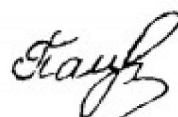


А в т е р е ф е р а т  
П

Міністерство освіти України  
ОДЕСЬКИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ  
імені М.В. Ломоносова

На правах рукопису

ПАЛВАШОВА Ганна Ігорівна



РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОСВІТЛЕННЯ ЯБЛУЧНОГО СОКУ  
ПЕКТИНОВИМИ КИСЛОТАМИ

Спеціальність 05.18.13 - технологія консервованих харчових  
продуктів

А в т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса - 1994

Дисертація є рукопис.

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

Науковий керівник: кандидат хімічних наук, доцент  
БЕЗУСОВ Анатолій Тимофійович

Науковий консультант: кандидат технічних наук, доцент  
ЗВЕРЬКОВА Олександра Семенівна

Офіційні опоненти:

1. доктор хімічних наук,  
професор ДУДКІН Мар Сергійович

2. кандидат технічних наук  
ПОНОМАРЕНКО Світлана Федорівна

Провідна організація : Одеський консервний завод  
ім. В.І.Леніна

Захист відбудеться "13" травня 1994 р. о 12<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 068.35.01 при Одеському технологічному інституті харчової промисловості імені М.В.Ломоносова по адресу: 270039, м.Одеса, вул.Свердлова, 112.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Одеського технологічного інституту харчової промисловості ім.М.В.Ломоносова.

Автореферат розісланий "8" квітня 1994р.

ОНАХТ

15.06.12

Розробка технології



v017095

v017095  
Одеський технологічний  
інститут харчової промисловості  
ім. М. В. Ломоносова

БИБЛИОТЕКА

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

Бгоров Б.В.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. Соки є важливим продуктом харчування і поряд з свіжими фруктами та овочами забезпечують організм людини набором всіх незамінних факторів харчування – вітамінами, макро- і мікроелементами та багато іншими.

Виробництво соків у всьому світі постійно зростає в зв'язку з високою харчовою і дієтичною цінністю, їх лікувальним значенням, а також рентабельністю виробництва.

Проблемою освітлення плодово-ягідних соків спеціалісти різних країн світу займаються на протязі багатьох років. Однак, незважаючи на це, що в теперішній час розроблені різні способи освітлення соків пошук нових ефективних методів, особливо з використанням дешевих, доступних та нешкідливих освітлювачів, які не впливають на натуральні властивості яблучного соку, залишається актуальною задачею.

В останні роки спостерігається новий перспективний напрямок використання соків – для виробництва напоїв, в яких частка соків досить значна – до 50 %. Для виробництва газованих напоїв на основі натуральних соків, а також для отримання концентрованих соків використовують тільки освітлені соки.

В зв'язку з цим особливий інтерес викликає ідея використання низькометоксильованих пектинових речовин, отриманих із свіжих яблучних вичавок, в якості освітлювачів соку.

Мета і задачі досліджень. Мета досліджень – розробка та наукове обґрунтування технології освітлення яблучного соку пектиновими кислотами, отриманими із відходів сокового виробництва – свіжих яблучних вичавок.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити технологію отримання пектинових кислот із свіжих яблучних вичавок;
- з'ясувати механізм процесу освітлення яблучного соку пектиновими кислотами;
- дослідити хімічний склад колоїдної системи свіжопресованого яблучного соку;
- встановити параметри процесу освітлення яблучного соку;
- розробити технологію освітлення яблучного соку пектиновими кислотами.

Наукова новизна роботи полягає у встановленні можливості освітлення яблучного соку пектиновими кислотами. Досліджена кінетика лужної деетерифікації пектинових речовин в процесі екстракції.

Розроблена технологія отримання пектинових кислот із свіжих яблучних вичавок.

Вивчено і встановлено механізм процесу освітлення свіжопресованого яблучного соку.

Вперше розроблена технологія освітлення яблучного соку пектиновими кислотами, отриманими із свіжих яблучних вичавок.

Практична цінність. Науково обґрунтована і підтверджена в промислових умовах можливість застосування пектинових кислот для освітлення свіжопресованого яблучного соку:

- отримана характеристика складу і властивостей пектинових кислот з різними ступенями етерифікації;
- розроблена принципова схема отримання пектинових кислот із свіжих яблучних вичавок;
- розроблена технологія освітлення свіжопресованого яблучного соку пектиновими кислотами.

Дослідно-промислова виробка соку проведена на Біляївському заводі продтоварів Одеської області.

Апробація роботи. Основні результати досліджень були докладені на научній конференції, присвяченій 60-річчю МТІХП "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности" (Москва, 1991), 52-й ювілейній науковій конференції, присвяченій 90-річчю ОТІХП ім. М.В. Ломоносова (м.Одеса, 1992), Міжнародній науково-технічній конференції КТІХП "Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК" (м.Київ, 1993), 53-й науковій конференції ОТІХП ім. М.В. Ломоносова (м.Одеса, 1993).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 6 робіт, у тому числі в журналах "Харчова та переробна промисловість", "Пищевая промышленность", в матеріалах науково-технічних конференцій.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку літератури і додатків. Роботу викладено на 162 сторінках, містить 29 малюнків і 16 таблиць. Список літератури включає 205 найменувань, в тому числі 55 іноземних авторів.

На захист виносяться наступні наукові положення:

- новий спосіб освітлення свіжопресованого яблучного соку пектиновими кислотами;
- експериментальні дані процесу освітлення яблучного соку пектиновими кислотами з різними ступенями етерифікації;
- параметри процесу екстракції і деетерифікації пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок; принципова технологічна схема отримання освітлювача;
- технологія освітленого пектиновими кислотами яблучного соку, стійкого проти колоїдних помутнінь.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовані мета і задачі досліджень, приведена загальна характеристика роботи.

В першому розділі "Виробництво освітленого яблучного соку" проаналізовані літературні джерела світової науково-технічної літератури з даної проблеми, а також харчова цінність яблук і яблучних соків. Приведено опис численних способів видобування соку, методів освітлення, характеристика освітлюючих речовин, екологія виробництва яблучного соку.

Аналіз існуючих технологій освітлення соку дозволив виявити їх недоліки, основними з яких є преривність технологічного процесу і недосконалість використовуваних освітлювачів.

У другому розділі викладені відомості про об'єкти дослідження і методи проведення експериментів.

Об'єкт дослідження – яблучний сік, отриманий із сортової суміші яблук, культивованих в Одеській області, переважно кисло-солодкі сорти літнього і осіннього врожаю: Налив білий, Шафран літній, Кальвіль сніговий, Слава переможцям, Ренет Симиренка.

Для одержання освітлювача використовували свіжі яблучні вичавки, а також пектин виробництва Барського пектинового заводу Вінницької області.

Визначення хімічних, фізико-хімічних, біохімічних та органолептичних показників якості свіжопресованого, пастеризованого неосвітленого і освітленого яблучних соків, а також яблучних вичавок здійснювали експериментальним шляхом при використанні методів, рекомендованих Міжвідомчою комісією по складанню таблиць хімічного складу харчових продуктів. Ці методи аналізу є стандартними або модифікованими.

Обробка експериментальних даних проведена з допомогою їх апроксимації методом найменших квадратів в системі *EUREKA* на ЕОМ ІВМ РС. У третьому розділі "Результати досліджень та їх обговорення" приведена технологічна схема одержання пектинових кислот із свіжих яблучних вичавок, обгрунтовано вибір пектинових кислот для освітлення яблучного соку, вивчено механізм їх дії на колоїдну систему яблучного соку.

Одержані по розробленій технології пектинові кислоти представляють собою низькометоксильовані пектинові речовини із ступінню етерифікації /СЕ/ від 5 до 40 %.

В основі методу отримання низькометоксильованих пектинових кислот лежить лужний гідроліз, який забезпечує високу ступінь омилення карбоксильних груп полігалактуронану при кімнатній температурі на протязі 30...60 хв.

При лужній екстракції вичавок проходять паралельно два процеси – екстракція пектинових речовин та їх деетерифікація.

Для виділення пектинових кислот вичавки змішували з водою в співвідношенні 1:6 відповідно, вносили водний розчин 0,5 н КОН /NaOH/ до досягнення рН 12. Процес омилювання проводили при кімнатній температурі /18...20 °С/ і періодичному перемішуванні. По закінченні певного проміжку часу проби екстракту нейтралізовували за допомогою хлорводневої кислоти до рН 6,0...6,5.

В зразках визначали загальну кількість карбоксильних груп, а також метоксильованих груп і вільних груп-СООН.

Результати лужної деетерифікації свіжих яблучних вичавок приведені на мал. 1.

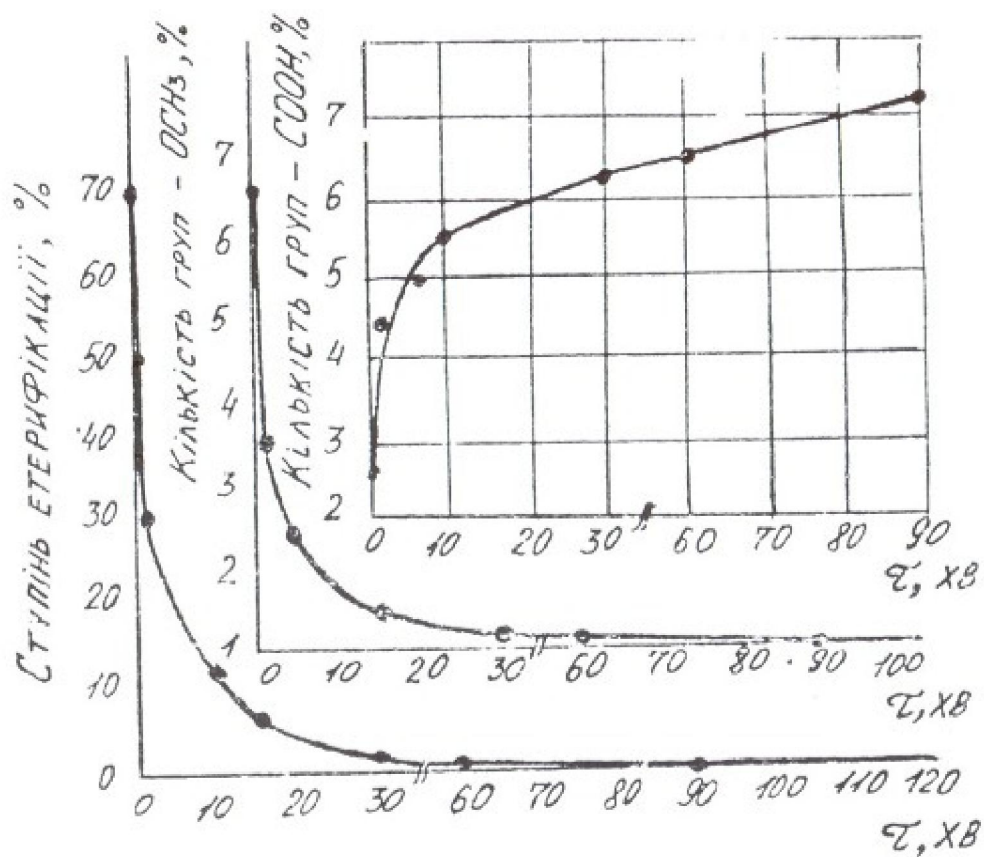
Показано, що через 1 хвилину омилювання ступінь етерифікації яблучного пектину знижується від 71 % до 42 %, тобто високоетерифіковані пектинові речовини перетворюються в низькометоксильовані К(Na) солі пектинових кислот.

Пектинові кислоти мають слідуєчу характеристику: вміст полігалактуронану 50...63 %, молекулярна вага 35000...80000 дальтон, ступінь етерифікації 2...50 %.

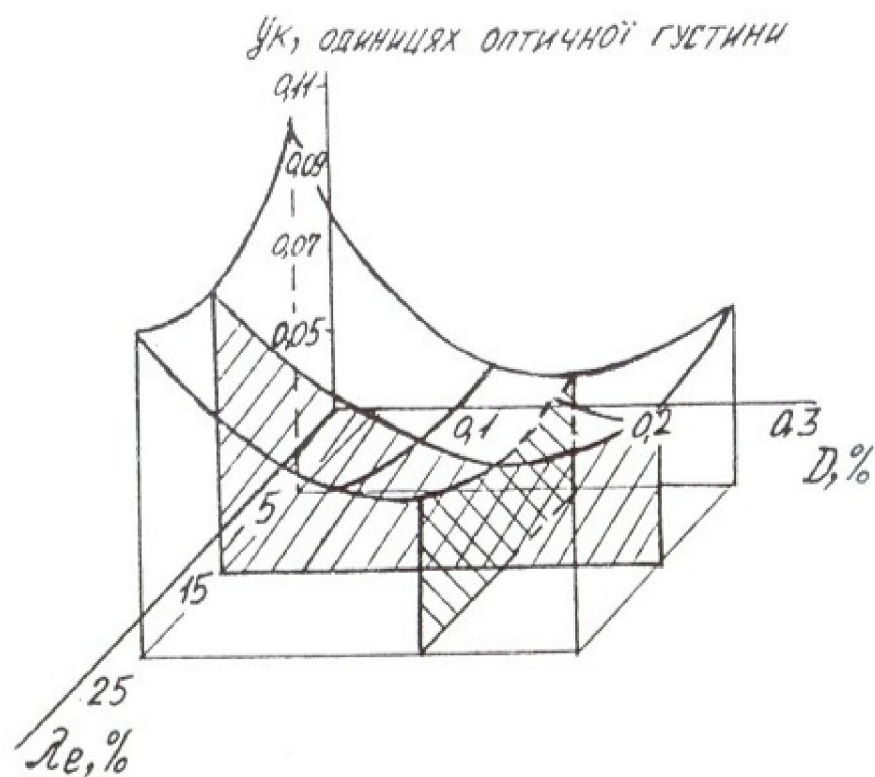
Так як пектинові кислоти зі ступенями етерифікації менше 50 % важкорозчинні, для освітлення соку їх вносили у вигляді легкорозчинних солей. Якість освітленого соку характеризували по ряду фізико-хімічних показників (табл. 1).

Проведені дослідження показали, що найбільший ефект освітлення спостерігається при внесенні в сік низькометоксильованих пектинових речовин із ступенями етерифікації від 5 до 25 %. При цьому істотно змінюється: прозорість та кольоровість соку на 70...90 % в порівнянні з контролем. Такі показники якості, як сухі речовини, масова концентрація титрованих кислот, рН, аскорбінова кислота, змінюються незначно на 0,1...0,4 %.

Для визначення форми зв'язку показників прозорості і кольоровості яблучного соку з концентрацією освітлювача, а також його сту-



Мал. 1 Кінетика деетерифікації свіжих яблучних вичавок 0,5 н KOH



Мал. 2 Залежність кольоровості (Y<sub>k</sub>) яблучного соку від концентрації пектинових кислот і їх ступені етерифікації

Таблиця I

Фізико-хімічні показники яблучного соку, освітленого пектинами К

Показники	Сік яблучний пастеризований /конт-роль/	Сік яблучний з доданням пектинату з ступінню етерифікації				
		70	50	25	15	5
Вміст сухих речовин, %	14,0	13,8	13,7	13,6	13,6	13,7
pH	3,40	3,52	3:57	3,61	3,64	3,67
Редуцируючі сахари, %	12,4	12,2	12,1	12,0	12,0	12,1
Титрована кислотність по яблучній, %	0,61	0,55	0,50	0,48	0,47	0,47
Загальний вміст: пектинових речовин, %	0,045	0,047	0,058	0,073	0,059	0,059
поліфенолів, %	0,024	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018
Відносна в'язкість, сПуаз	1,68	2,03	2;05	2,07	2,14	2,14
Прозорість, один.опт.густ. -I	0,631	1,385	3,704	4,255	3,508	3,390
Кольоровість, один.опт.густ.	0,812	0,290	0,052	0,050	0,084	0,084

пеня етерифікації була проведена математична обробка експериментальних даних за допомогою методу найменших квадратів в системі EUREKA на ЕОМ ІВМ РС.

Графічні інтерпретації залежності (2) кольоровості освітленого яблучного соку від концентрації освітлювача (Д) і його ступеня етерифікації показали, що масова концентрація освітлювача і його ступінь етерифікації істотно впливають на процес освітлення.

На основі математичної моделі за допомогою методів нелінійної оптимізації визначені оптимальні параметри технологічного регламенту процесу освітлення яблучного соку пектиновими кислотами: масова концентрація освітлювача 0,2 %; ступінь етерифікації 15 %.

Отримані результати стали основою для розробки технології одержання пектинату з ступінню етерифікації 15 % із свіжих яблучних вичавок.

Розроблена апаратурна схема виробництва пектинатів мал. 4.

Вичавки подаються в збірник (1), обладнаний механічною мішалкою. Сюди поступає вода (співвідношення вичавок і екстрагента 1:6; 1:7) і водяний 20 %-ний розчин лугу через дозатор (2). Кількість внесеного лугу залежить від початкового значення активної кислотності (рН) свіжих вичавок. Гідроліз-екстракція проходить при рН 12, температурі суміші 18...20 °С, протягом 9 хвилин. Тривалість екстрагування визначено за допомогою залежностей, приведених на мал. 1. Екстракцію пектинових речовин проводять при постійному перемішуванні. Суміш вичавок і екстрагента за допомогою насоса ПМН-28 (3) подають на пресування, яке здійснюється на пакетному гідравличному пресі періодичної дії типу 2П4-І позиція 4. Тиск при пресуванні складає 1,7 МПа. Вичавки, після гідролізу і пресування подаються на нейтралізацію, після якої ними можна годувати худобу.

Екстракт фільтрують через кизельгуровий фільтр (5). Фільтрат за допомогою насоса (3) подають в збірник (1) для нейтралізації, куди через дозатор (2) вноситься хлорводнева кислота  $\rho(\text{HCl}) = 20\%$ . Суміш нейтралізують до рН 6,0...6,5, потім перекачують насосом (3) в центрифугу типу ОПШ-353-К09 (6). Центрифугування здійснюється протягом 10 хв при частоті обертання ротору  $6000 \text{ хв}^{-1}$ . Пектиновий коагулянт, який представляє собою калійну сіль пектинових кислот (пектинат К), після центрифугування збирають в збірник (7) і використовують по мірі потреб для освітлення яблучного соку.

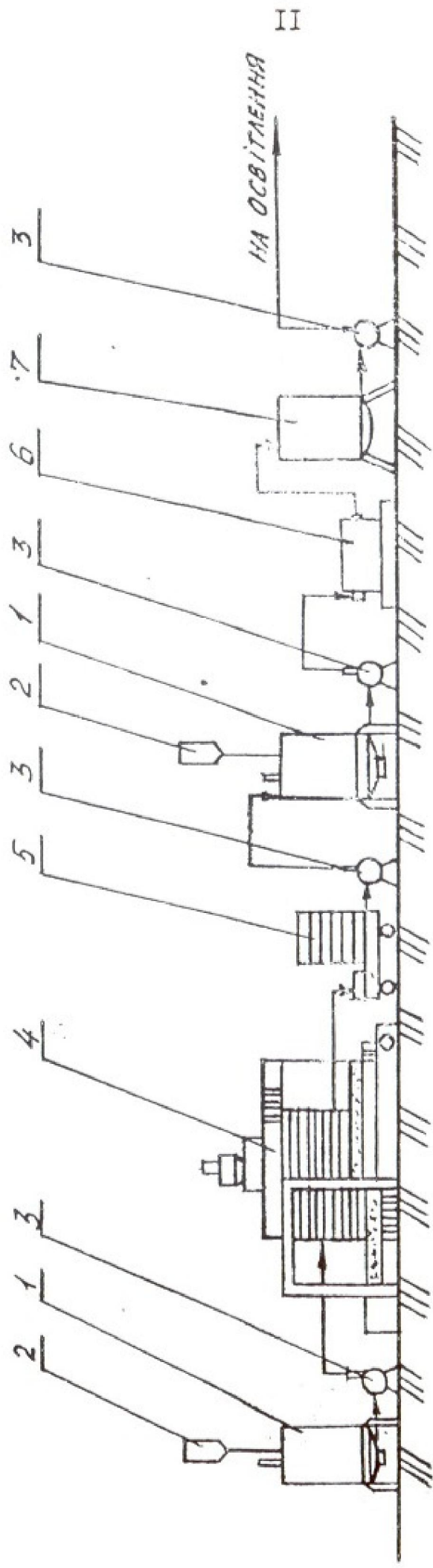
Основні показники, які характеризують процес гідролізу і екстрагування пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок приведені в

табл. 2. З 1 т яблучних вичавок можна вилучити 800–900 кг освітлювача, який характеризується слідуєчими показниками: вміст полігалактуронидів 55...60 %; молекулярна вага 65000 дальтон; масова частка пектинових речовин I, I...I, 35 %; загальна кількість карбоксильних груп I3, I4 %, в тому числі: вільних карбоксильних груп II, 07 %, метоксильованих карбоксильних груп ( - OCH<sub>3</sub> ) -2,07 % ступінь етерифікації I5 %.

Таблиця 2

Основні показники процесу гідролізу і екстрагування пектинових речовин із свіжих яблучних вичавок

Показники	Одиниці вимірювання	Числове значення
I. Характеристика свіжих яблучних вичавок:		
М а с а	кг	1000
Вологість	%	60–65
pH	-	3,6
Титрована кислота (по яблучній)		0,3
Загальний вміст пектинових речовин	%	1,2...2,0
Ступінь етерифікації пектинових яблучних вичавок	%	71
2. Е к с т р а к ц і я :		
Співвідношення вичавки : вода	-	1:6 ( 1:7 )
Кількість 20 %-ного розчину лугу ( KOH або NaOH )	дм <sup>3</sup>	6,0
pH екстракту	-	12,0
Тривалість екстракції	хв	9,0
Кількість 20 %-ного розчину хлорводневої кислоти (HCl) для нейтралізації лугу до pH екстракту 6,0...6,5	дм <sup>3</sup>	3,5...4,0
Кількість вилученого пектину	%	80...90



- I - збірник з мішалкою
- 2 - дозатор
- 3 - насос ПМН-28
- 4 - гідравлічний пакетний прес 2П4-І

- 5 - кизельгуровий фільтр
- 6 - центрифуга ОГШ-353-К09
- 7 - збірник

Мал. 3. Апаратурно-технологічна схема отримання пектинових кислот із свіжих яблучних вичавок

Встановлено, що колоїдна система свіжовижатого яблучного соку складає 0,20...0,30 % і має слідуєчий хімічний склад: пектинових речовин - 25 %, геміцелюлоз - 59 %, поліфенолів - 11 %, білку - 5 %.

Вплив кожного компонента колоїдної системи на процес освітлення визначали за допомогою фізико-хімічних і біохімічних методів. Із системи виводили її окремі складові: поліфеноли - полівінілполіпірролідом, білки, пектинові речовини і геміцелюлози - ферментативним руйнуванням.

На основі цих досліджень виявлено, що стабільність колоїдної системи яблучного соку в першу чергу залежить від білкових речовин, потім пектинових речовин і геміцелюлоз.

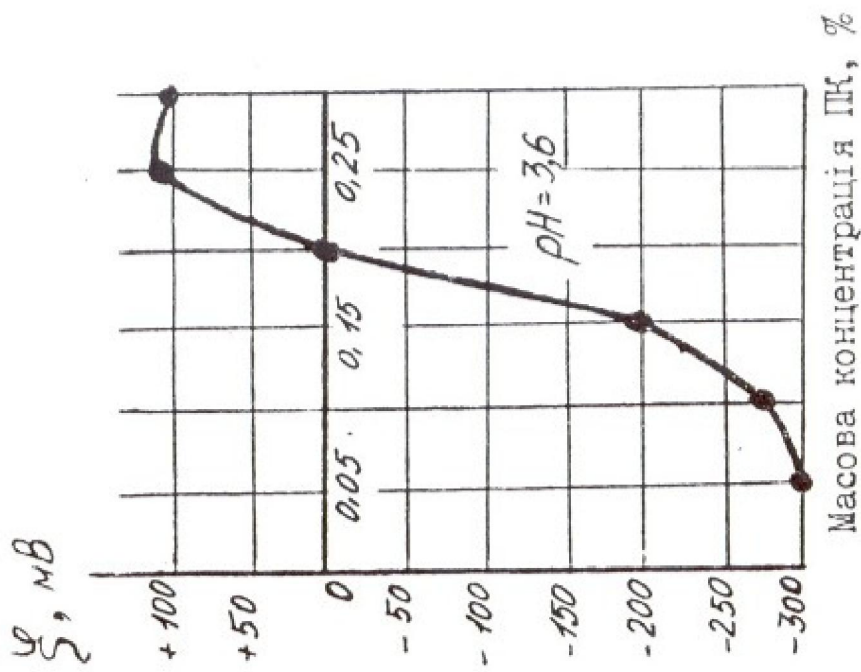
Колоїдна система яблучного соку це заряджена частинка. Тому одним із основних факторів стійкості колоїдної системи є наявність (присутність) електрокінетичного потенціалу частинок дисперсної фази, який виникає за рахунок створення на їх поверхні подвійного електричного шару в результаті виборчої адсорбції компонентів розчину або поверхової дисоціації функціональних груп.

Показано, що внесення в яблучних сік пектинових кислот змінює електрокінетичний потенціал за рахунок їх взаємодії з основними аміногрупами білку ( мал. 4 ). При оптимальних концентраціях 0,2 % освітлювача подвійний електричний шар стискується до критичного значення, заряд частинок стає близьким або рівним нулю, міцелярний колоїдний комплекс руйнується і випадає в осадок ( мал. 5 ). При подальшому збільшенні концентрації відбувається перезарядка колоїдних частинок соку за рахунок зміни їх структури.

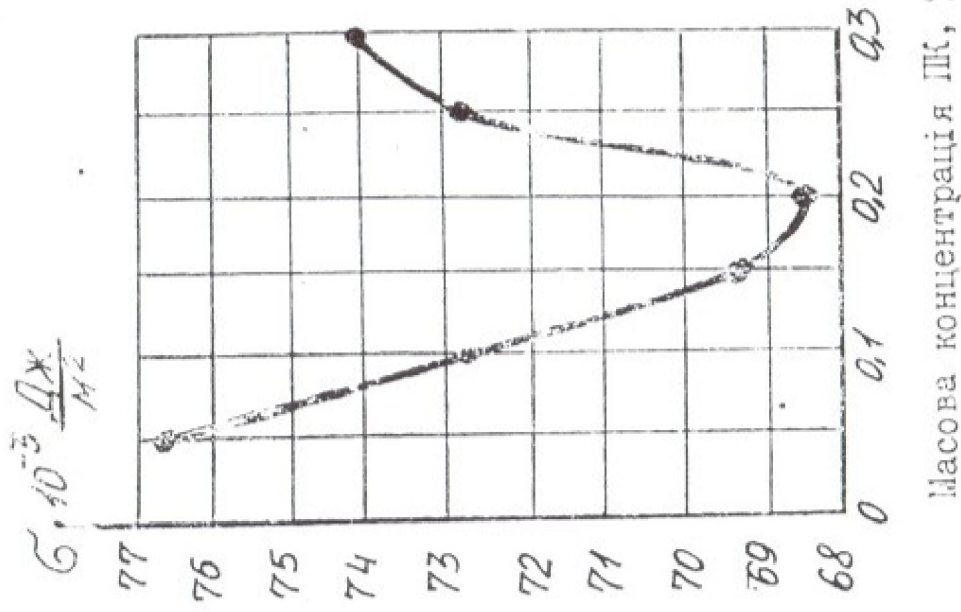
В якості потенціалоутворюючих іонів вже виступають аміногрупи білку, які мають позитивний заряд, а негативно заряджені карбоксильні групи пектинових кислот займають місце противоіонів.

На основі проведених досліджень розроблена технологія освітлення яблучного соку пектиновими кислотами, отриманими із відходів сокового виробництва - свіжих яблучних вичавок. На мал. 6 приведена принципова технологічна схема освітлення яблучного соку пектиновими кислотами.

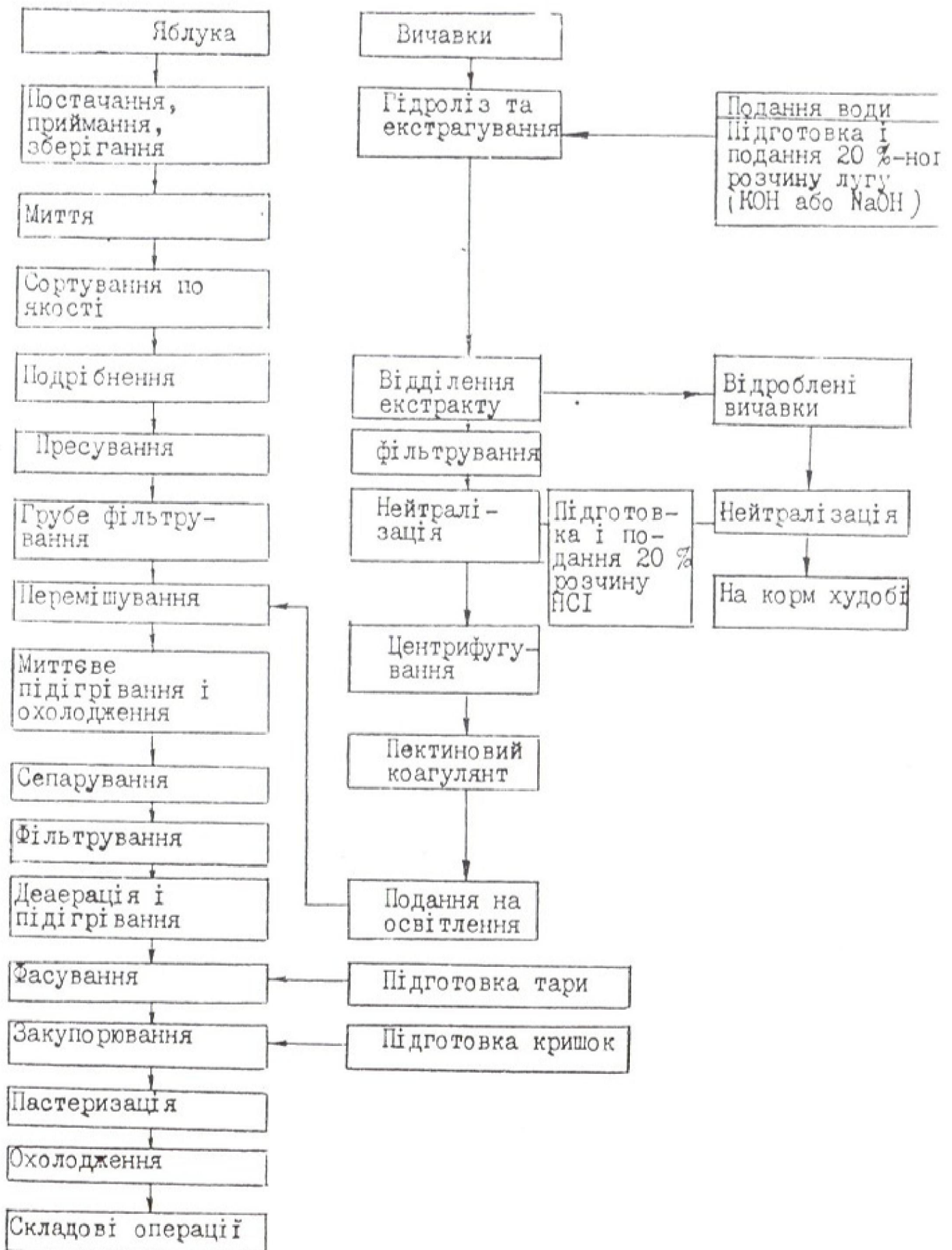
Докладне апаратурне оформлення приведених на схемі стадій процесу дано в дисертаційній роботі.



Мал. 4. Залежність електрокінетичного потенціалу ( $\Psi$ ) від масової концентрації пектинових кислот (ПК).



Мал. 5. Залежність поверхового натягу ( $\sigma$ ) від масової концентрації пектинових кислот (ПК).



Мал. 6.

Технологічна схема освітлення яблучного соку пектиновими кислотами, отриманими із свіжих яблучних вичавок

## В И С Н О В К И

1. Досліджений хімічний склад колоїдної системи свіжопресованого яблучного соку, який представлений в основному пектиновими речовинами 25 % ; геміцелюлозами 59 % , білковими речовинами 5 % та поліфенолами 11 % . Стабільність колоїдної системи в першу чергу залежить від білкових речовин та геміцелюлоз.

2. Розроблена технологія отримання пектинових кислот із свіжих яблучних вичавок. Визначені параметри лужної деетерифікації яблучного пектину - рН 12,  $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau = 1 \dots 12$  хвилин.

3. Отримані математичні моделі процесу освітлення яблучного соку пектиновими кислотами і встановлені оптимальні параметри: масова концентрація освітлювача - 0,2 %; ступінь етерифікації - 15 %; рН 3,6...4,2; температура -  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

4. Вивчено механізм освітлення свіжопресованого яблучного соку. Внесення в сік пектинових кислот в концентрації 0,2 % приводить до зміни величини електрокінетичного потенціалу, за рахунок перезарядки колоїдних частинок дисперсійного середовища (соку), зменшення поверхового натягу (на 12 %) і в'язкості (на 44 %), та сприяє порушенню стійкості системи.

5. Розроблена технологія освітлення яблучного соку пектиновими кислотами. Внесення пектинових кислот в свіжовидавлений яблучний сік в кількості 0,2 % з подальшим миттєвим підігрівом до  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$  і охолодженням до  $20 \dots 40\text{ }^{\circ}\text{C}$  дозволяє проводити процес в потоці. Прозорість після освітлення соку пектинатами збільшується на 70...85 %, кольоровість знижується на 60...90 %, масова частка сухих речовин, цукрів і титрованих кислот знижується незначно на 0,1...0,4 %.

6. Виробничі випробування нового способу освітлення яблучного соку пектиновими кислотами показали можливість його реалізації в існуючому технологічному процесі. Спосіб дозволяє за декілька секунд освітлити яблучний сік і забезпечити надійну стабільність і прозорість готового продукту.

Основні результати дисертації викладені в таких публікаціях:

1. Безусов А.Т., Зверькова А.С., Уткина О.В., Палвашова А.И. Два подхода к выбору биотехнологических методов осветления соков //Тез. докл. науч. конф., посвященной 60-летию ИТИП "Научное обеспечение хранения и переработки растительного сырья в пищевой промышленности", ч.1. Москва, 1991. - С. 21-22.
2. Безусов А.Т., Зверькова О.С., Палвашова Г.І. Пектиновый концентрат /Харчова і переробна промисловість. - 1992. - № 8. - С. 13.
3. Безусов А.Т., Зверькова А.С., Палвашова А.И. Осветление яблочного сока пектиновыми кислотами// Тез, докл. 52-й юбилейной науч. конф. ОТИП им. М.В. Ломоносова. - Одесса. - 1992. - С. 56.
4. Безусов А.Т., Зверькова А.С., Палвашова А.И. Разработка технологии осветления яблочного сока пектиновыми кислотами//Тез. докл. 53-й науч. конф. ОТИП им. М.В. Ломоносова. - Одесса. - 1993. - С. 67.
5. Безусов А.Т., Зверькова О.С., Палвашова Г.І. Пектинові кислоти як освітлююча речовина плодово-ягідних соків//Тези доп. міжнародної наук.-техн. конф. "Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК". - Київ: технол. ін-т харч. пром-сті. - Київ, 1993. - С. 112-113.
6. Безусов А.Т., Зверькова А.С., Палвашова А.И. Эффективный метод осветления яблочного сока /Пищевая промышленность. - 1993. - № 10. - С. 12-13.

№ 014095

Одесский государственный  
научно-исследовательский институт  
пищевой промышленности и  
технологии им. В. Ломоносова

БИБЛИОТЕКА