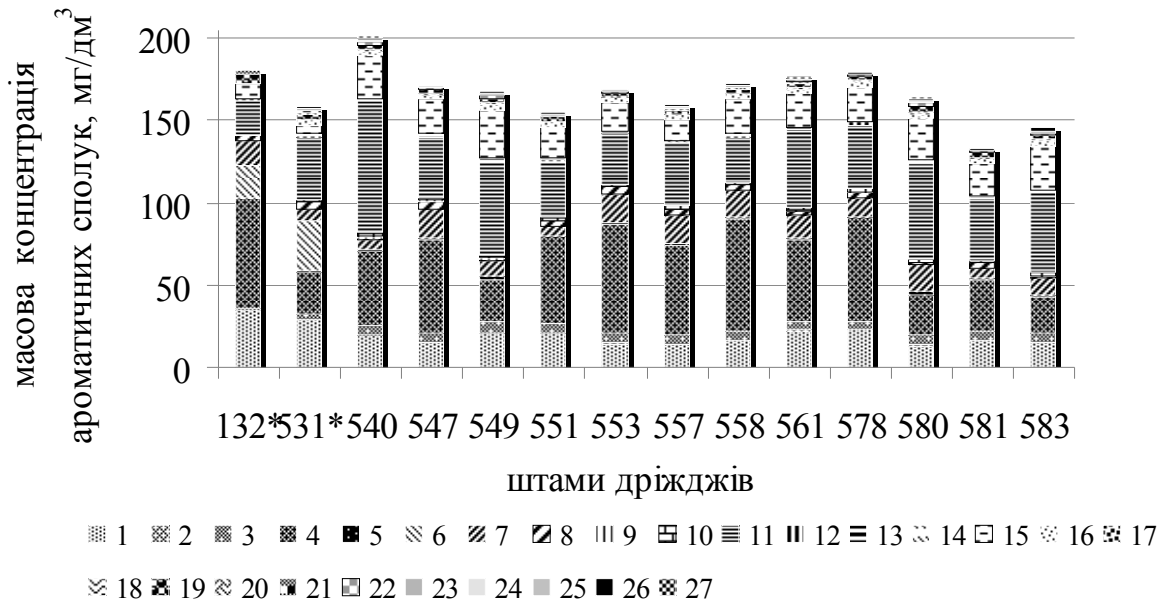


Рисунок 4 – Ароматичний комплекс сидрових матеріалів, зброджених на дріжджах роду *Schizosaccharomyces*

Примітка: 1 – ацетальдегід; 2 – ацетоїн; 3 – ацеталь; 4 – ізоаміловий спирт; 5 – етилбутират; 6 – етилацетат; 7 – етиллактат; 8 – гексановий спирт; 9 – етилкапронат; 10 – капронова кислота; 11 – β-фенілетиловий спирт; 12 – 4-етилфенол; 13 – діетилсукцінат; 14 – етилкаприлат; 15 – β-фенілацетат; 16 – 4-етилгваякол; 17 – γ-окталактон; 18 – 4-вінілгваякол; 19 – капринова кислота; 20 – етилкапринат; 21 – гексилацетат; 22 – етиловий ефір оксидігідрокоричної к-ти; 23 – γ-декалактон; 24 – додеканова кислота; 25 – гексадекан; 26 – 3-оксі-β-дамаскон; 27 – 4-оксо-α-дамаскон

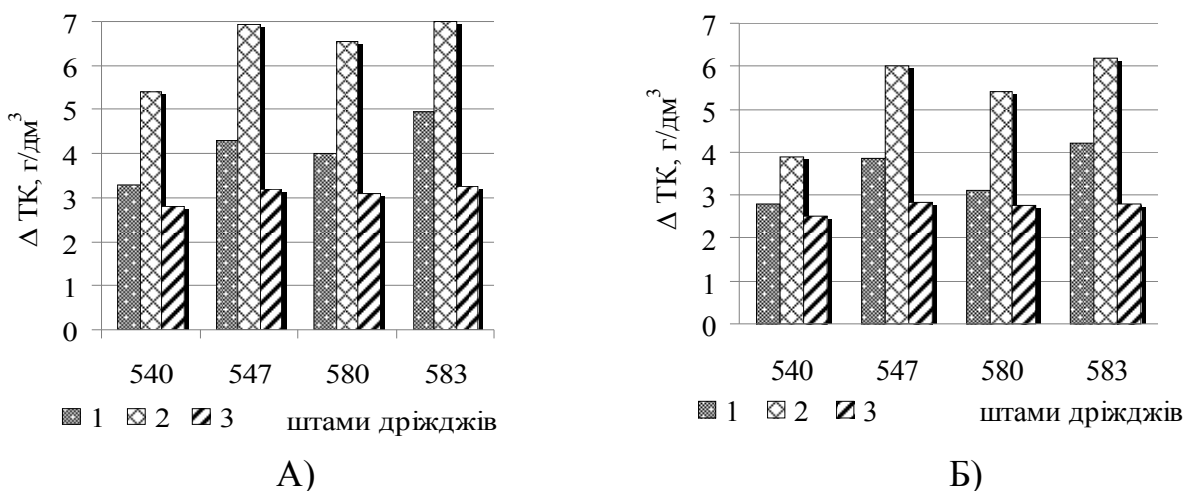


Рисунок 5 – Вплив температури на різницю масових концентрацій титрованих кислот (ΔТК) до та після кислотозниження м'язги (А) та суслу (Б) для різних штамів дріжджів роду *Schizosaccharomyces*: 1 – 15...18°C; 2 – 25...28°C; 3 – 35...38°C

Встановлена математична залежність зміни масової концентрації титрованих кислот від температури при кислотозниженні, яка носить нелінійний характер і відображається у вигляді параболи з вираженим максимумом у діапазоні температур 25...28 °С (рис. 6).

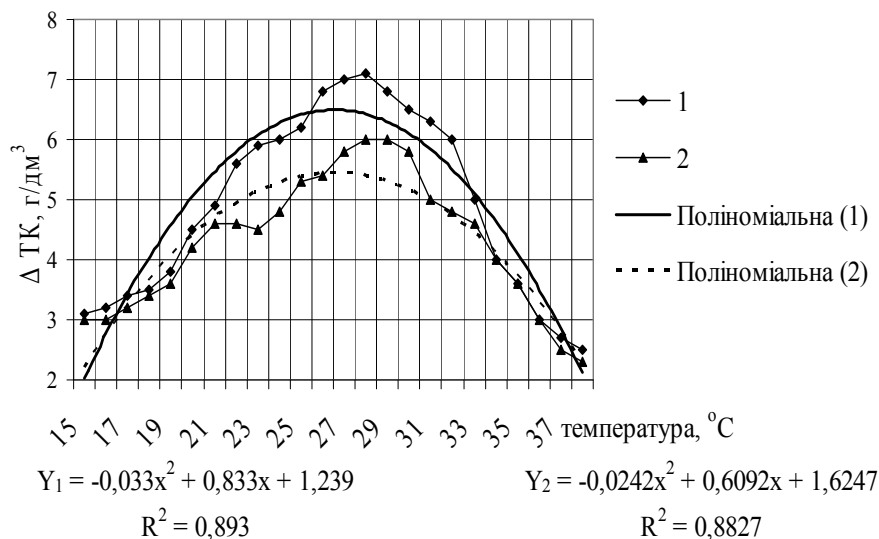


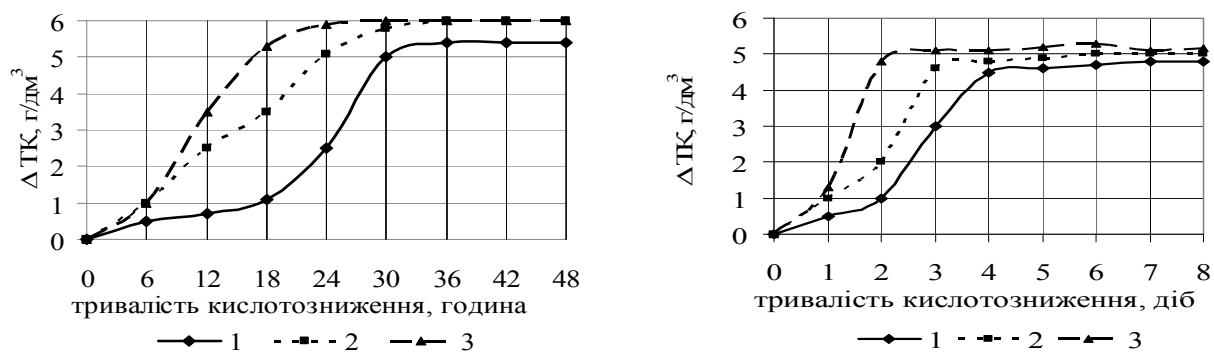
Рисунок 6 – Залежність масової концентрації титрованої кислоти від температури при кислотозниженні в яблучній м'яззі (1) та суслі (2):

$Y_1$  –  $\Delta$  ТК в м'яззі;  $Y_2$  –  $\Delta$  ТК у суслі, г/дм<sup>3</sup>;  
 $x$  – температура

Отже, оптимальний температурний діапазон протікання процесу кислотозниження в межах 25...28 °С, а місце внесення розводки дріжджів – яблучна м'язга. Отримані відомості дозволяють в разі необхідності регулювати титровану кислотність в процесі виробництва сидрових матеріалів.

Дослідження впливу концентрації біомаси дріжджів-шизосахароміцетів на інтенсивність кислотозниження дозволило встановити,

що при внесенні 1...2 млн. кл./см<sup>3</sup> у яблучне сусло або м'язгу процес споживання яблучної кислоти проходив найповільніше у порівнянні з іншими дослідями, де концентрація дріжджових клітин була більшою (рис. 7 А, Б).



А)

Б)

Рисунок 7 – Вплив тривалості кислотозниження на зміну величини титрованої кислотності м'язги (А) та сусла (Б) за різних кількостей засіву дріжджових клітин: 1 – 1...2 млн. кл./см<sup>3</sup>; 2 – 4...5 млн. кл./см<sup>3</sup>; 3 – 9...10 млн. кл./см<sup>3</sup>

Так, у м'яззі кислотозниження тривало до 30...36 год і до 4...6 діб у суслі. Такий час проходження процесу у суслі може призводити до розмноження сторонньої мікрофлори, зокрема оцтових бактерій та диких дріжджів, що може

викликати неконтрольоване зброджування цукрів яблучної м'язги або сусла та псування яблучних матеріалів.

При концентрації дріжджів 4...5 млн. кл./см<sup>3</sup> процес поглинання кислоти на яблучних субстратах проходив швидше на 6 годин при внесенні розводки у м'язгу та на 24 години – у сусло. При збільшенні концентрації дріжджів до 9...10 млн. кл./см<sup>3</sup> процес кислотозниження проходить швидше, але це може призвести до подорожчання виробництва.

Статистична обробка даних дозволила встановити залежності між зміною масових концентрацій титрованих кислот у яблучній м'яззі та суслі при проведенні яблучно-спиртового бродіння та кількості засіву дріжджових клітин *Schizosaccharomyces* (табл. 3).

Таблиця 3 – Результати регресійного аналізу тривалості кислотозниження при різних концентраціях дріжджової біомаси

Концентрація дріжджових клітин у субстраті, млн. кл./см <sup>3</sup>	Рівняння регресії	Коефіцієнти	
		кореляції r	детермінації R <sup>2</sup>
1...2	$Y_1 = 1,61 - 1,99 \cdot X_1 + 0,68 \cdot X_1^2 - 0,05 \cdot X_1^3$ $Y_2 = -0,22 + 0,72 \cdot X_2 + 0,156 \cdot X_2^2 - 0,021 \cdot X_2^3$	0,95 0,92	0,97 0,96
4...5	$Y_1 = -2,24 + 2,01 \cdot X_1 - 0,12 \cdot X_1^2$ $Y_2 = -0,025 - 0,37 \cdot X_2 - 0,76 \cdot X_2^2 - 0,18 \cdot X_2^3 + 0,011 \cdot X_2^4$	0,94 0,87	0,99 0,97
9...10	$Y_1 = -3,24 + 3,12 \cdot X_1 - 0,31 \cdot X_1^2 + 0,009 X_1^3$ $Y_2 = -0,42 + 3,14 \cdot X_2 - 0,55 \cdot X_2^2 + 0,03 \cdot X_2^3$	0,86 0,76	0,97 0,93

Примітка:  $Y_1$  –  $\Delta$  ТК м'язги, г/дм<sup>3</sup>,  $Y_2$  –  $\Delta$  ТК сусла, г/дм<sup>3</sup>,  $X_1$  – тривалість кислотозниження, год.,  $X_2$  – тривалість кислотозниження, діб

Дослідження впливу дріжджів-шизосахароміцетів дозволили встановити збільшення виходу сусла з м'язги на 15 % у порівнянні з контрольним зразком, де дріжджі не вносили (табл. 4). Прозорість дослідних зразків сусла становила 18...23 ф.од. залежно від штаму дріжджів, а в контрольному зразку вона мала значення 70 ф.од. Цей факт можна пояснити наявністю у дріжджах роду *Schizosaccharomyces* ферментного комплексу, який містить пектинази.

Таблиця 4 – Прозорість та вихід яблучного сусла з м'язги після проведення кислотозниження дріжджами роду *Schizosaccharomyces*

Назва показника	Сусло контроль*	Штам дріжджів			
		540	547	580	583
Ступінь прозорості, ф.од.	70	23	21	18	20
Вихід сусла, дм <sup>3</sup> /кг	0,64	0,74	0,74	0,75	0,77

Примітка: \* сусло без внесення дріжджів-кислотознижувачів

Отже, внесення розводки дріжджів-шизосахароміцетів у м'язгу дозволяє збільшити вихід сусла, підвищити прозорість, скоротити тривалість відстоювання і забезпечити ефективно зброджування цукрів дріжджами-сахароміцетами.

В табл. 5 наведені дані щодо встановлення впливу інфікуючої мікрофлори суслу на процес кислотозниження під дією дріжджів роду *Schizosaccharomyces*.

Як видно з даних таблиці 5, найбільш гальмівну дію на протікання яблучно-спиртового бродіння протягом двох діб надавали винні дріжджі, менше – пливчасті дріжджі, а бактерії практично не впливали на проходження процесу.

Таблиця 5 – Вплив інфікуючої мікрофлори на проведення кислотозниження дріжджами роду *Schizosaccharomyces*

Концентрація дріжджів <i>Schiz.</i> в суслі, млн. кл./см <sup>3</sup>	ΔТК у яблучному інфікованому суслі на другу добу процесу, г/дм <sup>3</sup>					
	Дріжджі <i>Saccharomyces</i>		Пливчасті дріжджі		Оцтовокислі бактерії	
	Вид обробки суслу перед введенням дріжджів <i>Schiz.</i> *					
	1	2	1	2	1	2
1...2	2,2	4,0	2,4	4,2	4,0	4,6
4...5	3,6	4,1	3,5	4,4	4,3	4,4
9...10	4,0	4,2	3,7	4,4	4,3	4,6

Примітка: \*1 – відстоювання суслу протягом 12 годин; 2 – неосвітлене сусло при дозі сульфитації 100 мг/дм<sup>3</sup>

У неосвітленому суслі різниця масової концентрації титрованих кислот становила 4,0...4,6 г/дм<sup>3</sup>, а в освітленому – 2,2...4,3 г/дм<sup>3</sup>. Встановлення цього факту має суттєве значення в технології сидрових матеріалів, оскільки передбачає скорочення тривалості технологічного процесу і проведення більш якісного кислотозниження, що позитивно вплине на якість сидрових матеріалів.

Збільшення кількості засівних дріжджів не у всіх варіантах дослідів призводило до інтенсифікації процесу кислотозниження. Тільки з дріжджами-сахароміцетами збільшення дріжджових клітин в суслі від 4...5 млн. до 9...10 млн. збільшували ΔТК в середньому на 11 %.

У технологічному процесі виробництва сидру частіше застосовують готові яблучні матеріали, які мають підвищений вміст титрованих кислот, зокрема більше 7,5 г/дм<sup>3</sup>.

Дослідження процесу кислотозниження в яблучних матеріалах із застосуванням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* дозволило встановити можливість його проведення на даному субстраті.

Глибина зброджування яблучної кислоти в виноматеріалі була різною залежно від штаму (рис. 8). Дані вказують на меншу швидкість розброджування на штамі 540, але після другої доби зброджування інтенсивність зростала і припинення споживання яблучної кислоти відбувалось на шосту добу. Решта штамів мала схожий характер бродіння, але більшу швидкість процесу та глибину споживання яблучної кислоти мав штамі 547. При цьому процес закінчувався на 8 добу, на відміну від штамів 580 і 583, які в цей час лише уповільнювали кислотозниження.

Закінчення процесу бродіння на цих штаммах відбувалась на 10 добу.

Штами дріжджів мали однакову тенденцію споживати яблучну кислоту у

яблучному виноматеріалі, м'яззі і суслі.

Результати досліджень дозволили встановити ефективність застосування чотирьох штамів дріжджів-шизосахароміцетів: 540, 547, 580 і 583 для зниження титрованої кислотності і гармонізації їх смаку при виробництві сидрових матеріалів із висококислотних яблучних субстратів.

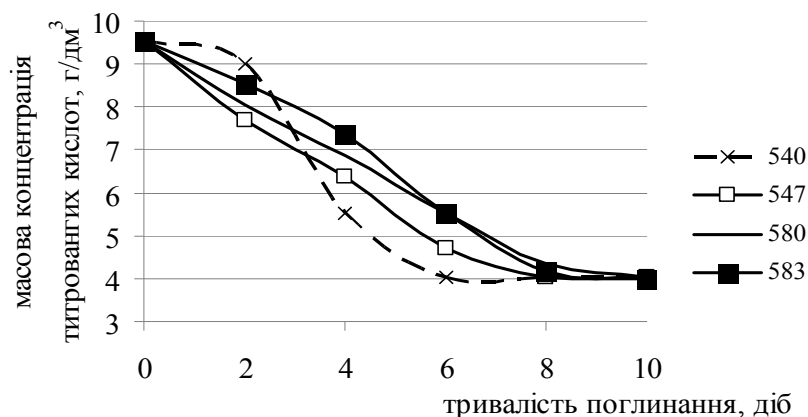


Рисунок 8 – Динаміка масової концентрації титрованих кислот у сидровому матеріалі при споживанні різними штамми дріжджів

В четвертому розділі «Удосконалення технології сидрових матеріалів та рекомендації виробництву» наведені узагальнені результати досліджень.

На підставі досліджень та узагальнення результатів удосконалено технологічну схему виробництва сидрових матеріалів із застосуванням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для біологічного кислото-зниження (рис. 9) (Патент

України на винахід № 40908 від 15.08.2001).

Удосконалена принципова технологічна схема виробництва сидрових матеріалів передбачає інспектування, миття та подрібнення яблук. Перед пресуванням м'язги проводять біологічне кислотозниження. В м'язгу вводять селекційні дріжджі роду *Schizosaccharomyces* одного із штамів: 540 (КП-1), 547 (Казанська 1), 580 (10Д), 583 (Дагестан 83-17). Кількість культури дріжджів з концентрацією клітин дріжджів 100...150 млн. кл./см<sup>3</sup> повинна становить 3...5 % від об'єму м'язги з розрахунку концентрації клітин дріжджів у м'яззі 4...5 млн. кл./см<sup>3</sup>. Рекомендована температура яблучно-спиртового бродіння 25...28 °С, тривалість процесу до 30 годин. При зменшенні масової концентрації титрованих кислот до 5...8 г/дм<sup>3</sup> проводять відокремлення яблучного соку від м'язги.

Оброблену м'язгу направляють на отримання сусла-самопливу, відпресовують і об'єднують всі фракції сусла. Отримане після пресування кислотознижене яблучне сусло охолоджують до температури 12...14 °С і направляють на відстоювання.

Після відстоювання та декантування з осаду освітлене яблучне сусло зброджують при температурі 12...14 °С протягом 10 діб. Зброджування проводять на чистих культурах дріжджів, які використовуються для виробництва сидрів. Дріжджі вносять у кількості до 2...5 % від об'єму сусла. Щоб уникнути недобродів, у сусло під час бродіння рекомендовано вводити хлористий або двозаміщений фосфорнокислий амоній, 25 %-ний розчин аміаку або інші поживні речовини. Після закінчення бродіння (масова концентрація цукрів не більше 3,0 г/дм<sup>3</sup>) сидровий матеріал знімають з дріжджового осаду і вносять розчин

діоксиду сірки до загального вмісту сірчистої кислоти  $120 \text{ мг/дм}^3$ . Потім його фільтрують і зберігають при температурі не вище  $10^\circ\text{C}$  в повних закритих резервуарах під шаром інертних газів або діоксиду вуглецю до відвантаження на підприємства вторинного виноробства.

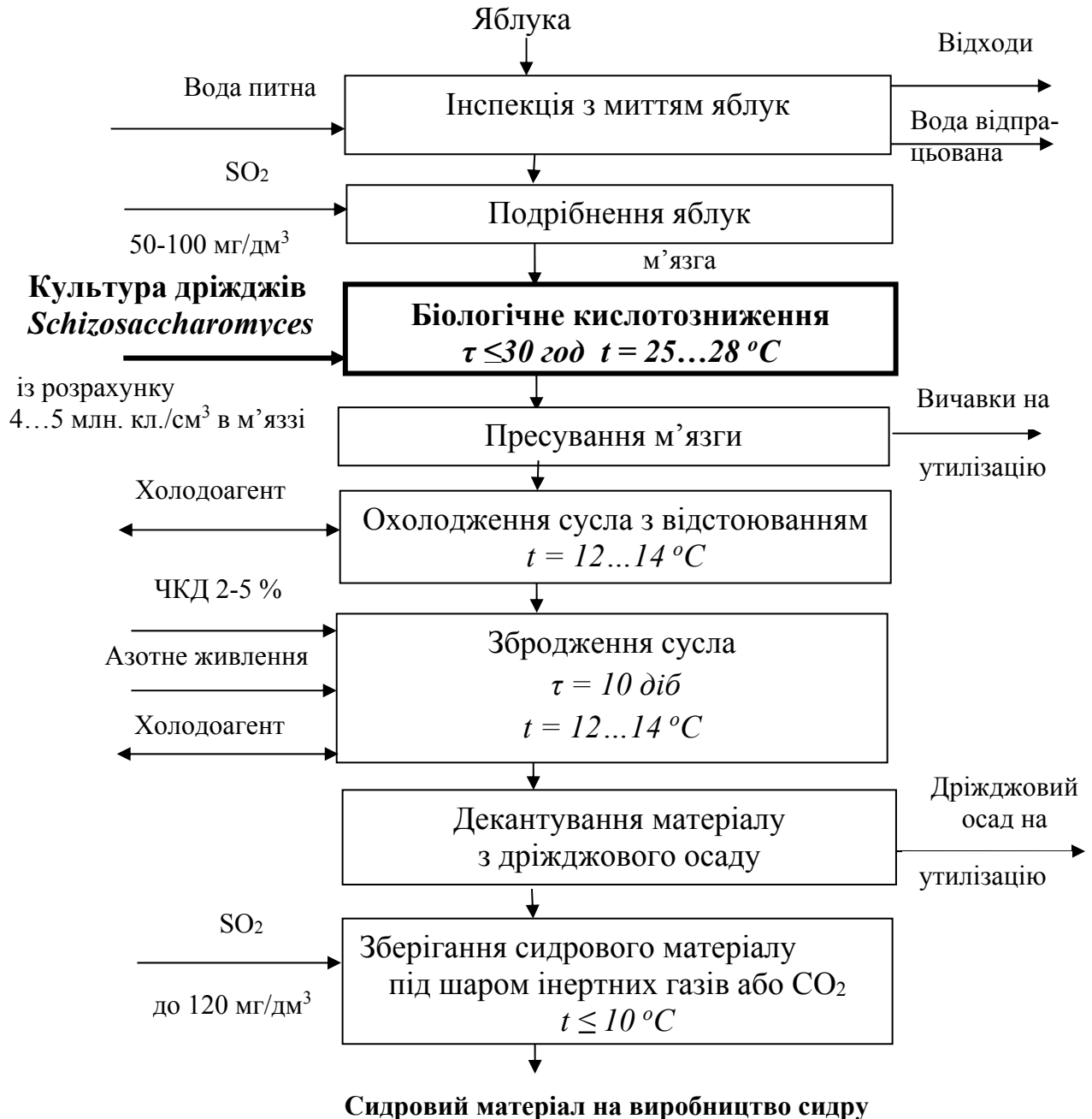


Рисунок 9 – Удосконалена принципова технологічна схема виробництва сидрових матеріалів

Застосування дріжджів роду *Schizosaccharomyces* в технології сидрових матеріалів (схема 1) позитивно впливає на їх аромат, про що свідчить органолептична оцінка зразків (рис. 10). Контрольні зразки сидрового матеріалу, які були виготовлені за традиційними технологіями купажуванням низькокислотного суслу з висококислотним (схема 2) і з додаванням води (схема 3), характеризувались чистим ароматом з легкими тонами окисненості, чистим, але простим і



водянистий смаком (7,4 і 7,3 бали відповідно). Дослідний зразок було оцінено в 7,6 балів (табл. 6).

Аналіз результатів досліджень деяких груп летких речовин, які формують приємний аромат сидрових матеріалів, дозволив встановити, що матеріали, які вироблені з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*, на 23...63 % більше збагачені естерами, лактонами – на 61...98 % і характеризуються меншими концентраціями вищих спиртів на 6...18 %, ніж контрольні зразки.

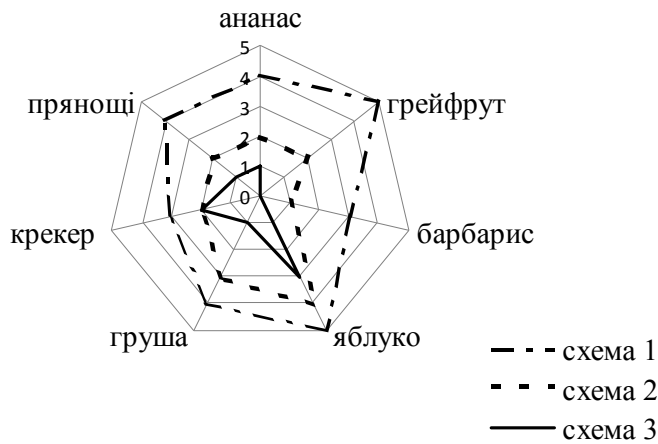


Рисунок 10 – Ароматичний профіль сидрових матеріалів, виготовлених за різними схемами

Вміст одного з основних індикаторів окиснення – ацетальдегіду в зразках сидрових матеріалів коливався в межах 27...49 мг/дм<sup>3</sup>. Дослідний зразок містив його на 33...71 % менше, ніж в контрольних.

Використовуючи метод Е. Харрінгтона, було підтверджено, що температура, кількість засіву дріжджових клітин, масова концентрація титрованих

кислот та тривалість кислотозниження мають вплив на дегустаційну оцінку сидрових матеріалів.

Таблиця 6 – 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

Результати проведених досліджень були використані при розробці «Рекомендацій щодо дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для біологічного кислотозниження висококислотних яблучних виноматеріалів» (№ держреєстрації

0110U005979, 2010 р.) і «Технологічної інструкції на виробництво соку яблучного збродженого (сидрового матеріалу)» ТІ 37471967-555-2015, затвердженої Мінагрополітики та продовольства України, що пройшла виробничі випробування на Чуднівській філії ДП «Житомирський лікєро-горілочний завод». Виготовлено 5000 дал сидрового матеріалу з економічним ефектом 7860 грн. на 1000 дал.

## ВИСНОВКИ

На основі теоретичних та експериментальних досліджень:

1. Удосконалено технологію сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для зниження титрованої кислотності і гармонізації смаку.
2. Обґрунтовано скрінінг дріжджів штамів 540 (КП-1), 547 (Казанська 1), 580 (10Д), 583 (Дагестан 83-17) роду *Schizosaccharomyces* для проведення кислотозниження яблучної м'язги або сусла, який базується на їх властивостях до поглинання яблучної кислоти, наявністю відсутності або низької здатності до синтезу сірководню та позитивному впливу на аромат сидрових матеріалів.
3. Доведено, що дріжджі роду *Schizosaccharomyces* не повністю споживають яблучну кислоту в яблучному суслі, а лише її *l*-форму.
4. Обґрунтовано технологічні параметри та режими кислотозниження при виробництві сидрових матеріалів, які передбачають внесення культури дріжджів роду *Schizosaccharomyces* у м'язгу або сусло з розрахунку 4...5 млн. кл./см<sup>3</sup> і проведення даного процесу при температурі 25...28 °С.
5. Використання дріжджів-шизосахароміцетів сприяє збільшенню виходу сусла з м'язги в середньому на 15 %, завдяки наявності в них пектолітичних ферментів та підвищенню прозорості яблучного сусла.
6. Встановлено позитивний вплив дріжджів-шизосахароміцетів на ароматичний комплекс яблучних матеріалів, що обумовлено збільшенням кількості лактонів на 61...98 % і естерів на 23...63 %.
7. Розроблено «Рекомендації щодо дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для біологічного кислотозниження висококислотних яблучних виноматеріалів» (№ держреєстрації 0110U005979, 2010 р.).
8. Розроблено «Технологічну інструкцію на виробництво соку яблучного збродженого (сидрового матеріалу)» ТІ 37471967-555-2015, яка затверджена Мінагрополітики та продовольства України.
9. Проведено виробничу апробацію технології сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* на Чуднівській філії ДП «Житомирський лікєро-горілочний завод». Виготовлено 5000 дал сидрових матеріалів з економічним ефектом 7860 грн. на 1000 дал.
10. Розроблено Національний стандарт України ДСТУ 4836:2007 «Сидри. Загальні технічні умови», до якого включено спосіб виробництва сидру з проведенням біологічного кислотозниження.

## СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Статті у фахових та іноземних виданнях:

1. Біологічне кислотозниження сидрових матеріалів дріжджами роду

*Schizosaccharomyces* / С.А. Кишковська, О.С. Луканін, О.В. Сичова, С.І. Байлук, Т.В. Кропивницька, Г.Г. Бірюкова// Наукові праці ОНАХТ. – В. 29, т.1 – 2006. – С. 183–187.

2. Влияние дрожжей-шизосахаромицетов на выход сусла при переработке яблук / Е.В. Сычева, А.С. Луканин, С.А. Кишкова, В.Н. Кошева// Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач» Виноградарство и виноделие – Ялта: НИВиВ «Магарач». – 2007. – т. XXXVII. – С. 136–137.

3. Сичова О.В. Вдосконалення способу виробництва яблучних столових сухих виноматеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*/ О.В. Сичова// – Виноградарство и виноделие. Ялта: НИВиВ «Магарач». – 2008. – № 4. – С. 27–28.

4. Сичова О.В. Дослідження впливу штамів дріжджів роду *Schizosaccharomyces* на формування якісних показників сидрових матеріалів/ О.В. Сичова // Сб. науч. труд. SWorld. – Вып. 4(37). Т.10. – Иваново: Маркова АД. – 2014. – С. 54-57. **(Російська федерація, наукометрична база РИНЦ).**

5. Кишкова С.А. Исследование влияния дрожжей *Schizosaccharomyces* на ароматический комплекс и органолептические характеристики сидровых материалов / С.А. Кишкова, А.С. Луканин, Е.В. Сычева // Виноградарство и виноделие – Ялта. – 2015. – № 1. – С. 27–28.

#### **Патенти:**

6. Пат. 40908 А Україна, С12G1/02. Спосіб виробництва яблучних столових сухих виноматеріалів/ Кишковська С.А., Луканін О.С., Сичова О.В.; заявник ІВіВ «Магарач» УААН. – № 2000106096; заявл. 30.10.2000; опубл. 15.08.2001, бюл. № 7.

#### **Тези та матеріали конференцій:**

7. Сичова О.В. Використання дріжджів роду *Schizosaccharomyces* в плодово-ягідному виноробстві / О.В. Сичова, С.А. Кишковська, О.С. Луканін // Матеріали 6 Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості», 19-21 жовтня 1999 р. – ч. II. – К.:УДУХТ. – 2000. – С. 36.

8. Байлук С.І. Технологічна оцінка сортів яблук і груш для виробництва вітчизняних сидру і пері / С.І. Байлук, Н.В. Дуднік, О.В. Сичова // Тези доповідей 1 Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні напрями розвитку технології алкогольних і безалкогольних напоїв», 16-17 травня 2006 р. – К.: НУХТ. – 2006. – С. 17-22.

9. Сичова О.В. Вдосконалення способу виробництва яблучних столових сухих виноматеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces* / О.В. Сичова // Тезиси докладов IV Международной научно-практической

конференції «Биотехнология. Наука. Образование. Практика.», 11-13 ноября 2008 г. – Днепропетровск: УДХТУ. – 2008. – С. 55-57.

10. Сичова О.В. Сучасні технології яблучних матеріалів для виробництва сидрів в Україні / О.В. Сичова // Практика і перспективи розвитку еногастрономічного туризму: світовий досвід для України: матеріали міжнародній науково-практичній конференції. – К.: НУХТ, 2015. – С. 123-124.

Особистий внесок – аналіз та узагальнення отриманих даних, підготовка статей до друку [1-5], апробація результатів у виробництво, їх узагальнення та підготовка матеріалів до патентування [6], аналіз та узагальнення отриманих результатів, формування тез, участь в експериментах, підготовка до друку [7-10].

### АНОТАЦІЯ

**Сичова О.В. Удосконалення технології сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*. – На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2016.

Дисертація присвячена удосконаленню технології сидрових матеріалів з використанням дріжджів роду *Schizosaccharomyces*.

Обґрунтовано скрінінг селекційних штамів 540 (КП-1), 547 (Казанська 1), 580 (10Д), 583 (Дагестан 83-17) дріжджів роду *Schizosaccharomyces* для проведення кислотозниження яблучної м'язги або сусла, заснований на їх здатності до поглинання яблучної кислоти, відсутності або низької здатності до синтезу сірководню та позитивному впливі на аромат сидрових матеріалів.

Доведено, що дріжджі-кислотознижувачі не повністю утилізують яблучну кислоту у яблучному суслі, а лише її *l*-форму.

Обґрунтовані технологічні параметри та режими кислотозниження при виробництві сидрових матеріалів, які передбачають внесення культури дріжджів роду *Schizosaccharomyces* у м'язгу або сусло з розрахунку 4...5 млн. кл./см<sup>3</sup>, проведення даного процесу при температурі 25...28 °С.

Удосконалена технологія є ефективною, оскільки дозволяє збільшити вихід сусла в середньому на 15 %, підвищити прозорість яблучного сусла та зменшити собівартість сидрових матеріалів.

Доведено позитивний вплив дріжджів-шизосахароміцетів на ароматичний комплекс яблучних матеріалів, що сприяє отриманню високоякісних сидрових матеріалів.

**Ключові слова:** сидрові сорти яблук, сидровий матеріал, *Schizosaccharomyces*, масова концентрація титрованих кислот, яблучна кислота, біологічне кислотозниження.

## АННОТАЦИЯ

**Сычева Е.В. Усовершенствование технологии сидровых материалов с использованием дрожжей рода *Schizosaccharomyces*. – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – технология сахарных веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2016.

Диссертация посвящена разработке технологии сидровых материалов с использованием дрожжей рода *Schizosaccharomyces*.

Результаты исследований позволили установить эффективность использования дрожжей рода *Schizosaccharomyces* при производстве сидровых материалов из высококислотных сортов яблок для снижения титруемой кислотности и гармонизации их вкуса.

Для биологического кислотопонижения яблочной мезги, сусла и виноматериала проведен скрининг четырех селекционных штаммов 540 (КП-1), 547 (Казанська 1), 580 (10Д), 583 (Дагестан 83-17) видов *Schiz. acidodevoratus* и *Schiz. japonicus*, основанный на их свойствах к поглощению яблочной кислоты, отсутствия или низкой способности к синтезу сероводорода и на образовании плотного хлопьевидного осадка после процесса яблочно-спиртового брожения, а также положительном влиянии на аромат сидровых материалов.

Доказано, что дрожжи-кислотопонижатели не полностью используют яблочную кислоту в яблочном сусле, а только ее *l*-форму.

Для успешного ведения яблочно-спиртового брожения необходимо использовать культуру дрожжей-шизосахаромицетов с концентрацией дрожжей в яблочном субстрате не меньше 4...5 млн. кл./см<sup>3</sup>.

Определены технологические параметры и режимы кислотопонижения при производстве сидровых материалов, которые предусматривают температурный оптимум проведения данного процесса при температуре 25...28 °С.

Место внесения разводки дрожжей-кислотопонижателей – мезга или неосветленное сусло, что способствует увеличению выхода сусла и сокращению продолжительности его отстаивания.

Усовершенствованная технология является эффективной, поскольку позволяет увеличить выход сусла в среднем на 15 %, уменьшить себестоимость сидровых материалов.

Доказано положительное влияние использования дрожжей-шизосахаромицетов на ароматический комплекс яблочных материалов, что в свою очередь, позволяет получить высококачественные сидровые материалы с увеличением концентраций сложных эстеров на 23...63 %, лактонов – на 61...98 % и снижением концентрации высших спиртов на 6...18 %.

Установлено, что проведение биологического кислотопонижения с использованием дрожжей рода *Schizosaccharomyces* можно не только в сезон виноделия, а и перед проведением вторичного брожения.

Используя метод Е. Харрингтона, было подтверждено, что температура, количество засева дрожжевых клеток, массовая концентрация титрованных кислот и продолжительность кислотопонижения имеют влияние на дегустационную оценку сидровых материалов.

Разработан способ получения сидровых материалов с использованием биологического кислотопонижения, на основе которого разработана и утверждена «Технологическая инструкция на производство сока яблочного, сбродившего (сидрового материала)» ТИ 37471967-555-2015.

**Ключевые слова:** сидровые сорта яблок, сидровый материал, *Schizosaccharomyces*, массовая концентрация титрованных кислот, яблочная кислота, биологическое кислотопонижение.

## RESUME

**O. Sychova. Improving the technology of cider materials using *Schizosaccharomyces* yeast. - Manuscript.**

Thesis for a Candidate Degree in Technical Sciences, Specialty 05.18.05 – Technology of Sugary Substances and Fermentation Products. – National University of Food Technologies, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2016.

The thesis focuses on improving the technology of cider materials using *Schizosaccharomyces* yeast.

The screening of selection starter strains 540 (KP-1), 547 (Kazanska 1), 580 (10D), 583 (Dagestan 83-17) of *Schizosaccharomyces* yeast has been researched to conduct deacidification of the apple pulp or apple must, based on their ability to absorb malic acid, lack or low ability to synthesize hydrogen sulphide and positive impact on cider materials flavour.

It has been proved that yeast-acidity reducers do not fully utilize malic acid in the apple must, only its *l*-form.

Technological parameters and methods of deacidification reduction in production of cider materials have been justified, supposing addition of *Schizosaccharomyces* yeast to the pulp or must in amounts of 4 ... 5 million cell/cm<sup>3</sup>, at a temperature of 25 ... 28 °C.

Positive effects of the use of *Schizosaccharomyces* yeast on flavour complex of the apple materials have been proved and contributed to getting high quality cider materials.

**Key words:** cider apples, cider material, *Schizosaccharomyces*, mass concentration of titrating acids, apple acid, biological deacidification.



Підп. до друку 26.05.2016. Наклад 70 пр. Зам. № 1154

---

НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68  
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.