

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПИЛИПЕНКО ІННА ВАСИЛІВНА

УДК 663.813.004.12

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПЛОДОВИХ СОКІВ З ПІДВИЩЕНИМ
ЗБЕРЕЖЕННЯМ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих продуктів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2004

Пилипенко І.В.(Інна Василівна)

Розробка технології плодкових соків з підвищеним збереженням біологічно активних речовин [Текст]: автореф. дис. ...канд. тех. наук: 05.18.13- технологія консервованих продуктів: захист 26.11.2004/наук. кер. Л.М.Тележенко; ОНАХТ .-О.:ОНАПТ,2004 .-18 с.

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Тележенко Любов Миколаївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
доцент кафедри технології консервування

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Павлюк Раїса Юріївна,
Харківський державний університет
харчування та торгівлі,
завідуюча кафедрою технології консервування

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Пономаренко Світлана Федорівна,
ДНДПКІ "Консервпромкомплекс",
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу розробки технологій виробництва продуктів дитячого харчування

Провідна установа: Національний університет харчових технологій,
кафедра процесів і апаратів харчових виробництв та технології консервування, м. Київ, Міністерство освіти і науки України

Захист відбудеться " _____ " _____ 2004 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 в Одеській національній академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039.

Автореферат розіслано " ____ " _____ 2004 р.

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

Моргун В.О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Споживання плодкових соків і соковмісних напоїв в усьому світі неухильно збільшується, що обумовлено різноманітним і багатим складом мікронутрієнтів, високою технологічністю та рентабельністю всього виробничого циклу. Соки містять комплекс біологічно активних речовин (БАР), що дозволяє їм поєднувати нутрицевтичні та парафармацевтичні властивості.

Найважливішу групу БАР соків і нектарів складають біофлавоноїди: лейкоантоціани, флавоноли, катехіни, антоціани та оксикоричні кислоти. Соки є джерелом органічних кислот різної біологічної дії. L-аскорбінова кислота, приймаючи участь у всіх видах обміну речовин, сприяє формуванню органолептичних властивостей продукту і є найбільш лабільним вітаміном. Біофлавоноїди, каротиноїди приймають участь у формуванні специфічного забарвлення фруктів і ягід, яке є важливим показником якості продуктів. Зміни кольору фруктової сировини при переробленні її на соки корелюють з втратою та деградацією значної частини БАР, що знижує біологічні ефекти дії соків на організм. Аналіз впливу технологічних процесів показав, що на початкових стадіях перероблення механодеструкція сировини сприяє окисним перетворенням БАР. Механізми цих перетворень різні, залежать від особливостей біохімічного складу сировини, ендо- і екзогенних факторів різної природи.

Процеси ферментативної і неферментативної зміни фенольних сполук, вітамінів, амінокислот, відновних вуглеводів супроводжуються утворенням темнозабарвлених сполук. Погіршення кольору особливо помітне для тих видів сировини, які не мають інтенсивного природного забарвлення. У той же час ці фрукти, як показав аналіз ринку соків, є основною сировиною переробних підприємств України.

Незважаючи на те, що в існуючих технологіях виробництва соків передбачено ряд заходів, спрямованих на запобігання перетворень БАР: інактивація ферментної системи, введення антиоксидантів, удосконалення устаткування та режимів перероблення, відсутні комплексні підходи до стабілізації легкоокиснюваних сполук на протязі всього технологічного циклу.

Критерієм якості сучасних технологічних рішень може бути високий ступінь збереження природного забарвлення продукту, досягнення якого дотепер є не вирішеною проблемою. Розробка способів збереження природного забарвлення соків, соковмісних напоїв та стабілізації БАР сировини є актуальною і практично доцільною.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дисертаційна робота виконана згідно з держбюджетною науково-дослідною роботою ОНАХТ "Розробка технологій поліфункціональних добавок і харчових продуктів загального лікувально-профілактичного призначення № 0197 У 016055". Автором розроблені способи стабілізації біофлавоноїдів та інших БАР при переробленні сировини на соки.

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження - розробка методів і способів підвищення якості фруктових соків і соковмісних продуктів шляхом зниження втрат БАР сировини і стабілізації її природного забарвлення у технологічних процесах та при зберіганні.

Відповідно до поставленої мети визначені наступні задачі:

- провести аналіз змін фенольних сполук та L-аскорбінової кислоти при переробленні фруктів на соки і соковмісні продукти;
- дослідити механізми окисних змін біологічно активних речовин при переробленні фруктової сировини і виявити основні фактори деструктивних перетворень;
- розробити методи стабілізації нестійких до окиснення компонентів фруктової сировини при виробництві соків;
- вивчити механізм перетворення *o*-дифенолів подрібнених фруктів під впливом метилтрансферази;
- дослідити динаміку метилювання ортодифенолів фруктової сировини й обґрунтувати параметри процесу;
- вивчити вплив парціального тиску кисню в системі на стабілізацію природного забарвлення плодової маси при переробленні;
- виявити вплив техніко-технологічних факторів на збереження БАР при виробництві соків і соковмісних продуктів;
- розробити технологію фруктових соків з високим ступенем збереження БАР і стабілізованим природним забарвленням;
- розрахувати економічні показники і запропонувати способи підвищення ефективності фінансових результатів від впровадження розробок.

Об'єкт дослідження - перетворення фенольних сполук та аскорбінової кислоти у процесі технологічної переробки плодової сировини на соки і соковмісні продукти.

Предмет дослідження - способи збереження БАР, зниження їх окисної активності шляхом біохімічної стабілізації, механо-фізичної обробки, застосування апаратурно-технологічних засобів.

Методи дослідження - загальноприйняті і спеціальні фізичні, хімічні, біохімічні, фізико-хімічні, мікробіологічні, математичні методи з використанням сучасних пристроїв та устаткування.

Наукова новизна одержаних результатів:

- розроблено нові способи і методи збереження фенольних сполук, аскорбінової кислоти та стабілізації природного забарвлення в технології фруктових соків;
- змодельовано механізми деструктивних змін компонентів фруктової сировини при переробленні. Вперше застосоване кількісне детектування інтенсивності окисних процесів за показником магнітного сприйняття;
- обґрунтовано джерело природного ферментного рослинного препарату з метилтрансферазною активністю (МТП) та розроблено спосіб його одержання;
- вперше в експериментальних умовах підтверджено протікання процесу метилювання *o*-дифенолів фруктової сировини при введенні МТП;
 - вперше за результатами мікроструктурних, біохімічних, реологічних досліджень встановлено залежність стабілізації забарвлення подрібнених плодкових мас від глибини вакууму та тривалості обробки;
 - обґрунтовано застосування фільтруючої центрифуги при виробництві соків на ос-
- нові математичного та ергономічного аналізу процесу центрифугування, запропоновано режими її функціонування.

Наукове положення. Збереження біологічно активних речовин фруктів при виробництві соків і соковмісних продуктів шляхом вакуумування, біотрансформації *o*-дифенолів сировини в стійкі до окиснення їх метильні похідні і скорочення тривалості переробки при використанні сучасного технологічного устаткування.

Практичне значення одержаних результатів. На підставі експериментальних і теоретичних досліджень розроблено технологію фруктових соків з високим ступенем збереження природних БАР і стабілізованим забарвленням, затверджено НД (ТУ У і ТІ 15.3-02071062-003-2002 з держреєстрацією) для промислового виробництва. Новизна технічних рішень захищена двома патентами України на винаходи. Проведено промислову апробацію розробленої технології в умовах Новосанжарського консервного заводу. Розрахунковий економічний ефект складає 176 грн на тонну готової продукції.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень процесів вилучення соків, метилювання фенольних сполук подрібненої маси, вакуумування плодів, дослідження показників якості сировини, напівфабрикатів, готової продукції після виготовлення та у процесі зберігання, складанні математичних моделей, розрахунку економічних показників, проведенні огляду ринку соків, а також в аналізі і публікації отриманих результатів, розробленні технології і НД, її промислової апробації.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися й одержали позитивну оцінку на конференції ОДАХТ у 1999р. і на щорічних конференціях ОНАХТ у період з 2001 по 2004р.(м.Одеса), на міжнарод.наук.-практ. конф. Кубанського держ. технол. ун-ту (м. Краснодар, 2002р.), на міжнарод. наук.-практ. конф. "Динаміка наукових досліджень" з публікацією у збірнику та ме-

режі Internet: <http://www.nauka.dp.ua> (м. Дніпропетровськ-Харків, 2002р.), на XXI Intern.Conference on Polyphenols (Marrakech-Morocco, 2002), в ОЦНТЕІ (м.Одеса,2004).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, у тому числі: 8 - у збірниках наукових праць, 1- у науковому журналі, 2 - патенти на винаходи, 3 - у тезах наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, 5-ти основних розділів, висновків, переліку використаних джерел і додатків.

Дисертаційна робота викладена на 281сторінці машинописного тексту, містить 55 рисунків (31 сторінка), 38 таблиць (18 сторінок), 7 додатків (102 сторінки). Перелік літератури складається із 211 бібліографічних джерел (17 сторінок).

Основний зміст роботи

У вступі дисертації обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, показано наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, їх апробацію, особистий внесок в проведені дослідження та публікації здобувача за темою дисертаційної роботи.

В першому розділі наведено характеристику соків та соковмісних продуктів, що виробляються в Україні, біохімічний склад сировини, аналіз існуючих технологій виробництва соків та соковмісних продуктів. Сформульовано мету та задачі досліджень щодо визначення змін харчової цінності, обґрунтування шляхів і пошуку методів попередження втрат біологічно активних речовин при переробленні фруктової сировини, вибору раціональних технологій виробництва соків та соковмісних продуктів.

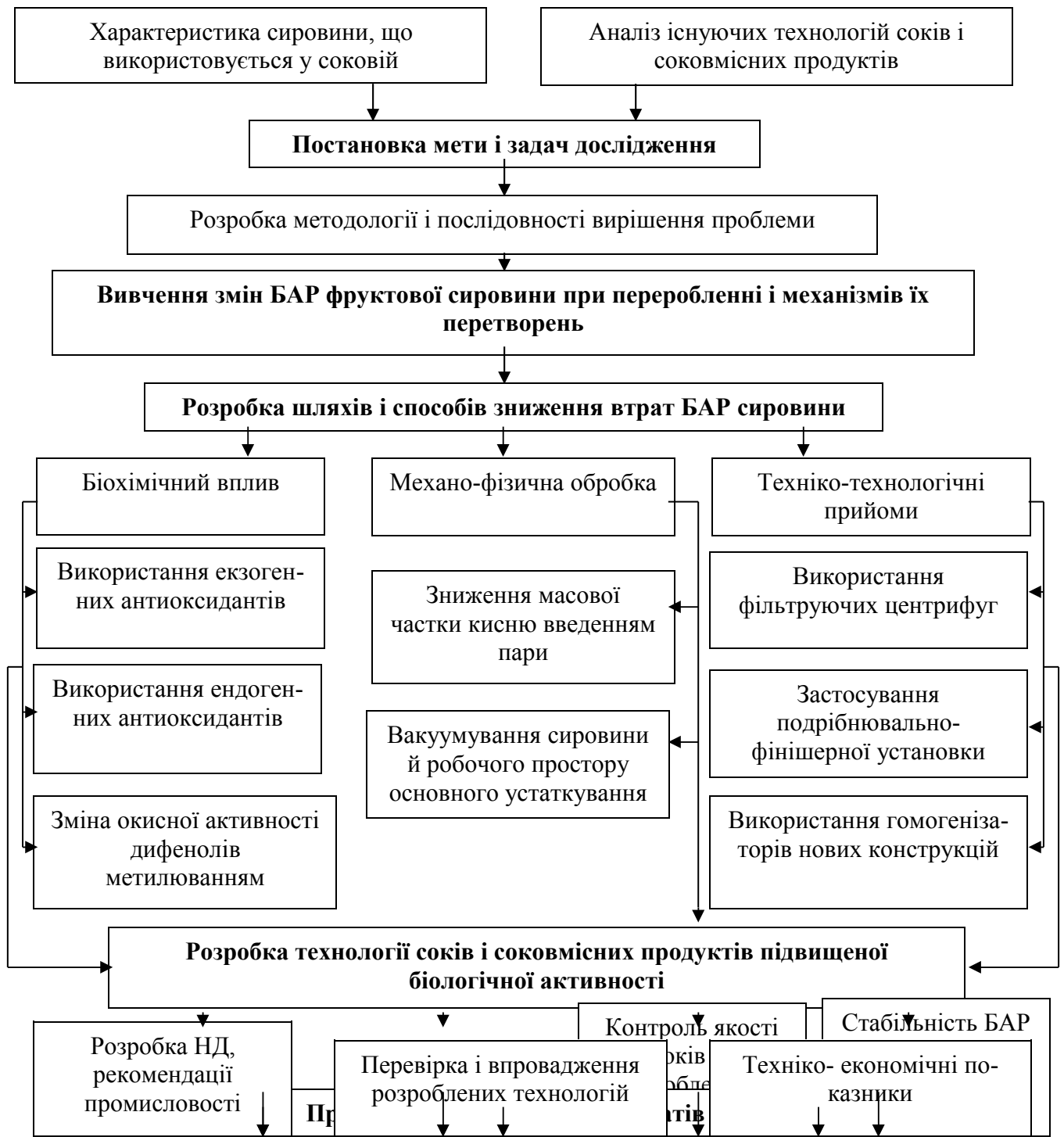
У другому розділі "Програма і методи досліджень" викладено методологічні основи та етапи вирішення проблеми одержання фруктових соків високого ступеня збереження БАР. Схему напрямків досліджень наведено на рис. 1. Обґрунтовано вибір об'єктів дослідження за обсягом переробки фруктів, ступенем руйнування L-аскорбінової кислоти, фенольних речовин, інтенсивністю накопичення темнозбарвлених сполук. Робота виконувалася в лабораторіях кафедри технології консервування, проблемній науково-дослідній лабораторії ОНАХТ, на кафедрах процесів та апаратів, технологічного обладнання харчових підприємств, цивільної оборони, аналітичної хімії.

Наведено перелік використаних методів досліджень. Для оцінки якості сировини, напівфабрикатів та готової продукції використовували як стандартні уніфіковані методи досліджень, так і оригінальні: визначення магнітного сприйняття, метилтрансферазної активності, біохімічний метод встановлення електронно-транспортної активності. Надано схеми експериментальних стендів та методи математичного обчислення результатів.

У третьому розділі викладені дані про вплив технологічних процесів на перетворення фенольних сполук (ФС), L-аскорбінової кислоти та зміни кольору сировини. Отримані результати (табл.1) свідчать про можливість стабілізації кольору за рахунок попередження окиснення фенольних сполук та L-аскорбінової

кислоти тих видів сировини, що не мають інтенсивного природного забарвлення, для яких зміни цих показників у середньому в 2...3 рази вищі, ніж для яскраво забарвлених фруктів та ягід.

Встановлено, що при подрібненні сировини активно протікають ферментативні процеси, особливо окиснювальні, основними з яких є аскорбат-редуктазні та фе-нол-хінонні. Проведено аналіз причин зміни кольору та механізмів цих процесів. Найбільш активними в цих перетвореннях є фенольні сполуки, що мають ОН-групи у орто-положенні. Для характеристики інтенсивності окисних процесів ферментативної та неферментативної природи вперше використано метод детектування магнітного сприйняття. Доведено, що у харчових системах з рослинної сировини на-явність кисню та його похідних - пероксидів та гідропероксидів - провокує виникнення вільнорадикальних процесів, які призводять до зниження масової частки L-ас-корбінової кислоти та фенольних сполук.



Складання технологічної схеми виробництва соків і вибір устаткування	Розробка технології препарату з метил-трансферазною активністю
----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------

Рис. 1 Схема напрямків і етапів вирішення проблеми одержання соків з підвищеним збереженням БАР

Таблиця 1

Зміни вмісту фенольних сполук та L-аскорбінової кислоти у подрібненій плодовій масі (n=3, P≥0,95)

№	Види сировини	Втрати аскорбінової кислоти, % до вихідного	Втрати фенольних речовин, % до вихідного	Зміни показників кольору	
				ΔI	ΔO
1	Яблука	26,1±0,9	28,4±1,2	0,44±0,01	0,87±0,02
2	Груші	21,7±0,4	19,9±0,5	0,32±0,02	0,69±0,01
3	Абрикоси	18,7±0,5	21,3±0,4	0,31±0,01	0,76±0,03
4	Айва	16,4±0,6	20,8±0,3	0,29±0,03	0,57±0,04
5	Малина	10,3±0,2	9,6±0,2	0,09±0,01	0,17±0,02
6	Сливи	15,5±0,3	18,0±0,2	0,23±0,02	0,48±0,03
7	Персики	15,9±0,5	20,3±0,4	0,28±0,03	0,53±0,02
8	Смородина чорна	7,2±0,2	9,4±0,1	0,07±0,01	0,09±0,01
9	Апельсини	12,7±0,3	14,0±0,2	0,12±0,01	0,21±0,01

На руйнування нестійких до окиснення сполук фруктових сировини впливають ендо- та екзогенні фактори: температура та тривалість обробки, склад та рН середовища, наявність ферментів тощо. Стійкість БАР плодової системи та механізм процесів окиснення прогнозували за показником окисно-відновного потенціалу (ОВП). Встановлено, що попередження окиснення системи можливе за рахунок направленої регуляції її ОВП (купажуванням, введенням антиоксидантів) шляхом створення суміші зворотних систем з меншим за абсолютною величиною значенням цього показника. Купаж (мікс) з абрикосів (ОВП=+80 мВ), яблук (ОВП=+450 мВ), груш (ОВП= -320 мВ) має ОВП=+70 мВ, що призводить до зниження окисно-відновних процесів у порівнянні з кожною окремою системою.

У четвертому розділі розроблені способи зниження втрат фенольних сполук та L-аскорбінової кислоти сировини шляхом біохімічного, фізичного, техніко-технологічного впливу на фруктові системи.

Існує декілька технологічних підходів гальмування процесів окиснення БАР: інактивація ферментної системи тепловою обробкою, створення паро-повітряного простору, введення антиоксидантів та їх синергістів, що дозволяє зменшити утворення темнозабарвлених сполук, наприклад, у абрикосовому та периковому пюре на 48,8 та 35,5 % відповідно. Застосування синтетичної аскорбінової кислоти не є універсальним методом стабілізації фенольних сполук, а її наявність у соках призводить при тривалому їх зберіганні до потемніння, пов'язаного з утворенням оксиметилфурфуролу (ОМФ) із аскорбінової кислоти. Механізм дії антиоксидантів пояснюється їх відновною дією на продукти окиснення фенольних сполук.

Встановлено, що швидкість окиснення фенольних сполук залежить від їх хімічної будови. Найбільш нестійкими до окиснення є ФС, що мають ОН-групи в ортоположенні в кільці В, які у фруктовій сировині складають до 95 % від загальної кількості біофлавоноїдів. Перспективним способом зниження окисної активності фенольних речовин є заміщення нестабільної гідроксильної групи в положенні 3' кільця В на метоксильну. Розроблено технологічні параметри метилювання о-дифенолів подрібненої плодової маси ферментним препаратом з метилтрансферазною ак-

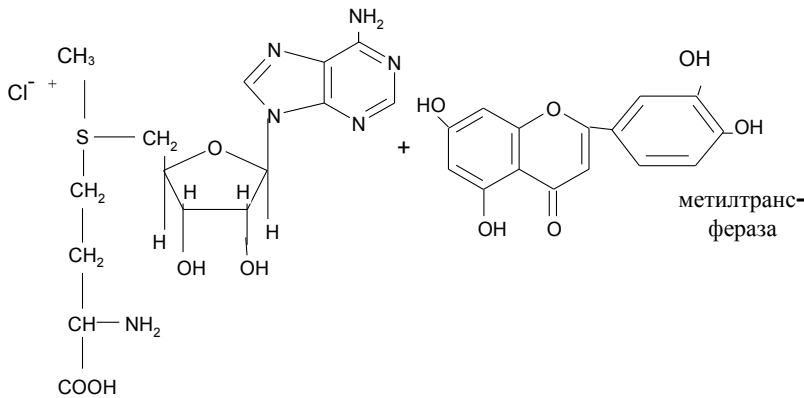


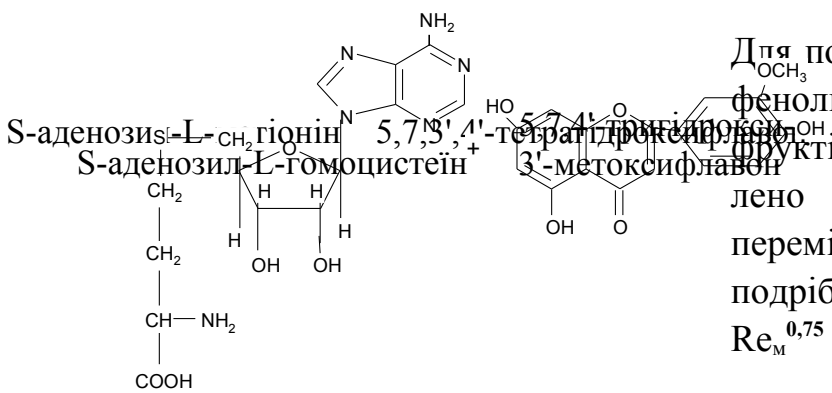
Рис. 2 Хімізм процесу метилювання ортодифенолів

тивністю (МТП), хімізм дії якого наведено на рис. 2. Для подрібненої плодової маси були обрані зернові культури у стадії пророщення.

Ефективну масову частку МТП визначали за стабільністю забарвлення вилученого соку (рис. 3).

Введення 1 % ферментного препарату суттєво підвищує стабільність забарвлення соку при додавання 3 % майже повністю стабілізує систему пророщеного зерна. Визначали за яблучного соку при введенні ферменту (рис. 3).

Рис. 3 Залежність забарвлення від масової частки препарату ($\tau=15$ хв, $t=20^\circ\text{C}$)

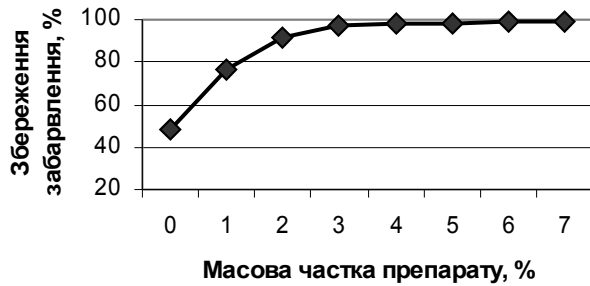


Для поліпшення умов взаємодії ферменту з фенольними сполуками подрібнених продуктів необхідне перемішування. Розроблено математичну модель параметрів перемішування МТП з інгредієнтами подрібненої сировини:

$$Eu_M = 0,39$$

$$Re_M^{0,75} \quad (1)$$

Зменшення окисної активності фенольних сполук метилюванням корелює зі зміною ОВП соку (на 5,6 та 6,4 % при введенні 2 і 3 % МТП відповідно) та підвищенням кількості БАР.



Таблиця 2

Хімічний склад яблучного соку, одержаного при використанні МТП

Показники	Контроль	Масова частка препарату, %			
		1	2	3	7
Сухі речовини, %	16,6±0,5	16,8±0,3	16,9±0,4	17,2±0,2	17,9±0,5
Загальний цукор, %	12,9±0,2	13,1±0,3	13,3±0,2	13,5±0,4	14,5±0,3
Кислотність (на яблучну кислоту), %	0,77±0,04	0,77±0,05	0,75±0,03	0,74±0,02	0,69±0,04
Аскорбінова кислота, мг/100 г	3,6±0,5	5,5±0,8	8,8±0,5	10,2±0,7	11,3±0,6
Фенольні речовини, мг/100 г	186±13	220±10	264±8	280±12	282±9
ОВП, мВ	482±21	480±14	455±17	451±11	442±12

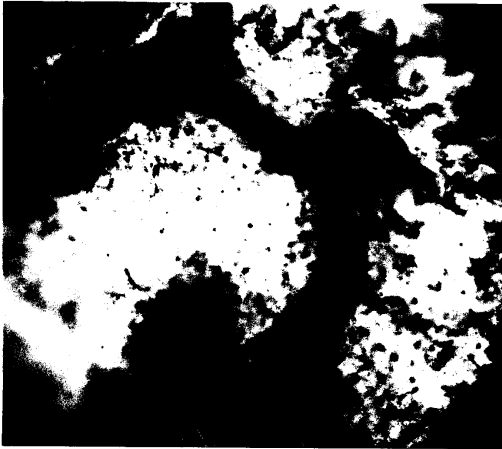
Результати експериментальних досліджень та розрахунки технічних параметрів процесу перемішування за критеріальним рівнянням (1) показали, що при досягненні числа обертів мішалки $0,42 \dots 0,50 \text{ с}^{-1}$ зміна кольору подрібненої яблучної маси мінімальна, що свідчить про рівномірне розподілення у ній препарату. Подальше підвищення числа обертів від $0,50$ до $0,58 \text{ с}^{-1}$ призводить до надмірних витрат енергії (до 50 %).

Метилювання ортодифенолів подрібненої фруктової сировини ферментним препаратом з метилтрансферазною активністю підтверджене різними методами: хроматографічними (за складом амінокислот, фенольних сполук), спектрофотометричними (у ІЧ- та видимому діапазонах) та гіпсохромним зсувом спектрів поглинання фенольних похідних після ферментації модельних розчинів фенольних речовин різних груп. Встановлено, що при метилюванні 5,7,3',4'-тетрагідроксифлавонолу (лютеоліну) з максимумами поглинання 355 та 258 нм утворюється його 3'-метиловий ефір з максимумами поглинання 345 та 248 нм; кверцетину (375, 258 нм) - ізо-рамнетин (363, 249 нм); ціанідіну (535, 275) - пеонідін (522 і 268 нм). На хроматограмах виявлені зміни при проявленні катехінів та хлорогено-

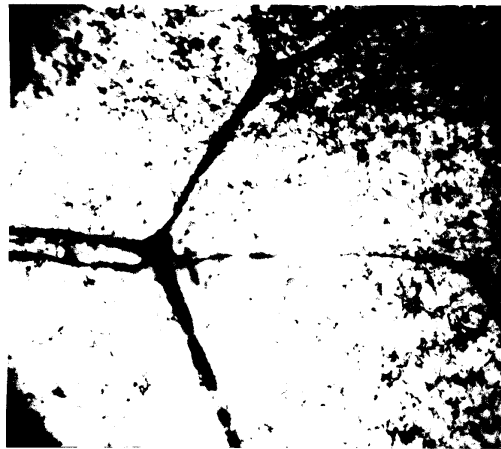
вої кислоти, збільшен-ня масової частки цистеїну; на ІЧ-спектрах - кількісні зміни функціональних груп $-OH$, $-OCH_3$ на частотах поглинання при 3610, 1580, 2850 cm^{-1} тощо.

Показано, що запобігання перетворень як фенольних, так і інших лабільних до окиснення сполук можливе шляхом зниження парціального тиску кисню та його концентрації у системі вакуумуванням.

При вакуумуванні плодів має місце зміна клітинних структур тканин (рис. 4). Вилучення повітря з сировини призводить до деформації поверхні тканини – руйнування впорядкованості структури епідермальних клітин та ушкодження поверхне-вого воскового шару. При вакуумуванні до 50 кПа спостерігається ущільнення тканин, при глибокому вакуумуванні (до 5...10 кПа) - не тільки ущільнення, але й руйнування клітин, сильне пошкодження кутикули, що впливає на зміну реологічних показників фруктів.



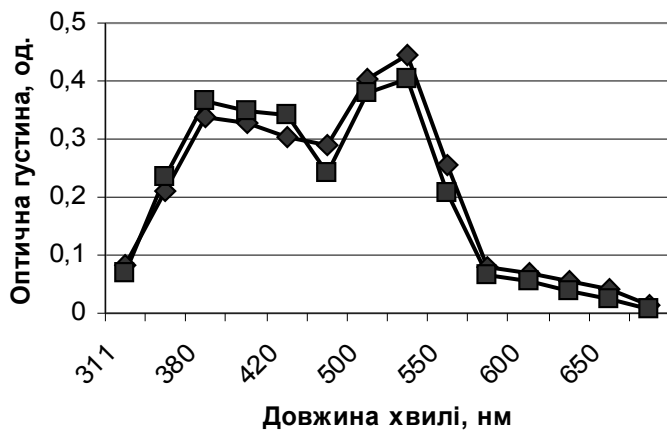
а – без вакуумування



б – вакуумування до 50 кПа

Рис. 4 Вплив вакуумування на мікроструктуру рослинних тканин (x280)

Вилучення кисню з системи дозволяє значно поліпшити колір соку (рис. 5).



◆ з вакуумуванням до 50 кПа ■ без вакуумування

Рис. 5 Вплив вакуумування на спектральні характеристики сливового соку

Зменшення парціального тиску та кількості кисню у системі вакуумуванням знижує накопичення темнозабарвлених сполук (380...400 нм) при збереженні інтенсивності забарвлення, що підтверджує стабілізацію БАР. За результатами досліджень динаміки ваку-умування рекомендована глибина вакууму

Тривалість процесу переробки фруктів впливає на окиснення та розпад БАР, утворення нових темнозабарвлених сполук. Застосування подрібнювально-фінішерної установки (ПФУ) та фільтруючої центрифуги (ФЦ) дозволяє значно скоротити обробку та зберегти фенольні речовини в соках (на 30...50 %) порівняно з традиційними технологіями (табл. 3).

БАР айвового соку, одержаного за різними технологіями (n=3, P \geq 0,95)

Показники	Сировина	Сік з м'якоттю		Сік без м'якоті	
		Екстрагування	На ФЦ	Пресування	На ФЦ
L-аскорбінова кислота, мг/100 г	28,6	18,5	25,1	3,8	24,8
Фенольні речовини, мг/100 г	595,0	384,7	532,7	201,5	520,6
Катехіни, мг/100 г	281,5	140,6	223,6	97,8	230,1
Лейкоантоціани, мг/100 г	234,2	160,1	201,4	135,4	200,3

Проведено математичний аналіз енерговитрат на фільтруючій центрифугі в залежності від виходу соку та частоти обертів робочого барабана і запропоновано раціональні режими вилучення соку.

У п'ятому розділі розроблено систему комплексних заходів з попередження перетворень БАР фруктової сировини при переробленні її на соки та соковмісні продукти за напрямками: біохімічна стабілізація, механо-фізична обробка та апаратурно-технічні засоби.

Розроблено технологію фруктових соків з стабілізованим природним забарвленням, одержаних шляхом метилювання *o*-дифенолів подрібненої фруктової маси (рис. 6). Отримані за розробленою технологією соки характеризуються високим ступенем збереження БАР не тільки після вилучення, але й під час зберігання (табл. 4).

Зміна якості фруктових соків без м'якоті в процесі зберігання (n=5, P \geq 0,95)

Зразки		Аскорбінова кислота, мг/100 г	Фенольні речовини, мг/100 г	ОМФ, мг/кг	Показники кольору	
					I	O
Сік яблучний за розробленою технологією (вихідний)		10,8	196,0	0	0,38	1,86
Зберігання	3 місяці	10,6	189,5	0	0,40	1,92
	6 місяців	10,1	176,3	0,05	0,42	2,04
	9 місяців	9,7	164,7	0,09	0,51	2,27
	12 місяців	8,9	148,5	0,12	0,58	2,51
Сік яблучний за традиційною технологією (вихідний)		3,6	108,1	1,30	0,44	3,12
Зберігання	3 місяці	3,1	90,8	1,35	0,51	3,27
	6 місяців	2,4	84,3	1,47	0,59	3,45
	9 місяців	1,9	79,4	1,63	0,65	3,86
	12 місяців	1,3	71,1	2,02	0,70	4,22
Сік сливовий за розробленою технологією (вихідний)		4,8	142,1	0,10	0,68	0,62
Зберігання	3 місяці	4,6	134,8	0,09	0,70	0,65

гання	6 місяців	4,2	129,0	0,14	0,73	0,69
	9 місяців	3,9	118,6	0,19	0,74	0,72
	12 місяців	3,5	109,3	0,24	0,78	0,79
Сік сливовий за традиційною технологією (вихідний)		2,1	79,3	0,50	0,72	1,15
Збері - гання	3 місяці	1,8	67,4	0,54	0,76	1,21
	6 місяців	1,5	59,3	0,61	0,81	1,30
	9 місяців	0,2	50,1	0,69	0,87	1,52
	12 місяців	сліди	41,7	0,78	0,93	1,58

В сезон 2003 р. було проведено дослідження впливу вакуумування та використання ПФУ конструкції проф. О.К. Гладушняка на збереження якості фруктових соків (табл. 5).



Контроль герметичності
Стерилізація (пастеризація) та
охолодження
↓
Складські операції

Рис. 6 Технологічна схема виробництва соків фруктових барвистих консервованих

Розроблені технології дозволяють одержати соки та соковмісні продукти з більш високою масовою часткою БАР (до 76 %), меншою концентрацією темнозабарвлених сполук (до 40 %), які виявляють стабільність при зберіганні (табл. 4, 5).

Електронно-транспортна активність фруктових соків, визначена в системі $\text{NAD.H}_2\text{-K}_3\text{Fe(CN)}_6$, при метилюванні ортодифенолів не знижується, має вищі показники при вилученні (на 5,4 і 5,2 % для яблучного соку та пюре у порівнянні з контролем) та у консервованих продуктах (на 21,1 і 33,3 % відповідно).

Таблиця 5

Зміна харчової цінності фруктових соків з м'якоттю в процесі зберігання

(n=5, P≥0,95)

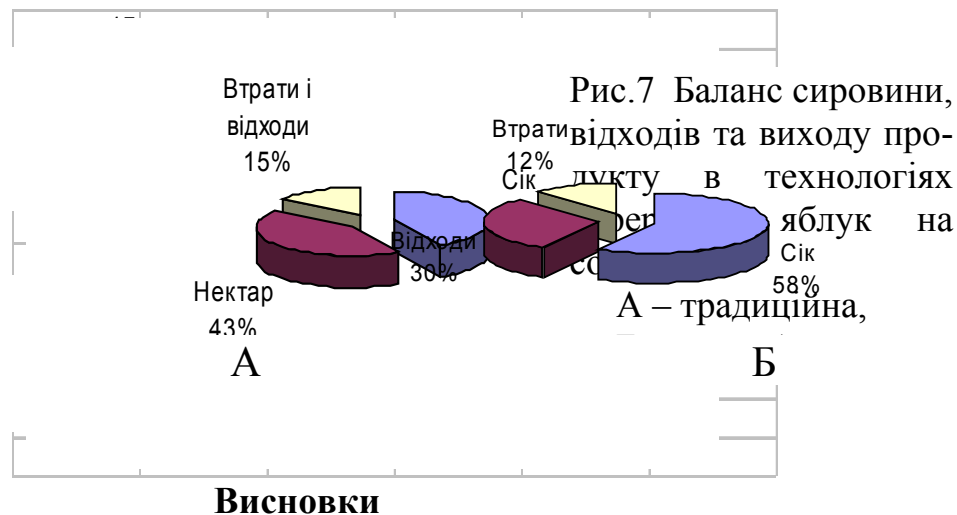
Зразки		Вітамін С, мг/100г	Фенольні речо- вини, мг/100г	ОМФ, мг/кг	Показники кольору	
					I	O
Нектар персиковий, одержаний на ПФУ (вихідний)		8,6	112,5	2,20	0,211	0,182
Зберігання	3 місяці	8,0	101,3	2,20	0,228	0,210
	6 місяців	6,6	87,5	2,29	0,240	0,275
Нектар персиковий, одержаний на ПФУ з вакуумуванням (вихідний)		12,8	156,8	0	0,254	0,112
Зберігання	3 місяці	12,1	149,8	0	0,259	0,118
	6 місяців	11,8	142,1	0	0,267	0,127
Нектар абрикосовий, одержаний на ПФУ (вихідний)		8,4	110,3	2,88	0,391	0,382
Зберігання	3 місяці	7,8	99,5	2,91	0,399	0,410
	6 місяців	6,2	90,1	3,05	0,405	0,421
Нектар абрикосовий, одержаний на ПФУ з вакуумуванням (вихідний)		11,7	139,8	0	0,424	0,312
Зберігання	3 місяці	10,9	131,3	0,03	0,427	0,317
	6 місяців	10,0	124,7	0,10	0,431	0,323

Термічну обробку соків та соковмісних продуктів проводили за розробленими режимами. Визначено загальну контамінацію соків мікроорганізмами, а також

наявність грибів, дріжджів, молочнокислих мікроорганізмів, афлатоксинів (у продуктах з зерновими препаратами).

Виробнича перевірка у промислових умовах показала, що використані режими гарантують одержання мікробіологічно стабільних продуктів, а випуск соків за розробленими технологіями - їх відповідність вимогам промислової стерильності.

Розрахунок економічної ефективності від впровадження розроблених технологій показує, що завдяки комплексному використанню сировини собівартість соків із стабілізованим забарвленням та підвищеною біологічною активністю нижча, ніж соку, одержаного за існуючою технологією (рис. 7).



1. Аналітично та експериментально обґрунтована можливість підвищення збереження БАР сировини на основі використання методів і способів запобігання окисних процесів при її переробленні на соки і соковмісні продукти. Розроблено шляхи зниження втрат БАР сировини біохімічними, техніко-технологічними прийомами, механо-фізичною обробкою. Представлено нову технологію переробки плодів, засновану на впровадженні вакуумування, біотрансформації їх фенольних сполук метилюванням та скорочення тривалості технологічного процесу при застосуванні сучасного устаткування.

2. Встановлено, що втрати L-аскорбінової кислоти після протирання за традиційною технологією для зерняткових плодів складають від 16,4 до 26,1 %, для світлозабарвлених кісточкових - 15,5...18,7 %. Фенольні речовини при подрібненні зерняткових плодів змінюються на 19,9...28,4 %, світлозабарвлених кісточкових - від 18,0 до 21,3 %, тоді як у інтенсивно забарвлених - лише біля 9,5 %. Показано, що для плодів, які не мають інтенсивного природного забарвлення, накопичення темнозабарвлених сполук у 2...3 рази вище. Необхідність стабілізації БАР плодів також підтверджується результатами досліджень зміни кольору.

3. Досліджено механізм окисних перетворень БАР фруктової сировини. Встановлено, що найбільших змін зазнають фенольні сполуки, які мають ОН-групи в орто-положенні і складають до 95% від загальної кількості фенольних речовин. Проведене кількісне визначення ступеня окисних вільнорадикальних перетворень у соках за показником магнітного сприйняття, який при наявності інтермедіатів кисню - пероксидів, гідрпероксидів - в залежності від виду сировини і тривалості обробки зростає в 1,9...3,9 рази.

4. Визначено вплив ендогенних компонентів - антиоксидантів- і введених добавок на зниження окиснення лабільних сполук фруктової сировини. Показано, що використання L-аскорбінової кислоти в абрикосовому і персиковому пюре зменшує накопичення темнозабарвлених сполук на 48,8 і 35,5 %, спільне застосування L-аскорбінової і лимонної кислот - у 2,3 і 1,9 рази відповідно, але дієвість цих методів обмежена та може супроводжуватись утворенням ОМФ.

5. Вивчено механізм зниження окисної активності ортодифенолів подрібнених фруктів метилюванням. Обґрунтовано джерела природного ферментного препарату з метилтрансферазною активністю та розроблено технологію МТП із зерна пшениці. Рекомендовано режими процесів: замочування пшениці - температура 18 °С протягом 36 годин до вологості $46 \pm 0,5$ %, пророщення - температура 16...18 °С протягом 3...4 діб.

6. Вперше експериментально хроматографічними і спектрофотометричними методами аналізу підтверджено протікання процесу метилювання *o*-дифенолів подрібнених плодів при введенні МТП із пророслої пшениці. Встановлено, що введення 2...3 % МТП до маси фруктової сировини забезпечує стабілізацію кольору і БАР у соку. Розроблено математичну модель параметрів активізації взаємодії ферментного препарату з компонентами сировини, яка має вигляд: $E_{u,m} = 0,39 Re_m^{0,79}$. Рекомендована частота обертів при перемішуванні компонентів - 0,42...0,50 c^{-1} .

7. Показано, що використання вакууму з метою зниження парціального тиску кисню в системі дозволяє уповільнити окисні процеси у подрібненій сировині. За результатами мікроструктурних, біохімічних, реологічних досліджень встановлена залежність стабілізації забарвлення подрібнених плодівих мас від глибини вакууму: тиск у межах 30...50 кПа дозволяє знизити накопичення темнозабарвлених сполук у готовому продукті на 18...38 %.

8. Встановлено, що використання подрібнювально-фінішерної установки, фільтруючої центрифуги дозволяє знизити втрати L-аскорбінової кислоти і фенольних сполук на 30...50 % у порівнянні з існуючими технологіями. Ефективним методом раціонального використання сировини (підвищення виходу до 27 %) на фільтруючій центрифuzі є комплексна переробка фруктів на сік і пюреподібну масу з врахуванням подальшого одержання нектарів та іншої продукції.

9. Розроблено технологію фруктових соків із стабілізованим природним забарвленням і високим ступенем збереження БАР, затверджено і має держреєстрацію НД - ТУ У і ТІ 15.3-02071062-003-2002. Промислова апробація розробленої технології в умовах Новосанжарського консервного заводу підтвердила дієвість запропонованих способів. Розрахункова економічна ефективність складає 176 грн на 1т готової продукції.

Перелік опублікованих за темою дисертації праць

1. Тележенко Л.М. Вплив технологічної переробки на склад каротиноїдів та фенольних речовин абрикосів / Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко // ОДАХТ. Наук. праці. Вип. 20. – Одеса, 1999.– С. 112–116.

Автором досліджено якісний склад та кількість фенольних речовин і каротиноїдів в свіжих абрикосах; їх зміни при різних видах технологічної обробки.

2. Тележенко Л.М. Вплив попередньої обробки плодів та додатків на окиснювальні властивості соків з м'якоттю / Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко // ОДАХТ. Наук. праці. Вип. 22.– Одеса, 2001.– С. 51–55.

Автором експериментально досліджено ОВП, рН, спектральні характеристики та визначено вплив попередньої обробки на окиснюваність соків з м'якоттю.

3. Безусов А.Т. Зниження активності дифенолів рослинної сировини метилюванням / А.Т. Безусов, Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко // ОДАХТ. Наук. праці. Вип. 23. – Одеса, 2002. – С. 106–109.

Автором проведені дослідження застосування природної метилтрансферази та експериментально підтверджено проходження метилювання дифенолів фруктів.

4. Тележенко Л.Н. Разработка технологии природных метилтрансферазных добавок из зернового сырья / Л.Н. Тележенко, А.Т. Безусов, И.В. Пилипенко // ОДАХТ. Наук. праці. Вип. 24. – Одеса, 2002. – С. 142–144.

Досліджено автором: порівняльна характеристика метилтрансферазних добавок з пшениці, вівса, кукурудзи; їх ефективна кількість та мікробіальна контамінація.

5. Тележенко Л.М. Антиоксидантна активність плодів як фактор формування якості консервованих продуктів / Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко // Наук. праці / ДонДУЕТ. – 2002. – С.350–354.

Автором досліджено вплив ендо- та екзогенних антиоксидантів на якість соків.

6. Тележенко Л.М. Вплив кисню та складу плодових соків на окислювальні перетворення біологічно активних речовин / Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко // ОДАХТ. Наук. праці. Вип. 25. – Одеса, 2003. – С. 35–37.

Автор провела визначення магнітного сприйняття, ОВП та показників якості соків при модельному окисненні та вакуумуванні.

7. Тележенко Л.М. Стабілізація фенольних сполук для збереження кольору фруктових соків / Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко / Перспектив. направления развития пищ. пром-сти // Сб. науч. статей Одесского госуд. центра науч.-техн. и эконом. информации. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2004. – С. 150–155.

Автором визначено залежність стабільності кольору подрібнених плодів від масової частки МТП.

8. Пат. 57345 А. Україна, МПК 7 А23L2/02. Спосіб одержання фруктових соків / А.Т. Безусов, Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко.- № 2002087083; Заявлено 30.08.2002; Опубл. 16.06.2003. Бюл. № 6.

На основі проведених експериментів автором досліджено режими способу.

9. Пат. 56748 А Україна, МПК 7 А23L3/015. Спосіб обробки плодів і ягід перед добуванням соку / А.Т. Безусов, Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко.– № 2002087084; Заявлено 30.08.2002; Опубл. 15.05.2003, Бюл. № 5.

Автором проведені дослідження способів попередньої обробки подрібненої сировини і визначені рекомендуємі параметри обробки.

10. Тележенко Л.Н. Влияние технологического процесса и состава сырья на стабильность качества фруктовых нектаров / Л.Н. Тележенко, И.В. Пилипенко, З.Ю. Среднецкая /Международ. науч.-практ. конф.: «Научные основы и практическая реа-

лизация технологий получения натуральных структурообразователей»;- Краснодар, 23-24 мая 2002г.- Краснодар, 2002.- С. 33-35.

Автором визначено вплив складу сировини і режимів технології на якість фруктових нектарів.

11. Тележенко Л.М. Запобігання потемнінню фруктових соків метилюванням / Л.М. Тележенко, І.В. Пилипенко // Міжнарод. наук.-практ. конф. “Динаміка наукових досліджень” .- Дніпропетровськ-Харків: Наука і освіта, 2002.- Т. 15.- С.24-25.

Автором досліджено показники кольору та спосіб введення стабілізуючої добавки.

12. Telezhenko L. The effect of fruit flavonoids as natural antioxidants with emphasis on food organoleptic properties/L.Telezhenko, I. Pilipenko//XXI International Conf. on Polyphenols, Marrakech-Morocco,September 9-12, 2002.Vol. 1.– Morocco, 2002.–P. 217.

Автором проведені дослідження кольору та його стабільності в залежності від вмісту фенольних антиоксидантів у фруктовій сировині.

13. Кананыхина Е.Н. Характеристика фенольного комплекса антоциансодежащих пищевых растений - сырья для производства биофлавоноидных красителей / Е.Н.Кананыхина, И.В.Пилипенко//Химия природ.соединений.–2001.–№1.–С.234-239.

Автором проведені експериментальні дослідження інгредієнтного складу фенольного комплексу плодів та ягід з інтенсивним забарвленням.

14. Железко О.М. Про склад охолоджуючих напоїв/ О.М. Железко, С.І. Вікуль, І.Г. Кушнір, І.В. Пилипенко, О.О. Загібалов //ОДАХТ. Наук. праці. Вип. 20. – Одеса, 1999. – С. 108-110.

Автором проведені дослідження хімічного складу напоїв на основі мінеральної води та концентратів.

Анотація

Пилипенко І.В. Розробка технології плодівих соків з підвищеним збереженням біологічно активних речовин.- Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 - технологія консервованих продуктів. - Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2004.

Дисертація присвячена розробленню технології одержання фруктових соків з підвищеним збереженням БАР і стабілізованим природним забарвленням. Розроблено систему комплексних заходів з попередження руйнування БАР фруктової сировини при переробленні її на соки та соковмісні продукти за напрямками: біохімічна стабілізація, механо-фізична обробка та апаратурно-технічні засоби.

Вперше досліджено зниження окисної активності фенольних сполук подрібнених плодів ферментним препаратом з метилтрансферазною активністю. обробкою.

Визначено вплив вакуумування та сучасного технологічного обладнання на збереження БАВ фруктової сировини.

Ключові слова: фрукти, фруктові соки, біологічно активні речовини, вакуумування, метилювання, біотрансформація ортодифенолів, колір соків, фенольні речовини, аскорбінова кислота.

Аннотація

Пилипенко И.В. Разработка технологии плодовых соков с повышенной сохранностью биологически активных веществ.- Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 - технология консервированных продуктов. - Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2004.

Диссертация посвящена разработке технологии получения фруктовых соков с повышенной сохранностью БАВ и стабилизированной природной окраской. Разработана система комплексных мер по предотвращению разрушения БАВ фруктового сырья при переработке его на соки и сокодержущие продукты по направлениям: биохимическая стабилизация, механо-физическая обработка и аппаратурно-технические средства.

По результатам изучения потерь фенольных соединений и L-аскорбиновой кислоты при измельчении плодов установлено, что накопление темноокрашенных соединений у семечковых плодов и светлоокрашенных косточковых в 2...3 раза выше, чем у интенсивно окрашенных видов сырья. Количественно определена степень окислительных свободнорадикальных преобразований в соках по показателю магнитной восприимчивости и показано, что в зависимости от видов сырья, наличия кислорода и продолжительности обработки скорость окисления возрастает в 1,9... 3,9 раза.

Изучен механизм снижения окислительной активности фенольных соединений измельченных плодов ферментативной обработкой. Впервые хроматографическими и спектрофотометрическими методами подтверждено протекание процесса метилирования ортодифенолов измельченного фруктового сырья при введении полиферментного препарата с метилтрансферазной активностью (МТП) растительной природы. Установлено, что 2...3 % МТП к массе фруктового сырья обеспечивают стабилизацию цвета и БАВ в соке. Обоснован источник ферментного препарата с метилтрансферазной активностью и разработана технология его получения из проросшего зерна пшеницы. Установлено, что замачивание пшеницы необходимо производить при температуре 16...18 °С в течение 36 часов до влажности 46±0,5 %, а проращивание - при температуре 16...18 °С в течение 3...4 суток.

Обоснованы пути повышения сохранности БАВ при переработке фруктов и проведен выбор физико-химических методов их стабилизации. Установлено влияние глубины вакуума на окислительные преобразования в измельченном сырье и показа-

но, что давление в пределах 30...50 кПа позволяет снизить образование темноокрашенных соединений в готовом продукте на 18...38 %. Микроструктурными, биохимическими, реологическими исследованиями установлено влияние глубины вакуума на технологические свойства и сохраняемость БАВ измельченных плодовых масс.

Исследованы технико-технологические методы повышения сохраняемости БАВ сырья. Установлено, что использование дробильно-финиширующего устройства, фильтрующей центрифуги позволяет снизить потери аскорбиновой кислоты и фенольных соединений на 30...50 % по сравнению с существующими технологиями. Разработана технология фруктовых соков со стабилизированной природной окраской и высокой степенью сохранности БАВ, утверждены ТУ У и ТИ 15.3-02071062-003-2002. Проведена промышленная апробация разработанной технологии.

Ключевые слова: фрукты, фруктовые соки, биологически активные вещества, вакуумирование, метилирование, биотрансформация ортодифенолов, цвет соков, фенольные вещества, аскорбиновая кислота.

Summary

Pylypenko I.V. Development of technology of fruit juices making with raised storage of biologically active substances (BAS).- Manuscript.

The dissertation for a scientific degree of a candidate of technical sciences on speciality 05.18.13 - technology of canned products. - Odessa National Academy of Food Technologies of Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa, 2004.

The dissertation is devoted to development of the technology of receiving fruit juices with saved content of BAS and stabilized natural colouring. The system of complex measures, on prevention of BAS destruction in fruit raw material during its reprocessing into juices and juicecontaining products according to the directions: biochemical stabilization, mechanical and physical processing and apparatus and technical mean has been developed.

Reducing of oxidizing activity of phenolic substances of the crushed fruits by fermentative metiltransferase processing has been investigated for the first time. Influence of vacuum treatment and modern processing equipment on BAS preservation in fruit raw material has been established.

Key words: fruit, fruit juices, biologically active substances, vacuum treatment, metilation, biotransformation, *o*-biphenol, colour of juices, phenolic substances, ascorbic acid.

