

На правах рукопису

КАЛМИКОВА Ірина Семенівна



ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОПЛАЗМОЛІЗУ ДЛЯ ВИДОБУВАННЯ
ФЕНОЛЬНИХ РЕЧОВИН ІЗ ВИНОГРАДУ В ТЕХНОЛОГІЇ
ЧЕРВОНИХ СТОЛОВИХ ВИН І НАТУРАЛЬНОГО СОКУ

05.18.13 - технологія консервованих
харчових продуктів

05.18.07 - технологія продуктів бродіння,
алкогольних і безалкогольних
напоїв

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук

№ 27.31a

Робота виконана в Одеському технологічному інституті харчової промисловості ім. М.В. Ломоносова.

Науковий керівник: доктор технічних наук,
професор Флауменбаум Б.Л.

Науковий консультант: кандидат технічних наук,
доцент Русаков В.О.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
професор Шольц Є.П.
кандидат технічних наук,
доцент Лисогор Т.А.

Провідна організація: ВО "Одесрадгоспвинпром"

Захист відбудеться "25" травня 1993 р. о "13⁰⁰" год.
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 068.35.01 при
Одеському технологічному інституті харчової промисловості
ім. М.В. Ломоносова /270039, Україна, м.Одеса, вул.Свердлова,
112/.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці ОТІХП
ім. М.В. Ломоносова.

Автореферат розіслано "23" квітня 1993 р.

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00814250 (K)

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
д.т.н., проф.

Б.В. Горюв

ім. В. Стефаника
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Концепція розвитку садівництва, виноградарства та виноробної промисловості в Україні на період до 2000 року передбачає довести виробництво виноградного вина в 1995 році до 30 млн. дал, в 2000 – до 50 млн. дал. Питома вага столових і марочних вин виростає на 35-50 %. Червоні столові вина, які характеризуються високою біологічною цінністю, займають визначне місце в асортименті цієї групи вин.

Способи одержання червоних столових вин, які застосовуються в сучасному виноробстві, базуються на добуванні фенольних речовин із винограду в основному шляхом тривалого контакту суслу з мезгою в процесі бродіння або настоювання при високій температурі. Основними недоліками існуючих технологій є тривалість технологічного циклу та небезпека зниження якості продукції в результаті виникнення в букеті та смаку тонів увареності.

В особливу проблему формується виробництво високоякісного виноградного соку. Разом із збільшенням об'єму виробництва велика увага приділяється вдосконаленню технологічних режимів переробки сировини з метою максимального добування та збереження біологічно активних речовин, зокрема флавоноїдів, які визначають харчову цінність та дієтичні властивості виноградного соку.

Одним з напрямків рішення проблеми підвищення якості випусканої продукції, інтенсифікації технологічних процесів є використання в харчовій промисловості електрофізичних методів, які дозволяють по-новому підходити до питань технології.

Виконана робота присвячена актуальним проблемам розробки інтенсивної технології червоних столових вин і натурального виноградного соку.

Мета роботи – розробка способу інтенсивного добування барвних і інших фенольних речовин із винограду, який скорочує час контакту суслу з мезгою, з подальшим одержанням червоного столового вина по білому способу, а також інтенсивно забарвленого виноградного соку, без зниження показників якості готового продукту.

Наукова новизна. Визначено новий напрям використання електроплазмолізу /електроконтактної обробки струмом промислової частоти напругою 220 В/ в харчовій промисловості – інтенсифікація добування фенольних речовин при одержанні вин та соку із червоних сортів винограду. Встановлено закономірності виходу фенольних речовин

із виноградної мезги в залежності від основних факторів електроплазмолізу – із збільшенням градієнту напруги та часу обробки підвищується ступінь видобування фенольних речовин. Знайдено раціональні режими електроплазмолізу, які забезпечують ефективний перехід в сусле фенольних речовин. Запропоновано спосіб, який дозволяє бродінням сусле "по-білому" готувати червоні столові вина хрещої якості /а.с. 1687599/. Експериментально обгрунтовано доцільність збагачення виноградного соку антоціанами, які не тільки підвищують його харчову цінність і покращують зовнішній вигляд, але й також сприяють посиленню біологічної стійкості соку при його холодильному зберіганні.

Практична значимість. Розроблено інтенсивну технологію червоних столових вин і натурального виноградного соку, збагаченого флавоноїдами, яка базується на застосуванні електроплазмолізу. Науково обгрунтовано та перевірено у виробничих умовах технологічні режими електроплазмолізу мезги винограду червоних сортів. Річний економічний ефект від впровадження нової технології в цінах на 1 травня 1992 року орієнтовно складає 925 крб. на 1 т винограду.

Апробація роботи. Результати досліджень повідомлено на засіданні секції "Нові електрофізичні методи теплової обробки продуктів" II Всесоюзної наукової конференції "Проблеми впливу теплової обробки на харчову цінність продуктів харчування" /Харків, 1990/, конференціях професорсько-викладацького складу ОТДХІ ім. М.В. Ломоносова /Одеса, 1990-1992/.

Публікації. По матеріалах дисертації опубліковано 4 друкованих роботи та одержано 1 авторське свідоцтво на винахід.

Структура та об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, 5 глав, основних висновків та 6 додатків, викладена на 200 сторінках машинописного тексту, містить 51 малюнок, 22 таблиці. Список використаної літератури включає 209 найменувань, із них 24 – іноземних авторів.

На захист виносяться такі наукові положення:

- спосіб інтенсивного добування фенольних речовин із винограду за допомогою електроплазмолізу при одержанні червоних столових вин і натурального соку;
- технологічний режим електроплазмолізу мезги винограду червоних сортів;
- хімічний склад та якісні показники вина та соку, одержаних

після електроплазмолізу мезги;

- апаратурно-технологічні схеми приготування червоних столових виноматеріалів і натурального соку-півфабрикату із застосуванням електроплазмолізу.

2. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1. Об'єкт та методи досліджень

Об'єктом дослідження був виноград із забарвленою шкіркою та безбарвною м'якоттю сортів Каберне-Совіньон, Рубін Таїровський, Лабелла та Молдова врожаю 1969-1992 рр, зростаючих в Одеській області, а також виготовлені з них по різних технологічним схемам сусло, вино- та сокоматеріали, вино та сік.

Електроплазмоліз виноградної мезги проводили на лабораторному валковс у електроплазмолізаторі, який являє собою валки-електроди, що обертаються назустріч один одному, довжина 180 мм, діаметр 105 мм/, змонтовані на рамі та обладнані бункером, через який здійснюється завантаження сировини. Електроди ввічкнено в ланцюг перемінного струму промислової частоти напругою 220 В. Електрична схема електроплазмолізатора дозволяє змінювати частоту обертання валків від 5 до 100 хв⁻¹, що дає можливість регулювати тривалість обробки сировини від 0,04 до 0,8 с. Проміжок між валками встановлювався від 2 до 5 мм, в залежності від чого градієнт напруги змінювався від 440 до 1100 В/см.

В процесі досліджень були використані загальноприйняті методи аналізів, викладені у відповідних стандартах і посібниках по техно-хімічному та мікробіологічному контролю у виноробстві /Агабальянц та ін., 1969; Валушко та ін., 1969/ і в консервному виробництві /Марх та ін., 1989/, а також методики, описані в спеціальній літературі: клітинна проникливість для неелектролітів /Флауменбаум та ін., 1966/, коефіцієнт струмостійкості /Флауменбаум, Казанджій, 1966/, активність окислювальних ферментів /Починюк, 1976/, оксиметилфурфурол /Сан-Енг, Солоїд, 1969/, інтенсивність і відтінок забарвлення /Сюдро, 1956/.

Біофізичний ефект дії електричного струму на виноград вивчали за допомогою осцилографічного випробувального стенду, який дозволяв створювати різні умови електроплазмолізу та реєструвати одержані результати на фотоплівці у вигляді автоматичного запису -

осцилограми.

Математичне планування багатфакторного експерименту проводили по працям Грачова, 1979; Федорова, Плесконоса, 1980. Результати досліджень обробляли за допомогою методів варіаційної статистики та регресивного аналізу /Львовський, 1982; Івашкін, 1989/ на IBM PC.

Вірогідність одержаних даних підтверджується збігом результатів при багаторазовому повторенні дослідів, використанням тематичної обробки експериментальних даних, а також актами виробничих випробувань.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Розробка способу інтенсивного добування фенольних речовин із винограду

Із літературних джерел відомо, що відносно пошкодження тканин рослинної сировини електроплазмоліз в 3-5 разів ефективніший за звичайне дроблення і дає такий же результат, як нагрівання до 70 °C, не викликаючи явищ, які супроводжують інтенсивну теплову обробку. До того ж він відрізняється мінімальним часом проходження технологічної операції, а інтенсивність дифузійних процесів виростає в 2-2,5 рази /Флауменбаум, 1949; Загорулько, 1958; Гасяк, Матов, 1960; Щеглов, 1967; Лазаренко, Решетько, 1968; Биркова, 1971; Панченко, 1978; Данькевич та ін., 1991/.

Мікробіологічне дослідження зрізів тканини шкірки виноградної ягоди показало, що електроплазмоліз викликає глибокі зміни цитоплазми клітин - від стиснення протопласту і відокремлення його від целюлозної стінки до повного розпаду цитоплазми на окремі агрегати. До того ж характер цих змін, що впливає на ступінь виходу із клітини бар'єрних речовин, залежить від технологічного режиму електроплазмолізу.

Осцилографічне вивчення параметрів процесу дозволило встановити, що час електроплазмолізу, за який клітина губить свою життєздатність, для різних сортів винограду неоднаковий. Якщо охарактеризувати стійкість винограду до дії електричного струму за допомогою константи струмостійкості $K [V^2 \cdot c / cm^2]$:

$$K = E^2 \cdot t,$$

/ I /

де E - градієнт напруги, В/см;

t - час електроплазмолізу, с.

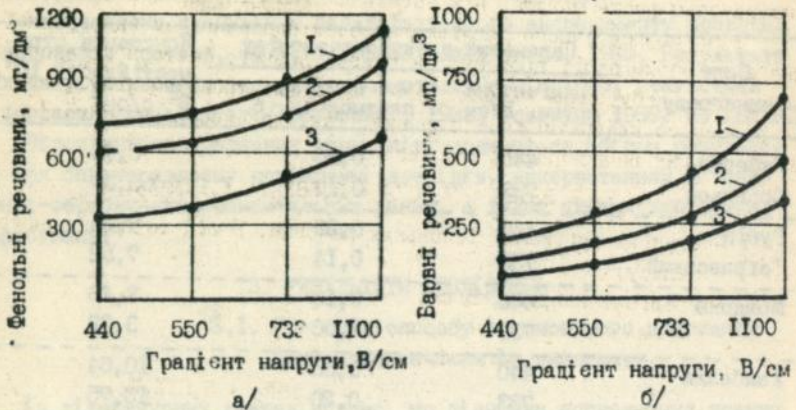
до найбільш струмостійким являється сорт Ізабелла /таб. I/.

Характеристика струмостійкості винограду

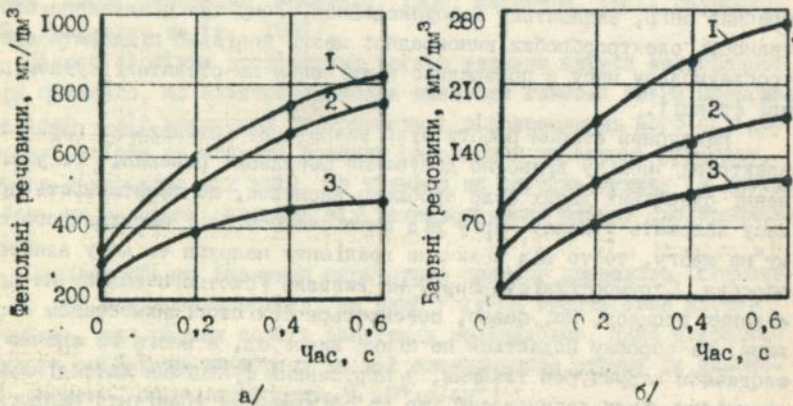
Сорт винограду	Параметри електроплазмовізу		Константа стру- мостійкості 10^4 , $B^2 \cdot c/cm^2$
	градієнт на- пруги, В/см	час електро- плазмовізу, с	
Хаберне-	440	0,26	5,03
Совіньон	733	0,10	5,37
Рубін	440	0,38	7,36
Тавровський	733	0,14	7,52
Молдова	440	0,18	3,48
	733	0,06	3,22
Ізабелла	440	0,56	10,64
	733	0,20	10,75

Дослідження впливу на процес електроплазмовізу електрофізичних властивостей сировини показало, що із зниженням рідкої фази в загальному об'ємі мезги її питомий опір електричному струму росте від 5,56 до 6,71-8,30 Ом·м. Отже, при електроплазмовізі всієї маси мезги струм буде проходити в основному по суслу - електроліту з високою електропровідністю, а клітинна тканина, що має великий електричний опір, залишиться малрушкодженою. Тому для підвищення ефективності електрообробки виноградної мезги доцільно піддавати електроплазмовізу масу з попередньо відділеним на стекателі сушлом першої фракції.

Наступним етапом роботи було визначення оптимальних параметрів електроплазмовізу відносно добування фенольних речовин. При узагальненні одержаних даних було зроблено висновок, що ефективність процесу залежить в першу чергу від інтенсивності дії електричного струму на мезгу, тобто від величини градієнту напруги та часу електрообробки. Струмостійкість сорту не виявляє істотного впливу на протікання процесу, що, певно, пояснюється фізіологічним станом сировини: на обробку подається не цілий виноград, а мезга із значно пошкодженою структурою тканини, з порушеними функціями життєдіяльності клітин. Було встановлено, що із збільшенням градієнту напруги та часу дії струму на мезгу ступінь переходу в сушло фенольних речовин росте нелінійно: для градієнту напруги ця емпірична залежність носить експоненціальний характер /мал. I/, для часу електроплазмовізу -



Мал. 1. Залежність ступеня видобування загальної суми фенольних речовин / а / і барвних речовин / б / із виноградної мезги від градієнту напруги: 1 - Молдова; 2 - Каберне-Совіньон; 3 - Рубін Тагровський.



Мал. 2. Залежність ступеня видобування загальної суми фенольних речовин / а / і барвних речовин / б / із виноградної мезги від часу електроплазмолізу: 1 - Молдова; 2 - Каберне-Совіньон; 3 - Рубін Тагровський.

зу - степенний характер /мал. 2/. Для всіх досліджуваних сортів відсоток добування поліфенолів приблизно однаковий відносно їх технологічного запасу у винограді, при цьому концентрація в суслі барвних речовин росте швидше, ніж загальна сума фенольних речовин.

З метою всебічного дослідження електроплазмолізу виноградної мезги та оптимізації процесу, на основі повного факторного експерименту була побудована математична модель електроплазмолізу у вигляді неповного квадратичного рівняння. Так, для добування загальної суми фенольних речовин вона має вигляд:

$$Y_{\phi} = 33,29 + 7,06X_1 + 3,68X_2 + 1,12X_1X_2, \quad / 2 /$$

де Y_{ϕ} - ступінь добування фенольних речовин, % від технологічного запасу;

X_1 - градієнт напруги, В/см;

X_2 - час електроплазмолізу, с.

Для добування барвних речовин:

$$Y_{\phi} = 28,89 + 10,14X_1 + 7,48X_2 + 5,51X_1X_2, \quad / 3 /$$

де Y_{ϕ} - ступінь добування барвних речовин, % від технологічного запасу.

Ці рівняння задовольняють усім вимогам статистичного аналізу. Виходячи із статистичних характеристик, встановлено, що градієнт напруги впливає більший вплив на добування поліфенолів, ніж час електроплазмолізу. За допомогою нелінійної оптимізації досліджуваного процесу одержано раціональні параметри електроплазмолізу: градієнт напруги 650-750 В/см і час 0,4-0,6 с.

В процесі електроплазмолізу при знайдених параметрах мезга нагрівається, що посилює ефективність електрообробки внаслідок інтенсифікації внутрішньоклітинної дифузії фенольних речовин. Як показав теплотехнічний розрахунок, і підтвердили дослідні вимірювання, температура виноградної мезги після електроплазмолізу може підвищитися до 55-70 °С в залежності від об'єму порції мезги, яка знаходиться між валками, її початкової температури та вологості.

3.2. Вплив електроплазмолізу мезги на склад і якість червоних столових вин

Сусле, одержане із застосуванням електроплазмолізу, зброджували по білому способу. Одержаний виноматеріал характеризувався як легкий, свіжий, рубінового кольору, з добре виявленим букетом моло-

цього вина. Однак при порівнянні його фізико-хімічних показників з оптимальними показниками якості червоних столових сухих вин /Шольц, 1991/ виявилось, що при задовільній кількості антоціанів, загальний вміст фенольних речовин недостатній. Тому виникла необхідність збільшити тривалість контакту сусла з мезгою шляхом настоювання.

За допомогою показника ступеня рівноваги дифузії було встановлено, що після електроплазмолізу видобування сухих речовин і мезги протікає вдвічі швидше, ніж після дроблення винограду і дещо перевищує швидкість дифузії із термообробленої мезги. Досліди по визначенню необхідного часу контакту сусла з мезгою показали, що при статичному режимі настоювання основна частина фенольних речовин /65 % від технологічного запасу/ переходить в сусло протягом 3-4 год. Більш раціональним режимом мацерації мезги являється настоювання при періодичному перемішуванні 1-2 хв кожні 0,5 год. В цьому разі оптимальна кількість фенольних речовин накопичується в суслі протягом 1 год.

Для порівняння розробленої технології з найбільш поширеними у виноробстві способами приготування червоних столових вин, із винограду Каберне-Совіньон в умовах мікровиноробства були одержані столові сухі виноматеріали за трьома технологічними схемами: бродіння сусла на мезгі /класична технологія/, нагрівання мезги до 60 °C з подальшим настоюванням при цій температурі протягом півгодини /термовинифікація/, а також електроплазмоліз мезги, що стекла, при градієнті напруги 733 В/с протягом 0,4 с з наступним об'єднанням мезги з суслом певної фракції і настоюванням протягом 1 год при перемішуванні /спосіб названо електровинифікація/. В суслі, а також у виноматеріалах визначали низку показників /табл. 2/. Одержані дані свідчать про те, що за хімічним складом зразки всіх трьох варіантів схожі між собою. Дегустація показала, що виноматеріал, одержаний методом електровинифікації, має інтенсивний рубіновий колір, чистий, без сторонніх тонів букет, відповідаючий сорту, і повний, гармонійний смак. Його було оцінено на 0,05-0,1 бала вище інших варіантів.

В процесі 9-місячної контрольної в'їмки при 15 °C молоді не-оброблені виноматеріали всіх трьох варіантів показали схожу динаміку і вміст фенольного комплексу. Більш усього їх вміст знизився у вині, одержаному методом термовинифікації: до кінця зберігання сума фенольних речовин зменшилась в ньому на 18 % /за перші 3 місяці - на 11 %, тоді як у зразках I і 3 варіантів - відповідно на 8 і 13 % /за перші 3 місяці - на 4 і 3 %/. Така ж тенденція спостерігається для антоціанів і ванілілреагуючих мономерів. Характер зміни

Хімічний склад сусле і столових сухих виноматеріалів,
одержаних із винограду Каберне-Совічон по різних технологіях

Показники	:Класична	:Термови-	:Електрови-		
	:технологія	:ніфікація	:ніфікація	:ніфікація	:ніфікація
	: вино	:сусле:	вино:	сусле:	вино:
Активна кислотність рН	3,5	3,0	3,1	3,0	3,4
Об'ємна доля етилового спирту, %	10,3	-	11,3	-	11,3
Масова концентрація:					
цукру, г/100 см ³	0,2	20,3	0,11	20,5	0,70
титруємих кислот /в перерахунку на винну кислоту/, г/дм ³	7,4	8,3	7,6	8,3	7,6
приведеного екстракту, г/дм ³	22,1	25,6	24,0	25,0	23,8
азотистих речовин, мг/дм ³	441	530	436	574	494
летких кислот, г/дм ³	0,42	0,1	0,61	0,06	0,56
пектинових речовин, г/100 см ³	0,013	0,024	0,15	0,019	0,016
заліза, мг/дм ³	3,6	10,0	5,8	13,5	9,6
фенольних речовин, г/дм ³	1,67	2,15	1,93	1,85	1,79
в тому числі:					
антоціанів, мг/дм ³	274,7	22,9	318,1	507,2	295,8
лейкоантоціанів, мг/дм ³	540	1120	730	925	680
Інтенсивність забарвлення И =					
= $\frac{D_{420}}{D_{620}}$	1,0	2,3	1,1	2,2	1,1
Відтінок T = $\frac{D_{420}}{D_{620}}$	0,52	0,80	0,56	0,72	0,54
Дегустаційна оцінка, бал	7,85	-	7,80	-	7,90

ре експоненціалу та коефіцієнту конденсації $\frac{V}{\Phi \cdot t}$ дає ті ж самі висновки, що глибина та швидкість реакції, які проходять під час зберігання вин усіх варіантів, близькі між собою.

Вино, одержане методом електровинифікації, після контрольної витримки мало інтенсивне забарвлення, в якому переважали антоціанові пігменти. Це свідчить про стійкість барвничих речовин, добутих із винограду за допомогою електроплазмосізу. Хроматографічний аналіз показав, що антоціани цього зразка, як і двох інших варіантів, представлені моноглікозидами дельфідину, петунідину, мальвідину та пеолідину.

3.3. Осунтування технології виноградного соку з підвищеним вмістом антоціанів

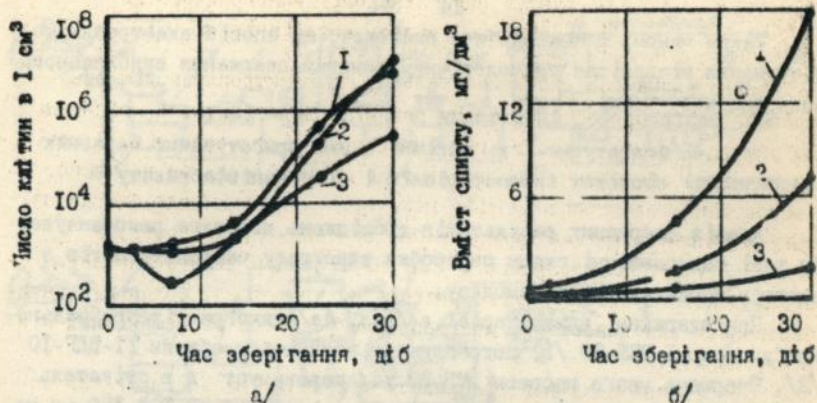
Було визначено експериментально, що електроплазмоліз виноградної мезги при всьому новленому режимі більш ефективний відносно добування барвних речовин, ніж інших груп флавоноїдів. А оскільки надмірне збагачення виноградної соку поліфенолами небажано, то застосування електроплазмолізу може бути доцільним для одержання соку з інтенсивним забарвленням без зниження його якості.

Присутність антоціанів в соці не тільки підвищує харчову цінність і покращує його колір; антоціани, крім того, володіють антибіотичними властивостями, пригнічуючи розвиток різноманітних мікроорганізмів.

Зберігання соку-напівфабрикату у великих резервуарах при понижених температурах в атмосфері інертного газу досить широко поширене у виробництві. Але навіть в цих умовах не виключена небезпека його заброджування. Було поставлено серію дослідів з метою вивчення впливу концентрації антоціанів на ступінь виживаємості мікроорганізмів при холодній зберіганні соку. В пастеризованій виноградній сік з різним вмістом антоціанів вносили холодостійку расу дріжджів *Beodosia* I-19 виду *Saccharomyces vini* в активному стані. Початкова кількість дріжджів у зразках була 1,8-2,1 тис. клітин в 1 см³. Сік зберігали при температурі 1-2 °C на протязі місяця. Як свідчать одержані експериментальні дані (мал. 3), доза антоціанів 211 мг/дм³ вже є достатньою для того, щоб втричі знизити швидкість накопичення етилового спирту в соці. При концентрації антоціанів 528 мг/дм³ наприкінці зберігання кількість дріжджів була меншою в 8 разів у порівнянні з контролем, а помітне накопичення спирту відбулося лише після 20 діб зберігання.

Таким чином, при виробництві інтенсивно забарвленого виноградної соку добування антоціанів рекомендується вести до досягнення їх концентрації в соці не нижче 200 мг/дм³.

При вивченні впливу електроплазмолізу мезги на хід окислювальних процесів в соці було встановлено, що при електрообробці мезги протягом 0,5 с активність оксидоредуктази зменшується в середньому на 30 %, що викликано, мабуть, зруйнуваннями частини білкових носіїв ферментів в результаті денатурації білків під впливом електричного струму. При цьому електроплазмоліз більше позначається на пригніченні аскорбіноксидази, ніж о-дифенлоксидази. У необробленій мезгі до-



Мал. 3. Вплив вмісту антоціанів у виноградному соці на його біологічну стійкість: а/ динаміка накопичення біомаси дріжджів; б/ динаміка накопичення етилового спирту; 1 - масова концентрація антоціанів 0,58 мг/дм³, 2 - 211 мг/дм³; 3 - 528 мг/дм³.

сліджуваних сортів винограду пероксидазна активність не про влялась. При швидкому з'єднанні пресових фракцій з холодним сушлом першої фракції температура їх суміші не перевищувала 35 °С. Ре-оксигенціал одержаного сушла складав у середньому 3³⁵ мВ, що характеризувало сушло як малоокислене.

Аналіз соків на присутність продуктів реакції меланоїдинотворення показав, що в пасеризованому виноградному соці, одержаному з застосуванням електроплазмолізу, оксиметилфурфурол практично відсутній. При цьому зразок, збагачений антоціанами шляхом термобробки мезги при 50 °С, містив сліди оксиметилфурфуролу, з присутністю якого зв'язують виникнення тонів увареності в продукті.

Встановлено також, що сушло, одержане при електроплазмолізі мезги, легше піддається процесам очищення /відстоювання, фільтрації/ у порівнянні з іншими способами переробки винограду. Так, для сушла із винограду Ізабелла, яке характеризується високою в'язкістю, швидкість самосвітлення після електроплазмолізу мезги була в 10 разів вищою, ніж після звичайного дроблення винограду.

Досліди показали, що в результаті електроплазмолізу при встановленому режимі в сушло переходить додаткова кількість заліза - на 6-13 % більше, ніж в контролі. Однієї загальної вміст заліза в сокоматеріалі не перевищував дозволеного стандартом рідина для виноградного соку: 150 мг на 1 кг.

Таким чином, можна зробити висновок, що спосіб електроплазмолізу мезги відповідає технологічним вимогам одержання виноградного соку високої якості.

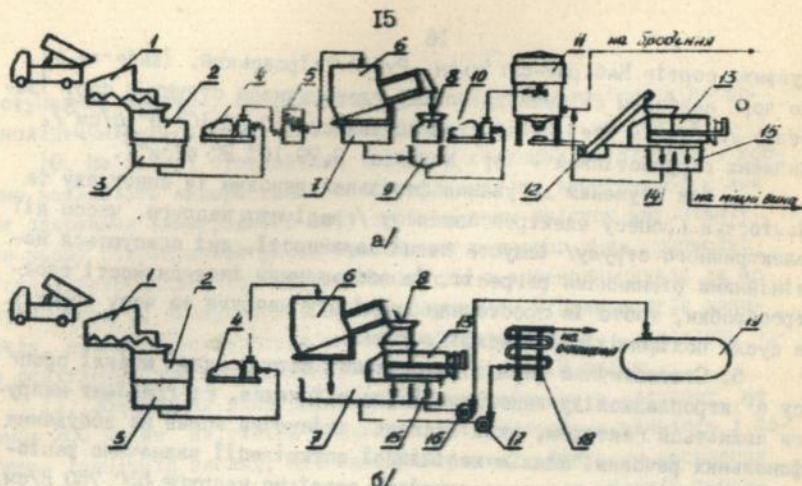
3.4. Апаратурно-технологічні схеми приготування червоних столових виноматеріалів і соку-напівфабрикату

Аналіз одержаних результатів досліджень дозволяє рекомендувати такі технологічні схеми переробки винограду червоних сортів з застосуванням електроплазмолізу.

При одержанні виноматеріалів /мал. 4а/ виноград із приймально-го сункера ТІ-ВШ-ІО /1/, потрапляє до валкової дробарки ТІ-ВДГ-ІО /2/. Одержана мезга насосом ПМН-28 /4/ перекачується в стікатель ТІ-ВССШ-ІО /3/. Передбачено сульфитація мезги в дозі 100-150 мг на 1 кг за допомогою сульфідозатора /5/. В стікателі із мезги видаляється 50-60 % суцла І фракції, яке збирається в збірнику /7/. Решта мезги потрапляє до електроплазмолізатора А9-КЗД /8/, де здійснюється обробка електричним струмом при градієнті напруги 650-750 В/см на протязі 0,4-0,6 с. Оброблена мезга накопичується в збірнику /9/, куди також подається суцло І фракції. Насосом /10/ мезгу перекачують до термоізоляованого резервуара типу БРК-3М /11/, обладнаного мішалкою, де вона настоюється не менше 1 год при температурі 30-35 °С і перемішуванні. Після закінчення настоювання суцло І фракції відокремлюється, а мезгу транспортером /12/ подають до шнекового преса ТІ-ВНО-ІО /13/. Суцло пресових фракцій, за винятком ребезів, змішують з суцлом І фракції й направляють на подальшу обробку згідно прийнятими технологічними прийомами для столових сухих вин.

При одержанні сокоматеріалів /мал. 4б/ мезга після відокремлення суцла І фракції та електроплазмолізу при встановленому режимі зразу ж пресується. Суцло ІІ фракції збирається окремо в збірнику /15/, а решта передається на сульфитацію. Суцло І і ІІ фракцій змішуються, охолоджується до температури 20 °С за допомогою трубчастого теплообмінника /18/ і передається на подальшу обробку та зберігання як сік-напівфабрикат.

Виробнича перевірка запропонованого способу на Феодосійському винно-соковому заводі в селі Виноробства 1992 року підтвердила ефективність рекомендованого режиму електроплазмолізу виноградної мезги для одержання червоних столових вин і натурального соку.



Мал. 4. Технологічна схема одержання червоних столових виноматеріалів / а / та сокоматеріалів / б / з застосуванням електроплазмілізу: 1-приймальний бункер; 2-валкова дробарка; 3, 9-мезгосбірники; 4, 10-мезгоснасоси; 5-сульфітодозатор; 6-сікатель; 7, 14, 15-суслозбірники; 8-електроплазмовізатор; 11-термоізольований резервуар; 12-транспортер мезги; 13-прес; 16, 17-насоси; 18-трубчастий теплообмінник; 19-резервуар.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Електроплазмовізу виноградної мезги є високоєфективним способом, який сприяє прискоренню добування фенольних речовин із клітин шкірки винограду. Інтенсифікація процесу досягається в результаті швидкого та повного зруйнування цитоплазми та клітинних мембран під впливом електричного струму.

2. Кількість фенольних речовин, що перетягаються із шкірки в сусло, визначається глибиною пошкодження клітинної структури рослинної тканини. Після електроплазмовізу виноградної мезги її клітинна проникливість збільшується порівняно із звичайним покрібненням винограду більш ніж вдвічі, при цьому загальний вміст фенольних речовин в суслі виростає в середньому в 3 рази, в тому числі антоціанів - в 5-6 разів, лейкоантоціанів і катехінів - в 2-3 рази.

3. Час електроплазмовізу, необхідний для порушення життєдіяльності клітин, неоднаковий для різних сортів винограду. Серед послі-

жуваних сортів Каберне-Сог'іньон, Рубін Таїровський, Ізабелла та Молдова найбільш стійким до впливу електричного струму є сорт Ізабелла /середній коефіцієнт струмостійкості $10,55 \cdot 10^4 \text{ В}^2 \cdot \text{с}/\text{см}^2$ /, найменш струмостійким - сорт Молдова $3,79 \cdot 10^4 \text{ В}^2 \cdot \text{с}/\text{см}^2$.

4. Між ступенем добування фенольних речовин із винограду та факторами процесу електроплазмолізу /градієнт напруги, часом дії електричного струму/ існують певні залежності, які описуються нелінійними рівняннями регресії. Із збільшенням інтенсивності електрообробки, тобто із зростанням градієнту напруги та часу переходу в суслі поліфенолів інтенсифікується.

5. Статистичний аналіз розробленої математичної моделі процесу електроплазмолізу виноградної мезги показав, що градієнт напруги являється фактором, який виявляє змінюючий вплив на добування фенольних речовин. Шляхом нелінійної оптимізації визначено раціональні параметри електроплазмолізу: градієнт напруги $65 \cdot 750 \text{ В}/\text{см}$, час $0,4-0,6 \text{ с}$.

6. В залежності від частки відокремленого від мезги сусла її питомий опір електричному струму збільшується від $5,56$ до $6,71-8,3 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. З метою підвищення ефективності електроплазмолізу в результаті дії струму саме на клітину тканину, обробку виноградної мезги рекомендується проводити після відокремлення сусла першої фракції в кількості $50-60\%$ від загальної маси винограду.

7. В результаті електроплазмолізу при встановленому режимі температура оброблюваної мезги підвищується в середньому на $53 \text{ }^\circ\text{C}$. Нагрівання мезги є позитивним фактором, який посилює ефект електроплазмолізу. При цьому якість сусла знижується внаслідок швидкого падіння температури мезги до $30-35 \text{ }^\circ\text{C}$ при подальшому змішуванні її з суслем першої фракції.

8. При держанні столових виноматеріалів мезгу після електроплазмолізу рекомендується настоювати при перемішуванні не менше 1 год для більш повного протікання дифузійних процесів і підвищення концентрації в суслі екстрактивних речовин.

9. Застосування електроплазмолізу в технології виноробства дозволяє одержувати шляхом бродіння сусла по білому способу червоне вино хорошої якості /в.с. 687599/. Цей спосіб, який названо електровинифікацією, відізняється інтенсифікацією технологічного циклу, простотою обладнання, підвищенням якості готового продукту. Дослідні виноматеріали за вмістом показниками хімічного складу не

поступалися зразкам, одержаним по існуючи. технологіям, а по органолептичній характеристиці на 0,05-0,1 бала пер важливі їх.

10. На основі біофізичних і фізико-хімічних досліджень з'ясовано можливість використання електроплазмолізу виноградної мезги для одержання виноградного соку з підвищеним вмістом антоціанів. При цьому покращуються умови проведення технологічних процесів: після електроплазмолізу мезги активність о-дифенолоксидази та аскорбіноксидази знижується в середньому на 30 %; для сортів винограду, які характеризуються високою в'язкістю суцця, швидкість його освітлення при відстоюванні збільшується в 10 разів.

11. Збагачення виноградного соку антоціанами в кількості не менше 200 мг/дм³ не тільки підвищує його біологічну цінність і покращує зовнішній вигляд, але також є суттєвим фактором посилення біологічної стійкості соку, який зберігається при низькій температурі. В соці із винограду Каберне-Совіньон з концентрацією антоціанів 526 мг/дм³ в кінці першого місяця зберігання при температурі 1-2 °С кількість клітин дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* Феодосія 1-19 була в 8 разів меншою, а вміст етилового спирту - в 3 разів меншим, ніж в соці з концентрацією антоціанів 0,58 мг/дм³.

12. Виробничі випробування способу інтенсивного видобування фенольних речовин із виноградної мезги показали доцільність застосування електроплазмолізу в технології червоних столових вин і натурального соку.

Річний економічний ефект від використання технології переробки червоного винограду із застосуванням електроплазмолізу в цінах на 1 травня 1992 р. орієнтовно складає 925 крб. на 1 т винограду.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ПО МАТЕРІАЛАМ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Флауменбаум Б.Л., Русаков В.А., Калмыкова И.С. Электротермовинификация виноградной мезги //Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. "Проблемы влияния тепловой обработки на пищевую ценность продуктов питания". - Харьков, 1990. - С. 196.

2. А.с. 1667599 СССР, МКИ С 12 С 1/02. Способ получения красных вин /Б.Л. Флауменбаум, В.А. Русаков, И.С. Калмыкова. - Заявл. 18.04.89, № 470651/31-13, Опубл. 30.10.91, Бюл. № 40.

3. Флауменбаум Б.Л., Русаков В.А., Калмыкова И.С. Электроконтактный нагрев виноградной мезги в производстве красных вин //Изд.

пром-сть. - 1991. - № 5. - С. 43-44.

4. Калмыкова И.С. Влияние способа предварительной обработки винограда электроплазмой на экстрактивность виноградного сока //Тез. докл. 52 Юбилейной науч. конф. ОТИП им. М.В. Ломоносова. - Одесса, 1992. - С. 52.

5. Клауденбаум Б.Д., Русаков В.А., Калмыкова И.С. Электротермовинификация - эффективный способ обогащения виноградного сока дубильными и красящими веществами //Тез. докл. 4 Всесоюз. науч.-техн. конф. "Разработка комбинированных продуктов питания". - Кемерово 1992. - С. 64.

СДАНО В НАБОР 20.04.93г. ДУМ. ТИП. №1 ЗАКАЗ 750 ТИРАЖ 100

ОТДЕЛ ОПЕРАТИВНОЙ ПОЛИГРАФИИ ОЦНТИЗИ
270001, Г.ОДЕССА, УЛ.ЛЕНИНА, 28, 9-й этаж, КОМН. №906

465294

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ

диссертационной работы Калмыковой Ирины Семеновны "Применение электроплазмолиза для интенсификации извлечения фенольных веществ из винограда в технологии красных столовых вин и натурального сока", представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.18.13 - технология консервированных пищевых продуктов и 05.18.07 - технология продуктов брожения, алкогольных и безалкогольных напитков

Выполненная работа посвящена проблеме разработки интенсивной технологии красных столовых вин и натурального виноградного сока.

Присутствие в виноградном соке фенольных веществ, в частности флавоноидов, обладающих Р-витаминной активностью, повышает его пищевую ценность и диетические свойства, улучшает внешний вид. Обогащение виноградного сусла фенольными веществами и достижение отчетливой окраски продукта чрезвычайно важно и для получения типичных красных вин.

Принятые в настоящее время методы, направленные на извлечение фенольных веществ из винограда, не лишены некоторых недостатков: удлинение технологического цикла, опасность появления тонов уваренности в аромате и вкусе продукта.

Одним из путей решения проблемы интенсификации технологических процессов, повышения качества выпускаемой продукции является использование в пищевой промышленности электрофизических методов, позволяющих по-новому подходить к вопросам технологии.

Целью работы было разработать способ интенсивного извлечения красящих и других фенольных веществ из винограда, сокращающий сроки контакта сусла с мезгой, с последующим получением красного столового вина по белому способу, а также интенсивно окрашенного виноградного сока, без снижения показателей качества готового продукта. В его основу был положен метод электроплазмолиза - электроконтактной обработки сырья током промышленной частоты напряжением 220 В.

В результате проработки темы было определено новое направление применения электроплазмолиза в пищевой промышленности - интенсификация извлечения фенольных веществ при получении вин и сока из красных сортов винограда. Интенсификация процесса достигается в результате мгновенного и полного разрушения цитоплазмы клеток кожицы винограда под воздействием электрического тока. Дополнительным факто-

ром, способствующим быстрому растворению фенольных веществ в сусле, является повышение температуры мезги при электроплазмоллизе до 55-70 °С.

Количество перешедших из кожицы в сусло фенольных веществ определяется глубиной повреждения клеточной структуры растительной ткани, зависящее от силы воздействия на сырье электрического тока, т.е. от величины градиента напряжения и времени электроплазмоллиза. Статистический анализ разработанной математической модели процесса электроплазмоллиза виноградной мезги показал, что градиент напряжения оказывает доминирующее влияние на извлечение фенольных веществ. Путем нелинейной оптимизации были определены рациональные параметры процесса электроплазмоллиза, обеспечивающие эффективный переход в сусло полифенолов: градиент напряжения 650-750 В/см, время 0,4-0,6 с.

Установлено, что электрообработку винограда мезги рациональнее проводить после отделения самотечной фракции сусла - электролита с высокой электропроводностью. При этом ток будет проходить в основном через растительную ткань, повреждая цитоплазму клеток, что повысит эффективность обработки.

В сусле, полученном после электроплазмоллиза мезги при установленном режиме, содержится в 3 раза больше общих фенольных веществ, в том числе антоцианов - в 5-6 раз больше, по сравнению с обычным дроблением винограда.

Поскольку в общем содержании фенольных веществ, перешедших в сусло при электроплазмоллизе, преобладают красящие вещества, то применение электрообработки виноградной мезги является целесообразным для получения натурального виноградного сока с интенсивной окраской. Антоцианы не только повышают пищевую ценность и улучшают внешний вид виноградного сока, но также, благодаря своим антибиотическим свойствам, способствуют повышению биологической стойкости сока при его холодильном хранении. Так, в соке из винограда Каберне-Совиньон с массовой концентрацией антоцианов 528 мг/дм³ в конце первого месяца хранения при температуре 1-2 °С количество клеток дрожжей *Saccharomyces vini* расы Феодосия I-19 было в 8 раз меньше, а содержание этилового спирта - в 6 раз меньше, чем в соке с концентрацией антоцианов 0,58 мг/дм³.

Исследования показали, что способ электроплазмоллиза мезги отвечает технологическим требованиям получения виноградного сока высокого качества. При этом для сортов винограда, характеризующихся высо-

кой вязкостью сусла, скорость его осветления при отстаивании увеличивается в 10 раз. После электроплазмоллиза мезги активность окислительных ферментов снижается в среднем на 30 %.

Для интенсификации технологии красных вин был предложен способ (а.с. 1687599), названный электровинификацией, позволяющий получать красные столовые вина брожением "по-белому".

Виноград красных сортов дробят с отделением гребней на валково-дробилке и полученную мезгу перекачивают в стекагель. Предусмотрена сульфитация мезги в дозе 100-150 мг на 1 кг. После отделения самотечной фракции сусла мезгу подвергают электроплазмоллизу на валковом электроплазмоллизаторе А9-КЗД при градиенте напряжения 650-750 В/см в течение 0,4-0,6 с. Обработанная мезга накапливается в сборнике, куда также подается отделенное ранее сусло-самотек. При добавлении к горячей, прошедшей электрообработку мезге холодного сусла-самотека ее температура снижается до 3-35 °С. Далее мезгу перекачивают в термоизолированный резервуар (типа БРК-ЭМ), где она настаивается при перемешивании не менее 1 часа для более полного протекания диффузионных процессов и накопления в сусле достаточного количества экстрактивных веществ. По окончании настаивания сусло самотечной фракции отделяется, а мезга транспортером подается в шнековый пресс. Сусло прессовых фракций, за исключением ребежей, соединяют с самотеком и направляют на дальнейшую обработку согласно принятым технологическим приемам для столовых сухих вин.

Изменение физико-химических показателей сусла при электроплазмоллизе находится в пределах, соответствующих типу красных столовых вин. Дегустация показала, что вино, полученное методом электровинификации, имело интенсивный рубиновый цвет, чистый, без посторонних тонов букет, соответствующий сорту, и полный, гармоничный вкус. Оно было оценено на 0,05-0,1 балла выше образцов, полученных путем брожения сусла на мезге и методом термовинификации.

Производственные испытания способа интенсивного извлечения фенольных веществ из винограда показали целесообразность применения электроплазмоллиза в технологии красных столовых вин и натурального сока.

AB 27.312

AB 27.312