

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

**Бочарова Оксана Володимирівна**

УДК 664.8.658.562

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ  
ТА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ ПРОДУКТІВ  
ПЕРЕРОБЛЕННЯ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ**

Спеціальність 05.18.15 – товарознавство

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
доктора технічних наук

**Київ – 2010**

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій

Науковий

консультант

доктор технічних наук, професор

**Грішин Михайло Олександрович,**

Одеська національна академія харчових технологій,  
професор кафедри технології молока та сушіння  
харчових продуктів

Офіційні

опоненти:

доктор технічних наук, професор

**Орлова Наталія Язепівна,**

Київський національний торговельно-економічний  
університет, професор кафедри товарознавства та  
експертизи харчових продуктів

доктор технічних наук, професор,  
лауреат Державної премії України

**Павлюк Раїса Юрївна,**

Харківський державний університет харчування та  
торгівлі, завідувач кафедри технологій переробки  
плодів, овочів і молока

доктор технічних наук, доцент

**Дятлов Володимир Васильович,**

Донецький національний університет економіки і  
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського,  
професор кафедри товарознавства та експертизи  
продовольчих товарів

Захист відбудеться 5 листопада 2010р. об 11.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.055.02 при Київському національному торговельно-економічному університеті за адресою: м. Київ, вул. Кіото, 19, ауд. А-227.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Київського національного торговельно-економічного університету за адресою: 02156, м. Київ, вул. Кіото, 19.

Автореферат розісланий 5 жовтня 2010р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

Є.В. Тищенко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

### **Актуальність теми.**

На ринку плодової та овочевої продукції України, за статистичними та науковими даними, вагому частку складають товари неналежної якості. Для позитивних змін у цьому напрямку потрібна сучасна методологія формування та контролю якості, яка враховує не лише новітні знання щодо хімічних, фізичних, біохімічних властивостей речовин, а й дозволяє розглядати плодову та овочеву продукцію як цілісну систему, характерні властивості якої обумовлені особливим станом матерії, пов'язаним із колоїдним ступенем дисперсності частини її елементів. Це дасть змогу оцінювати якість продуктів за властивостями найважливішого структурного елемента системи – дисперсної фази, що унеможливило їх підробку. Недосконалість сучасного процесу ідентифікації та оцінювання якості плодової та овочевої продукції пов'язана з необхідністю застосування цілого комплексу обов'язкових методів, що стримує його результативність і призводить до підвищення рівня фальсифікованих продовольчих товарів.

Проблеми виробництва викликають необхідність у введення у харчові продукти неприродні компоненти. У зв'язку з цим актуальним є розроблення методології формування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів, що дозволить виробляти соки, пюре, пасти з високими споживними властивостями без застосування барвників, стабілізаторів, ароматизаторів. Таким чином, протиріччя між тенденцією до денатуралізації продукції і прагненням споживачів до вибору натуральних продуктів може бути усунено, а ефективність процедури ідентифікації підвищена, що сприятиме покращанню якості та безпеки харчування населення.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалася відповідно до напряму наукових досліджень Одеської національної академії харчових технологій: «Розробка технологічних процесів для харчових і зернопереробних галузей Агропрому», затвердженого вченою радою Одеської державної академії харчових технологій (протокол № 6 від 13.02.01); договорів з Міністерством аграрної політики України від 14.05.08 на проведення робіт зі стандартизації: № 174с/1 «ДСТУ Сік яблучний, концентрати яблучного соку. Визначення вмісту патуліну. Частина 1. Метод із використанням рідинної хроматографії високого розділення. SO 8128-1:1993» (№ 0108U007686), № 174с/4 «ДСТУ Соки фруктові та овочеві. Визначення вмісту золи. EN 1135:1994» (№ 0108U007689).

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є наукове обґрунтування методології формування і контролю якості дисперсних

систем продуктів перероблення плодів та овочів.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення таких завдань:

- проведення аналітичних досліджень сучасного стану проблеми формування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів;
- дослідження ультраструктурних характеристик дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів; визначення ролі речовин дисперсних систем у формуванні споживних властивостей продукції;
- проведення досліджень окислювально-відновних (ОВ) властивостей дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів, а також властивостей, обумовлених колоїдним станом матерії;
- проведення досліджень електричних властивостей дисперсної фази і дисперсійного середовища продуктів перероблення плодів та овочів;
- дослідження впливу редокс-реакцій на формування біологічної цінності та органолептичних характеристик дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів;
- дослідження механізму ОВ перетворень антоціанів (ціанідину) у продуктах перероблення плодів;
- створення нормативної бази для виробництва антоціанозабарвлених соків із гальмуванням в них окислювальних процесів (при електролітичному відновленні речовин редокс-системи);
- створення методичної та нормативної баз для контролю концентрацій окислених і відновлених форм антоціанів у плодкових соках електрохімічним методом;
- дослідження механізму встановлення величини потенціалу платинового електрода, зануреного у дисперсні системи продуктів перероблення плодів та овочів, з метою адекватної характеристики їх ОВ спроможності;
- створення методологічної та нормативної баз для ідентифікації та визначення натуральності плодкових соків за властивостями речовин дисперсної фази;
- проведення досліджень з регулювання чинників стійкості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів;
- розроблення способу підвищення якості концентрованих дисперсних систем стосовно виробництва томатопродуктів;
- наукове обґрунтування методологічної бази для розроблення рецептур плодової та овочевої продукції, в тому числі купажованої, в якій узгоджено вид продукції зі спрямованістю колоїдно-хімічних процесів у системі, враховано вплив ОВ реакцій на формування біологічної цінності та кольорової стійкості продукта.

*Об'єктом* дослідження є дисперсні системи продуктів перероблення плодів та овочів (соки, пюре, пасти).

*Предметом* дослідження є методологія формування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів.

*Методи дослідження.* Експериментальні дослідження проводили із застосуванням стандартних та адаптованих автором для об'єктів дослідження оригінальних методик, а також методик, розроблених автором. До отриманих даних застосовували системний підхід, аналіз, синтез.

Для теоретичного обґрунтування термодинамічної можливості та механізмів протікання ОВ реакцій, висвітлення питань теорії розчинів стосовно дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів використано електрохімічні методи. Аналіз процесу формування структури та властивостей дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів здійснено за допомогою кінетичних, оптичних методів, методів визначення адсорбції та електронного мікроскопування.

**Наукова новизна отриманих результатів** полягає у тому, що *вперше*:

- *обґрунтовано* можливість використання як критерію натуральності плодових соків (під час їх ідентифікації) величини зміни електропровідності дисперсної фази при розведенні дистильованою водою (1:1), що базується на перерозподілі іонів у подвійному електричному шарі міцел.

- *доведено* можливість підвищення якості соків шляхом стабілізації антоціанів під впливом відновлювальної дії електричного струму (у катодному просторі при постійному потенціалі платинового електрода, що відповідає електрорушійній силі (ЕРС) переходу окислених форм антоціанів у відновлені);

- *встановлено* механізм окислювально-відновних перетворень антоціанів у плодових соках, відповідно до якого перехід електронів протікає в одній реакції із наступним диспропорціюванням семіхінонів, що дозволяє узгодити функціонування поліфенолів як ОВ систем з їх інгібіруючою дією на вільнорадикальне окислення субстратів. Для підвищення якості антоціано-забарвлених соків визначено параметри електролітичного відновлення на гладкому платиновому електроді речовин редокс-систем;

- *обґрунтовано* можливість визначення концентрацій окислених та відновлених форм антоціанів у плодових соках, що базується на порівнянні даних анодної та катодної поляризації окислювально-відновного електрода на платині до та після оборотного відновлення антоціанів, із урахуванням маси відновленої речовини і порядків реакції;

- *обґрунтовано* доцільність використання за критерій стійкості структури та властивостей купажованих соків (при розробленні їх рецептур) величини ЕРС гальванічного ланцюга, утвореного при зануренні платинових електродів у соки, що купа жують;

*дістала подальший розвиток* сучасна теорія стійкості і коагуляції дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів: обґрунтовано взаємовплив речовин системи, визначено їх роль і місце у системі з точки зору формування і стійкості структури; обґрунтовано доцільність зниження ентропійного чинника стійкості системи для підвищення ефекту розподілу

дисперсної фази і дисперсійного середовища; визначено можливість регулювання властивостей продукту шляхом дії на фактори, що забезпечують агрегативний стан системи.

**Практичне значення отриманих результатів.** Сформульовані наукові основи формування і контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів є базою для створення прогресивних методів прогнозування, регулювання якості плодової та овочевої продукції, ідентифікації її натуральності.

*Розроблено:*

- метод визначення натуральності плодових соків, апробований у відділі оцінки якості процесів і продукції ДНДПКІ «Консервпромкомплекс». На цій базі створено керівний документ «Методика вимірювання величини зміни електропровідності дисперсної фази кондуктометричним методом для встановлення факту фальсифікації соків плодових», проведено його метрологічну експертизу, згідно з якою видано «Висновок» Одеським державним центром стандартизації, метрології та сертифікації від 16.12.2002 р. Методику схвалено Комітетом Національної комісії України з Кодексу Аліментаріус;

- метод прогнозування стійкості купажованих соків до розшарування, який апробовано у відділі оцінки якості процесів і продукції ДНДПКІ «Консервпромкомплекс». Даний метод доцільно застосовувати при розробленні рецептур купажованих соків;

- метод визначення вмісту антоціанів у плодових соках, на базі якого розроблено керівний документ «Методика вимірювання даних анодної і катодної поляризації ОВ електрода на платині для встановлення вмісту окислених та відновлених форм антоціанів в антоціанозабарвлених соках», проведено його метрологічну експертизу, згідно з якою видано «Висновок» Одеським державним центром стандартизації, метрології та сертифікації від 26.03.2007р. Методику схвалено Комітетом Національної комісії України з Кодексу Аліментаріус. Розроблено проект ТУ на виробництво соків, забарвлених антоціанами, головний етап якого — стабілізація антоціанів, апробований у відділі розробки і впровадження пілотних установок ДНДПКІ «Консервпромкомплекс»;

- спосіб підвищення якості томатопродуктів, що базується на розподілі м'якоті і рідкої фракції шляхом зниження ентропійного чинника стійкості. Цей спосіб апробовано у відділі харчових технологій ДНДПКІ «Консервпромкомплекс».

**Особистий внесок здобувача** полягає в одноосібно виконаному дослідженні щодотпостановки завдань, їх розв'язання, інтерпретацію та узагальнення результатів, аналізу та встановлення закономірностей, вибору методик проведення експериментальних досліджень та їх безпосереднього здійснення.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали досліджень обговорено на спільному засіданні Комітетів Національної комісії України з Кодексу Аліментаріус (2009 р.), II Всеукраїнській науковій конференції «Проблеми

управління якістю» (Київ, 2004 р.), 59 – 61, 64 – 66, 68 – 69-й наукових конференціях ОНАХТ (Одеса, 1999 – 2001 рр., 2004 – 2006 рр., 2008 – 2009 рр.), Міжнародній конференції (Одеса, 2002 р.), VII і VIII Міжнародних науково-практичних конференціях «Наука і освіта 2004» (Дніпропетровськ, 2004 р.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Динаміка наукових досліджень 2004» (Дніпропетровськ, 2004 р.), науково-практичних конференціях «Перспективные направления развития пищевой промышленности» (Одеса, 2003, 2004 рр.), IV и V Промисловій конференціях з міжнародною участю (п. Славське, Карпати, 2004, 2005 рр.), II Міжнародній науково-технічній конференції «Прогрессивные технологии и оборудование для пищевой промышленности» (Воронеж, 2004 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Пища, экология, качество» (Краснообськ, 2004 р.), 73-й науковій конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХ столітті» (Київ, 2007 р.).

**Публікації.** За результатами досліджень опубліковано 48 робіт, у тому числі монографія, 28 статей у фахових наукових журналах та збірниках наукових праць, 6 патентів України.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Дисертаційна робота викладена на 345 сторінках машинописного тексту, включає 35 таблиць, 83 рисунки, 16 додатків (50 сторінок). Список використаних джерел становить 304 найменування (30 сторінок).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступі** обґрунтовано актуальність роботи, зв'язок із науковими програмами, планами й темами, сформульовано мету та задачі дослідження, показано наукову новизну та відомості про практичне значення одержаних результатів, відзначено особистий внесок здобувача у проведених дослідженнях, наведено відомості про апробацію роботи й публікації здобувача за темою дисертації.

**У першому розділі «Проблема формування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів»** розглянуто проблеми формування якості продукції та її контролю. Виявлено відсутність у науковій літературі методів оцінювання спрямованості протікання процесів у системі, яка утворюється при переробленні рослинної сировини, що спричиняє неконтрольовані зміни споживних властивостей. Визначено протиріччя між тенденцією до денатуралізації продукції у виробництві та прагненням споживачів до вибору натуральних продуктів харчування.

Виявлено, що для усунення небажаних ефектів, які виникають у сировині при переробленні, доцільно проведення досліджень, які могли б пояснити поведінку речовини у середовищі, визначити її місце у системі та обґрунтувати застосування таких показників якості, що віддзеркалюють при-

родність компонентів системи та дозволяють впливати на її властивості.

Наявність у плодах високомолекулярних та низькомолекулярних речовин з різною спорідненістю до води, а також існуючий зв'язок між харчовою цінністю, органолептичними характеристиками плодової та овочевої продукції обумовлює доцільність проведення досліджень, які направлені на створення механізмів регулювання, прогнозування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів, базуючись на адекватному відображенні властивостей у відповідних показниках.

Значний вміст фальсифікованої і неякісної продукції рослинного походження на споживчому ринку та складність апаратурного оформлення об'єктивних методів аналізу свідчить про недосконалість існуючих методів оцінювання якості.

У другому розділі «**Організація, об'єкти, методика та методи досліджень**» обґрунтовано вибір напряму досліджень, наведено аналіз методів вирішення поставлених задач. Наведено схему організації експериментальних досліджень (рис.1).



Рис.1. Схема організації експериментальних досліджень

Об'єктами досліджень обрано такі дисперсні системи продуктів перероблення плодів та овочів: натуральні та розведені (соки та сокові продукти), концентровані (томатопродукти), забарвлені антоціанами соки, купажовані соки та пюре. При обґрунтуванні методології формування якості продуктів перероблення плодів та овочів основну увагу приділено прогнозуванню та регулюванню процесів у дисперсній системі, в яку трансформується рослинна сировина. Досліджено структуру дисперсних систем, фактори її стійкості, особливості формування та регулювання споживних властивостей.

Розроблення методології контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів проводили, зважаючи на колоїдний стан матерії та взаємозв'язок компонентів. Обґрунтовано використання показників якості, які відображують властивості всієї гетерогенної системи.

Розроблення методу контролю вмісту антоціанів проведено на основі встановленого механізму їх редокс-переходів. Для з'ясування механізму реакції найбільш прийнятним є дослідження кінетики електродних процесів вольтамперометричним методом із застосуванням гладкого платинового (Pt) електрода. Дослідження проводили з використанням постійного струму, що є доцільним з точки зору малих струмів обміну. Визначали кінетику процесів за порядками електрохімічних реакцій. Відновлення речовин редокс-систем соків на гладкій Pt проводили в області потенціалів, яка відповідає оборотному ОВ переходу відповідно до схеми (рис. 2):

Для формування якості продуктів перероблення антоціа-новмісної сировини (шляхом гальмування окислювальних процесів) використовували відновлюючу дію електричного струму. За електродний матеріал було обрано

гладку Pt, яка є не витрачуваною, завдяки чому забезпечується захист продукту від потрапляння в нього неприродних агентів. Використання Pt виправдано з точки зору катодних перенапруг, що є прийнятними для сполук, що легко відновлюються, до яких належать і речовини редокс-систем антоціанозабарвлених соків. Можливість їх відновлення обумовлюється формуванням подвійного електричного шару (ПЕШ) на Pt з речовин редокс-систем.

Внутрішнє узгодження даних електрохімічних вимірювань визначали за величиною кореляційного відношення, яка для тафелівських ділянок поляризаційних кривих досліджених систем наближується до одиниці. Фактичні значення критерію вагомості кореляційного відношення перевищують теоретичні для 1%-го рівня значущості.

Інші електричні властивості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів досліджували за методами, доцільними з точки зору особливостей об'єкта — електрофоретичним та кондуктометричним. Ці методи із використанням допоміжних даних, що характеризують адсорбційні процеси, в'язкість, хімічний склад об'єктів досліджень покладено в основу розробленої методики визначення натуральності плодкових соків (похибка становила  $\pm 2\%$ ), зміни заряду поверхні часток дисперсної фази плодкових систем, та застосовано при розробці моделі структуроутворення у томатній масі. Вірогідність експериментальних даних оцінено при довірчій ймовірності 95%.

Аналіз досліджень фракційного складу дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів, а також визначення місця компонентів дисперсної фази у формуванні осаду проводили при зіставленні даних електронно-мікроскопічного, оптичного, дисперсійного методів аналізу, а також даних хімічних досліджень. Показники, що необхідні при розв'язанні окремих задач роботи, визначали згідно із загальноприйнятими методами аналізу, викладеними у стандартах, а також за методиками, наданими у науковій літературі.

**У третьому розділі «Формування споживних властивостей та структури дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів»** визначено місце речовин хімічного складу плодів та овочів у формуванні дисперсної системи та її властивостей, проведено аналіз взаємозв'язку її елементів.

Наявність специфічної взаємодії між речовинами, а також неспецифічних (електростатичних) ефектів обумовлює особливості формування дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів. Утворенню гетерогенності сприяє різна розчинність речовин хімічного складу плодів та овочів у водному середовищі. Наявність оптичної неоднорідності, що характеризує морквяний осад з даних електронно-мікроскопічних досліджень (рис. 3), дозволяє з'ясувати, що розміри більшості елементів його структури відповідають колоїдному ступеню дисперсності: розміри одиничних глобулярних електронно-щільних елементів становлять  $(1 \div 2,2) \cdot 10^{-7}$  м, а товщина деревоподібних утворень відповідає порядку  $10^{-7}$  м. Еквівалентний діаметр ліпідних краплин – від  $3 \cdot 10^{-7}$  до  $1,7 \cdot 10^{-6}$  м. Формування дисперсної фази чи дисперсійного середовища високомолекулярними речовинами пло-

дів залежить від їх розчинності, що впливає на властивості продуктів перероблення плодів та овочів на всіх етапах виробництва.

Властивості речовин дисперсної фази та дисперсійного середовища пов'язані з адсорбційними процесами, які обумовлені наявністю великої частки поверхневих молекул, що є на межі розподілу фаз та мають надлишкову вільну енергію. Зменшення вільної енергії шляхом зниження кількості поверхневих молекул, тобто укрупнення частинок, чи через поглинання поверхневими молекулами речовин дисперсної фази молекул дисперсійного середовища, тобто завдяки адсорбції, призводить до формування характерних дисперсним системам продуктів перероблення плодів та овочів властивостей, обумовлених особливим станом матерії, пов'язаних із колоїдним ступенем дисперсності частини формуючих її елементів.

0,5 мкм  
—а). б).

Рис. 3. Електронні мікрофотографії осаду морквяного соку.  
а – ліпідні включення; б – фрагмент клітинної стіни

Вплив якісного та кількісного складу дисперсійного середовища на заряд частинок дисперсної фази є одним із чинників, що обумовлює формування рівня стійкості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів до розшарування. Визначення процесу адсорбції яблучної кислоти на поверхні частинок дисперсної фази томатної пасти дозволяє описати його такою ізотермою:

де  $c$  – рівноважна концентрація яблучної кислоти, моль/л.

Параметри адсорбції, електрокінетичний ( $\zeta$ )-потенціал (рис. 4) та допоміжні показники дозволяють визначити зміну потенціалу поверхні частинок (рис. 4, крива 2). З даних досліджень випливає, що органічні кислоти, зокрема яблучна, можуть підвищувати негативний заряд поверхні частинок дисперсної фази полісахаридної природи і таким чином збільшувати їх стійкість до седиментації, що є фактором формування властивостей дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів. За сучасними науковими поглядами, яблучна кислота у досліджуваній харчовій системі є неіндиферентним електролітом.

Розглянуто ОВ властивості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів, їх вплив на формування органолептичних характеристик та біологічної цінності. Базуючись на тому, що у електродній реакції можуть брати участь лише ті молекули чи іони, що за даних умов (при даному потенціалі) спроможні окислюватися чи відновлюватися, а також на поляризаційних кривих (рис. 5), які є адекватною характеристикою окислювальної та відновної спроможності, визначено, що область потенціалів, де можливі термодинамічно оборотні ОВ пере-ходи речовин дисперсних систем про-

дуктів перероблення плодів та овочів, є у межах електрохімічної стійкості води. Специфічний нахил поляризаційних кривих (рис. 5) на ділянках, де логарифм густини струму пов'язаний з перенапругою лінійним рівнянням Тафеля з кутовим коефіцієнтом, що характеризує електрохімічний процес, є близьким для соків із спорідненими за хімічною природою редокс-системами. Менша величина коефіцієнта  $\eta/|gi$  для цитрусових, що свідчить про більшу валентність реакції редокс-системи, характеризує порівняно високу ОБ буферність апельсинового та мандаринового соків. Взаєморозташування поляризаційних кривих дозволяє прогнозувати напрям ОБ переходів для дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів, отриманих купажуванням. Розташування кривих, отриманих для мандаринового та апельсинового соків у більш негативній області потенціалів порівняно з кривими для антоціанозабарвлених соків, вказує на термодинамічну можливість переходу речовин редокс-системи цитрусових в окислену форму та відновлення антоціанів при купажуванні, що є принциповим при формуванні якості забарвлення продукту.

Результати досліджень спектральних характеристик водно-спиртових витяжок (рис. 6) відповідають електрохімічним показникам та дозволяють визначити значне підвищення оптичної густини при довжинах хвиль 490 – 540 нм для апельсиново-гранатового купажу порівняно з середньоарифметичними значеннями.

Крива, що характеризує оптичні властивості морквяно-гранатового купажу (рис. 6), при довжинах хвиль 490 – 540 нм наближається до своїх середньоарифметичних значень. Розташування поляризаційних кривих (див. рис. 5) вказує на можливість окислення антоціанів гранатового соку за рахунок відновлювального переходу речовин редокс-системи морквяного соку, що впливає зі знаходження області ОБ переходів речовин редокс-системи морквяного соку при тих самих значеннях потенціалів, що й для фруктових соків (при високому рівні рН морквяного). Існування термодинамічної можливості антиоксидантної дії речовин редокс-системи капустиного соку (рис.7) відносно до речовин редокс-системи морквяного, що впливає з розташування тафелівської ділянки (див. рис.5) кривої відновлення капустиного соку в більш негативній області потенціалів (порівняно з цим показником для морквяного соку), дозволяє шляхом купажування зменшити природну властивість морквяного соку до потемніння при зберіганні.

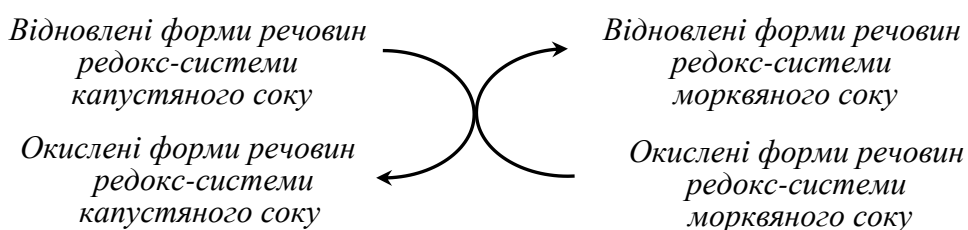


Рис. 7. Взаємодія спряжених редокс-систем капустино-морквяного купажу

Вплив речовин редокс-систем на формування біологічної цінності дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів пов'язаний, насамперед, із залученням в ОВ взаємодію аскорбінової кислоти. Дані електрохімічних досліджень редокс-системи апельсинового соку на Pt (табл.1) вказують на зміщення тафелівської дільниці поляризаційної кривої відновлення у позитивну область при уведенні аскорбінової кислоти.

Таблиця 1

**Вплив аскорбінової кислоти на електрохімічні властивості  
плодових соків**

Сік у 0,03 М НСІ	Густина струму $\lg i, \text{A/m}^2$	Потенціал, В (за хлорсрібним електродом)
Апельсиновий	-0,10	-0,14
Апельсиновий з аскорбіновою кислотою	-0,10	-0,12
Гранатовий	-0,18	-0,10
Гранатовий з аскорбіновою кислотою	-0,18	-0,13

Оборотний окислювальний перехід речовин поліфенольної природи редокс-системи цитрусових, Відповідно до цього, є спряженим з відновним процесом, який протікає у системі «аскорбінова кислота – дегідроаскорбінова кислота», що дозволяє пояснити відомий факт гальмування окислення вітаміну С у цитрусових соках при переробленні та зберіганні, а також збільшення швидкості окислення цього вітаміну за наявності антоціанів взаємодією спряжених редокс-систем (рис. 8, 9). зниження її фактичної кількості в гранатово-апельсиновому купажі порівняно з середньоарифметичним значенням.

Таблиця 2

**Вміст аскорбінової кислоти у плодових соках (n = 3, p ≤ 0,05)**

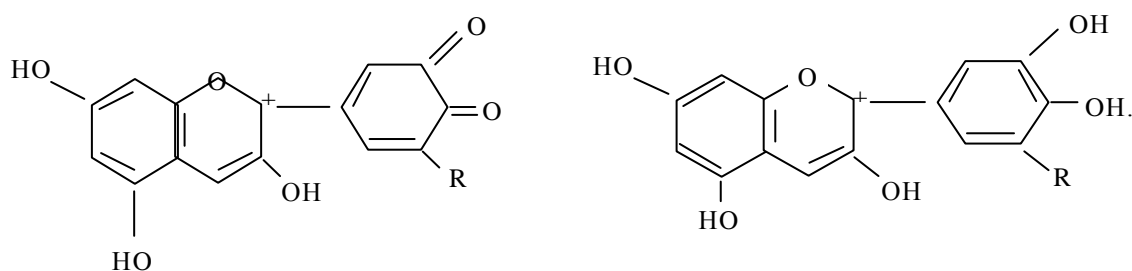
Сік після підігріву до 100 <sup>0</sup> С	Вміст аскорбінової кислоти, %
Апельсиновий	0,033
Гранатовий	0,005
Апельсиново-гранатовий (1:1)	0,011

Отримані результати відповідають даним електрохімічних досліджень, що дозволяє прогнозувати збільшення концентрації відновлених форм антоціанів гранатового соку (завдяки переходу аскорбінової кислоти цитрусового соку в дегідроформу) при купажуванні.

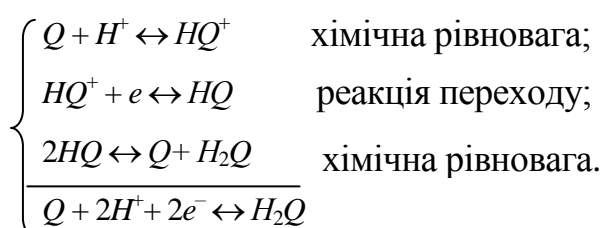
У четвертому розділі «Обґрунтування можливості гальмування окислювальних процесів у дисперсних системах продуктів перероблення плодів, забарвлених антоціанами» наведено наукове обґрунтування формування якості продуктів перероблення антоціановмісної сировини.

Реакція окислення-відновлення антоціанів (ціанідину) харчових продуктів є складною, тому що цей ОВ електрод у сумарному процесі обмінює два електрони. Із співвідношення анодної і катодної перенапруг переходу (рис. 10), базуючись на критерії, запропонованому Феттером впливає, що на електроді протікає одна реакція переходу (анодні та катодні тафелівські прямі мають однакову густину струму обміну та коефіцієнти переходу).

Порядки реакції дозволяють записати для речовини  $S_0$  катодної області реакції переходу у кислому середовищі  $S_0 = 1Q + 1H^+ = QH^+$  та для речовини  $S_B$  анодної області реакції переходу  $S_B = 1/2 \cdot (H_2Q + Q) + 0 H^+ = HQ$ , де  $Q$  та  $H_2Q$  відповідають формулам:



Механізм реакції у кислому середовищі:



Такий механізм реакції дозволяє узгодити функціонування поліфенолів як ОВ систем з науковими даними щодо інгібування ними вільно-радикального процесу окислення субстратів.

Так як використання відновлення з постійним потенціалом еквівалентне дії одного хімічного відновника, то визначаючи цей потенціал з даних електрохімічних досліджень кінетики процесу можливо провести відновлення речовин редокс-системи антоціанозабарвлених соків таким чином, щоб всі інші компоненти не зазнали змін.

Тривалість відновлення можливо розрахувати, базуючись на законі Фарадея. Регулюючи розмір поверхні електрода, можливо провести відновлення за 10 – 20 хвилин. Про закінчення процесу може свідчити досягнення силою струму сталого значення після поступового зниження. Відновлення 10%-го полуничного соку на Pt, з відокремленням католіту від аноліту діафрагмою та перемішуванні при сталому потенціалі катода ( $-0,3$  В відносно хлорсрібного електрода) дозволяє знизити кількість деполіаризатора (окислених форм антоціанів) катодного процесу (рис. 11) в області потенціалів, що відповідає переходу речовин редокс-системи. Аналіз поляризаційних кривих вказує, що в інших областях потенціалів ніяких змін не відбулося, що свідчить про можливість примусового переведення оборотно окислених антоціанів у відновлену форму у соковому середовищі. Органолептичні показники відновленого соку (смак, забарвлення, аромат) свідчать, що відновлююча дія електричного струму не дає побічних небажаних ефектів. Ефективність сталості досягнутого результату (переведення окислених форм речовин редокс-системи у відновлені) залежить від ступеня інактивації окислювальних ферментів сировини.

Криві відновлення лимонного соку (рис.12) свідчать, що у процесі термічної обробки йде окислення: порівнюючи криву свіжовичавленого соку (1) з кривою (2) соку після підігріву до  $100^{\circ}\text{C}$ , встановлено в останньому більш високий вміст окислених форм речовин редокс-системи. Інактивація ферментів, що відбулася при підігріванні соку, впливає на гальмування окислювальних процесів, про що свідчить підвищення з часом окислених форм у соці з неактивованими ферментами, тоді як вміст окислених форм у прокип'яченому соці майже не змінюється. Виробництво соків, забарвлених антоціанами, доцільно проводити згідно зі схемою (рис. 13):

Гальмування окислення антоціанів, яке забезпечують таким технологічним рішенням, є шляхом до виробництва продуктів високої якості.

**У п'ятому розділі «Розроблення критеріїв ідентифікації та оцінювання якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів**

Рис. 12. Катодні криві редокс-системи лимонного соку на Pt електроді при  $25^{\circ}\text{C}$  з перемішуванням:

1 – свіжовичавлений; 2 – прокип'ячений;

3 – свіжовичавлений через 6 годин;

4 – прокип'ячений через 6 годин

**та овочів»** обґрунтовано критерії, за якими можна охарактеризувати властивості, якість та натуральність продукту.

З метою контролю яко-

Рис. 14. Катодні криві ОВ системи чорноплідного робинового соку на Pt у 1М розчині KCl: сік до (1) та після (2) електролітичного відновлення

сті соків та сокових продуктів, забарвлених антоці-анами, доцільно визначити вміст речовин редокс-системи. Проведення електролітичного відновлення речовин редокс-систем соків на Pt та аналіз даних поляризаційних кривих (рис.14) до та після відновлення (із урахуванням механізму редокс-реакції антоціанів) дозволяє визначати у них не лише загальну кількість речовин редокс-системи, а й вміст окислених та відновлених форм.

Електрохімічні показники, порядок реакції та концентрації речовин пов'язані відомим співвідношенням:

$$\frac{\lg i_2 - \lg i_1}{\lg \frac{c_2}{c_1}} = z, \quad (1)$$

де  $i_2, i_1$  – густина струму відновлення (окислення), А/м<sup>2</sup>;  
 $c_2, c_1$  – концентрації окислених (відновлених) форм речовин;  
 $z$  – порядок реакції за окисленою (відновленою) формою.

Враховуючи, що електролітичне відновлення речовин редокс-системи 1%-го чорноплідногоробинового соку з інактивованими ферментами у кислому середовищі на Pt при перенапрузі  $-0,3$  В за двадцять хвилин дозволяє перевести у відновлену форму (згідно із законом Фарадея)  $0,18 \cdot 10^{-3}$  г антоціанів, та застосовуючи до прямолінійних ділянок катодних кривих для вихідного соку та соку після електролітичного відновлення (рис. 14) формулу (1), розраховано, що вміст окислених форм антоціанів у відновленому соку становить  $0,23 \cdot 10^{-3}$  г, а у вихідному –  $0,41 \cdot 10^{-3}$  г.

З анодних (рис.15) кривих вміст відновлених форм антоціанів у вихідному соку  $[Red]_{вих.} = 1,23 \cdot 10^{-3}$  г, а вміст відновлених форм антоціанів у соку після електролітичного відновлення речовин його редокс-системи:  $[Red]_{відновл.} = 1,23 \cdot 10^{-3} + 0,18 \cdot 10^{-3} = 1,41 \cdot 10^{-3}$  (г).

Якісні зміни речовин редокс-систем після електролітичного відновлення чорноплідногоробинового соку впливають на зміну співвідношення концентрацій окисленої і відновленої форм антоціанів:

– у вихідному соку:

$$\frac{[Ox]_{вих.}}{[Red]_{вих.}} = \frac{0,41 \cdot 10^{-3}}{1,23 \cdot 10^{-3}} = 0,33$$

– після відновлення:

$$\frac{[Ox]_{відновл.}}{[Red]_{відновл.}} = \frac{0,23 \cdot 10^{-3}}{1,41 \cdot 10^{-3}} = 0,16$$

Рис.15. Анодні криві ОВ системи чорноплідногоробинового соку з інактивованими ферментами на Pt електроді з перемішуванням у 1 М розчині КСІ: 1 – вихідний сік; 2 – сік після електролітичного відновлення

Цей показник при відновленні 10 %-го по-луничного соку (кількість отриманого заряду становить 0,4 Кл) знижується у 8 разів. Високе значення співвідношення окислених та віднов-

лених форм (*Ox/Red*) речовин редокс-системи (табл. 3) дозволяє пояснити властивість до обезбарвлення та потемніння полуничного соку при зберіганні.

Таблиця 3

### Показники якості антоціанозабарвлених соків

Плодові соки	Співвідношення <i>Ox/Red</i>	Загальний вміст антоціанів, мг/ 100 г	Концентрація відновлених форм, мг/ 100 г
Чорноплідно-горобиний	0,33	652,00	492,00
Малиновий	0,42	72,75	51,00
Полуничний	1,34	43,20	18,40

Зниження співвідношення концентрацій окисленої і відновленої форм речовини відображається у зниженні редокс-потенціалу соку згідно з рівнянням Нернста. Основним чинником, який впливає на величину редокс-потенціалу є значення стандартного потенціалу речовин, але зниження концентраційного члена рівняння Нернста має принципове значення. Ступінь можливого зниження редокс-потенціалу визначається початковим вмістом окислених та відновлених форм, а також параметрами електролітичного процесу. Розрахований з даних електрохімічних досліджень вміст антоціанів в чорноплідногоробинівому соку ( $0,41 \cdot 10^{-3} + 1,23 \cdot 10^{-3}$ ) г / (25 г 1 %-го розчину), або при перерахунку 652,00 мг/100 г соку добре узгоджується з величиною цього показника (637,5 мг/ 100 г), знайденого для чорноплідногоробинівому соку Г. Хомич оптичним методом.

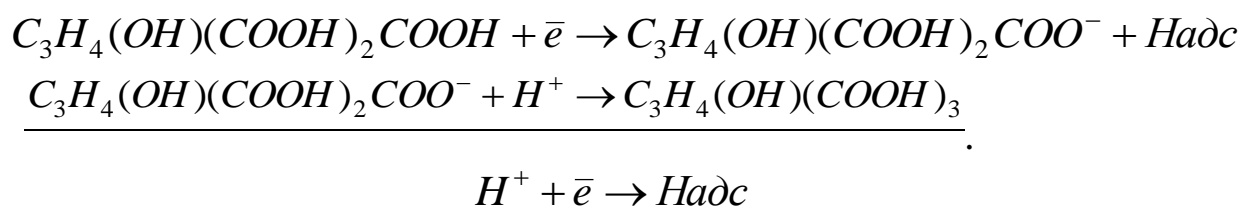
Проведені дослідження дозволяють розробити такий алгоритм контролю вмісту окислених і відновлених форм антоціанів у соках та сокових продуктах:

- відновити ОВ систему на гладкому Pt електроді при контрольованому потенціалі;
- розрахувати кількість відновленої речовини (антоціанів) за законом Фарадея;
- отримати експериментальні дані для побудови поляризаційних кривих Pt електроду, зануреного у вихідний і відновлений соки у катодній та анодній областях;
- побудувати поляризаційні криві; визначити вміст відновлених форм антоціанів з урахуванням порядку реакції (для ціанідину  $z_v=1/2$ ) та кількості відновленої речовини;
- за даними катодних поляризаційних кривих для Pt електроду, зануреного у вихідний і відновлений соки, визначити вміст окислених форм антоціанів з урахуванням порядку реакції (для ціанідину  $z_o=1$ ) та кількості відновленої речовини.

При прогнозуванні напряму взаємодії речовин редокс-систем у купажованих дисперсних системах продуктів перероблення плодів та овочів необхідно врахувати вплив кислотного чинника на рівень інтенсивності електродних процесів, що є функцією від порядків реакції речовин редокс-систем за воднем, та проаналізувати відповідність величини безструмового потенціалу інертного електрода, зануреного у дисперсну систему продуктів перероблення плодів та овочів, її ОВ спроможності. Для цього проведено аналіз кривих окислення чорноплідногоробинового соку з лимонною кислотою та без неї (рис.16), згідно з чим відхилення початкової ділянки поляризаційної кривої (при наявності у системі лимонної кислоти) у позитивну область не вказує на зміну ОВ властивостей. Так, величина рН не впливає на ОВ перехід речовин в анодній області перенапруг, про що свідчить збіг тафелівських ділянок кривих окислення для систем з лимонною кислотою та без неї. Для морквяного соку на початковому етапі анодної поляризації, підкислення лимонною кислотою також призводить до зсуву потенціалу у позитивну область порівняно із відповідними характеристиками для соку, підкисленого до того ж значення рН азотною кислотою (рис.16).

Аналіз кривих відновлення та окислення розчинів лимонної кислоти із застосуванням методу Фетгера дозволяє визначити порядки реакції та встановити, що компонент  $S_0$  (окислена форма) являє собою водень у лимонній кислоті, а компонент  $S_B$  (відновлена форма) – адсорбований водневий атом.

Механізм реакції:



Продукт першої стадії дослідженої реакції  $C_3H_4(OH)(COOH)_2COO^-$  регенерується шляхом хімічної взаємодії з основними донорами протонів — іонами  $H_3O^+$ . З цього встановлено, що механізм обміну електронів між розчином лимонної кислоти і платиною є ОВ, але антиоксидантна дія йому не притаманна. Потенціал Pt електрода, зануреного у дисперсну систему продуктів перероблення плодів та овочів, у відсутності зовнішнього струму не є рівноважним, а являє собою змішаний потенціал, при якому сумарна густина струму дорівнює нулю. Встановлений вплив природи та концентрації речовин редокс-систем, кислотності середовища та наявності речовин, які можуть бути переносчиками протонів, на формування величини потенціалу Pt електрода обумовлює доцільність використання цього показника при прогнозуванні споживних властивостей купажованих продуктів.

Фальсифікація натуральних продуктів перероблення плодів та овочів призводить до зниження вмісту природних речовин дисперсної системи, що має вплив на зміну властивостей дисперсної фази. Перерозподіл протиіонів у ПЕШ міцел дисперсної фази при розведенні соків спричиняє зміну елект-

рокінетичного потенціалу (рис. 17).

Згідно із сучасними уявленнями теорії коагуляції зниження концентрації дисперсної фази призводить до переходу частини протиіонів з адсорбційного шару у дифузний. Цей процес пояснює збільшення негативного значення  $\zeta$ -потенціалу на початковому етапі розведення. Подальше розведення призводить до десорбції потенціал-визначаючих іонів з поверхні, що виявляється у зниженні  $\zeta$ -потенціалу.

Питома електропро-відність соків, що складається з електропровідності дисперсної фази та електропровідності дисперсійного середовища, з причин, серед яких основний чинник належить змінам у ПЕШ міцел, також залежить від розведення.

Для всіх досліджених соків графіки залежності питомої електропровідності, перерахованої на часткову концентрацію соку, від його концентрації проходять через максимум (рис. 18). У формуванні величини електропровідності дисперсійного середовища найбільш важливе значення мають органічні кислоти. На ступінь їх дисоціації впливає природа і концентрація інших компонентів, серед яких і з цієї точки зору, і з погляду впливу на технологію виробництва соків особливо важливим є вміст цукрів. Збільшення вмісту сахарози з 5 до 9% призводить до зниження електропровідності 0,2%-го розчину лимонної кислоти на 0,009 См/м, що може бути пояснено її водовідбираючими властивостями.

Віднімаючи від значення електропровідності соку його складову, обумовлену кислотно-цукровим фактором, можна отримати величину, близьку до електропровідності дисперсної фази. Контролюючи показник зміни електропровідності речовин дисперсної фази при розчиненні (1:1) дистильованою водою, можна встановлювати факт фальсифікації соків. Вплив концентрації дисперсної фази вихідного соку на цей показник стає більш наочним при розгляданні його фізичного сенсу.

Еквівалентна електропровідність дисперсної фази вихідного соку становить:

$$\lambda_{\partial\phi 1} = \kappa_{\partial\phi 1} / c_{\partial\phi 1}, \quad (2)$$

де  $c_{\partial\phi 1}$  — концентрація дисперсної фази вихідного соку;

$\kappa_{\partial\phi 1}$  — питома електропровідність дисперсної фази вихідного соку, См/м.

Після розведення (1:1) водою:

$$\lambda_{\partial\phi 2} = \kappa_{\partial\phi 2} \cdot 2 / c_{\partial\phi 1}, \quad (3)$$

де  $\kappa_{\partial\phi 2}$  — питома електропровідність дисперсної фази розведеного соку, См/м.

Зміна еквівалентної електропровідності дисперсної фази при розведенні:

$$\Delta\lambda_{\partial\phi} = (2\kappa_{\partial\phi 2} - \kappa_{\partial\phi 1}) / c_{\partial\phi 1}. \quad (4)$$

$$\text{Звідки } \Delta\lambda_{\text{д.ф.}} \cdot c_{\text{д.ф1}} = 2\kappa_{\text{д.ф2}} - \kappa_{\text{д.ф1}}.$$

Таким чином, концентрація вихідного соку є функцією зміни питомої електропровідності дисперсної фази соку з урахуванням розведення (1 : 1).

Застосовуючи цей спосіб при порівнянні натурального та фальсифікованого через додання цукрового сиропу і лимонної кислоти яблучних соків, які характеризуються однаковими значеннями показників дисперсійного середовища (табл.4), можна встановити факт фальсифікації.

Таблиця 4

**Порівняльна характеристика електропровідності фальсифікованого та справжнього соків**

Сік	Титрована кислотність, за лимонною кислотою, %	Вміст розчинних сухих речовин, %	$\kappa_{\text{соку}}$ , См/м	$\Delta\kappa_{\text{д.ф.}}$ при розведенні 1 : 1 водою
Яблучний натуральний	0,37	15,2	0,181	0,053
Яблучний фальсифікований	0,37	15,2	0,16	0,028

Проведені дослідження дозволяють розробити такий алгоритм визначення натуральності соків за властивостями дисперсної фази:

- приготування контрольного розчину;
- визначення константи електролітичної комірки;
- вимірювання електричного опору соку та контрольного розчину;
- вимірювання електричного опору соку та контрольного розчину після розведення їх дистильованою водою (1 : 1);
- оброблення результатів вимірювань.

**У шостому розділі «Методологічні основи розроблення рецептур та регулювання структури продуктів перероблення плодів та овочів»** проаналізовано вплив факторів стійкості на формування якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів, обґрунтовано методологічні основи розроблення рецептур продуктів високої якості, що базуються на встановленні відповідності між сировиною, видом продукту та його структурою, напрямом редокс-реакцій та збереженістю його біологічної цінності та кольору.

Проведені дослідження дозволяють узагальнити фактори, що впливають на зниження рівня агрегативної стійкості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів (рис. 19).

Одним із факторів, що сприяє утворенню стійкої до розшарування харчової системи, є знаходження високомолекулярних речовин у найбільш роз-

чинному стані. Фактор наявності гідратної оболонки на поверхні частинок дисперсної фази також сприяє підвищенню агрегативної стійкості системи. Додання сахарози, що є необхідним елементом у виробництві майже усіх видів фруктових та ягідних консервів, за винятком натуральних, призводить до змін властивостей високомолекулярних речовин та всієї системи: адсорбуючись на поверхні полісахаридної природи, згідно з ізотермою адсорбції (рис. 20), сахароза віднімає частину води від функціональних груп високомолекулярних речовин, у результаті чого знижується їх дисоціація і, внаслідок цього – заряд, а також ліофільні властивості. Заряд частинок безпосередньо впливає на електропровідність, що узгоджується з експериментальними даними (рис. 21).

Цей фактор відображується у відмінності величини електропровідності різних фракцій плодових соків — рідкої фракції, осаду та м'якоті, що спливає. При купажуванні, у результаті утворення гідрофільно-гідрофобних сполук, може бути сформована стабільна структура як в абрикосово-черешневому купажі.

Регулювання структури системи з метою підвищення її спроможності віддавати вологу має принципове значення при виробництві концентрованої продукції. Зв'язок між структурою продукту і рівнем складності відділення від неї вологи ми встановлювали для томатної системи. Базуючись на наукових працях Сімха, Ейріха, Фріша, що показали принципову можливість адсорбції гнучких і довгих молекул полімерів на поверхні дисперсної фази, ми пояснювали зміни електрокінетичної рухливості частинок (рис. 22) чинником структуроутворення у системі.

Виробництво томатопродуктів згідно зі схемою (рис. 23) дозволяє отримати м'якоть, що містить у 2 рази більше речовин дисперсної фази, ніж у протертих помідорах. Відсутність процесу уварювання томатної маси сприяє збереженню біологічної цінності продукту: втрати аскорбінової кислоти у

м'якоті, що отримана відділенням рідкої фракції з томатів механізованого збору, становили 3% від вмісту у протертих томатах (0,018%). Показник вмісту речовин дисперсної фази у цьому продукті вищий, ніж в існуючих аналогах (табл. 5).

Таблиця 5

**Характеристика якісних параметрів томатопродуктів (n = 3, p ≤ 0,05)**

Об'єкт дослідження	Вміст речовин дисперсної фази, %	Загальні сухі речовини, %	Титрована кислотність (у перерахунку на яблучну), %	Цукор, %
Томатна паста з томатів ручного збору	3,4	30	3	22,5
Пюре з томатів механізованого збору	4,3	12	0,7	6,4
Протерті томати механізованого збору	2,5	7	0,4	3,7
М'якоть, отримана відокремленням рідкої фракції з томатів механізованого збору	5	9,5	0,4	3,7
Те ж, з додаванням лимонної кислоти і цукру	5	12	0,7	5,8

Прогнозування напряму структурних перетворень у системі та інших процесів, що впливають на формування якості, необхідно при розробленні рецептур купажованої продукції. Можливість використання купажування для регулювання споживних властивостей плодкових соків та пюре може бути реалізована лише за умови відповідності процесів формування структури виду продукту.

Для прогнозування стабільності колоїдно-хімічної структури купажів доцільно використовувати показник ЕРС гальванічного ланцюга, утвореного поєднанням через електролітичний місток соково-платинових напівелементів (табл. 6).

Таблиця 6

**Залежність стійкості дисперсної системи купажованих соків від значення ЕРС гальванічного ланцюга**

Купаж	Позитивний полюс гальванічного елемента	Величина ЕРС, В	Стійкість системи до розшарування
Морквяно-яблучний	Pt електрод, занурений в яблучний сік	0,1	Низька

Вишнево-помаранчевий	Pt електрод, занурений у вишневий сік	0,1	Низька
Яблучно-огірковий	Pt електрод, занурений в яблучний сік	0,17	Низька
Яблучно-черешневий	—	0	Висока
Яблучно-абрикосовий	—	0	Висока
Морквяно-морквяний підкислений	Pt електрод, занурений у підкислений сік	0,07	Низька

Найбільш стійкими до розшарування є системи, для яких рівень цього показника наближається до нуля, що вказує на відсутність термодинамічної можливості протікання процесів, викликаних відмінністю у властивостях соків, що купажують. Порівняно висока стійкість до розшарування купажів з рідкою фракцією томатів обумовлює доцільність її використання при розробленні нових видів не лише овочевих, а й овоче-фруктових купажів.

Розроблено схему вибору виду продукції за критерієм ЕРС (рис. 24). За цією схемою встановлено доцільність виробництва таких купажованих освітлених соків, які схильні до самоосвітлювання та характеризуються інтенсивним забарвленням: вишнево-помаранчевого, вишнево-яблучного, огірково-черешневого. Малостійка система абрикосово-вишневого купажу, компоненти якого є джерелом  $\beta$ -каротину, забезпечує доцільність вироблення соків з м'якоттю та цукром, а також пюре.

Висока якість купажованої продукції може бути забезпечена підбором компонентів з урахуванням напрямку протікання ОВ процесів.

Рис. 24. Обґрунтування вибору виду купаженої продукції

Встановлена антиоксидантна дія редокс-системи апельсинового соку на редокс-систему яблучного дозволяє обґрунтувати доцільність виробництва купаженого продукту високої якості. Застосування критерію сумісності компонентів з точки зору термодинамічної можливості стабілізації кольору— розташування області редокс-реакцій поляризаційних кривих компонентів, забезпечує можливість враховувати фактор редокс-переходів при розробленні нового асортименту продукції (табл. 7).

Таблиця 7

**Підбір компонентів купажів з високим збереженням природного кольору**

Основний компонент	Природне джерело стабілізатора кольору купажу
Морквяний сік з м'якоттю, пюре	Апельсиновий сік, пюре. Капустяний сік
Яблучний сік, пюре. Абрикосовий сік с м'якоттю, пюре. Грушевий сік, пюре	Апельсиновий сік, пюре. Мандариновий сік
Антоціанозабарвлені соки: малиновий, гранатовий та інші	Соки з цитрусових

Врахування особливостей складу та будови дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів дозволяє впливати на формування їх споживних властивостей (табл. 8), прогнозувати та регулювати якість (рис.25).

Таблиця 8

**Вплив особливостей складу та будови дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів на формування їх споживних властивостей**

Показник	Критерії оцінювання	Споживні властивості	Метод регулювання
Стійкість структури	Ліофільність дисперсної фази, величина ЕРС гальванічного елемента для купажованих систем	Збереження товарного вигляду за консистенцією	Вибір виду продукції за вмістом завислих частинок
Характер редокс-взаємодії	Розташування області редокс-переходів	Біологічна цінність, колір та їх стійкість	Вибір компонентів
Вміст вітамінів	Дані хімічного складу	Біологічна цінність	Підбір компонентів, вибір сировини
Співвідношення між вмістом цукрів та кислот	Цукрово-кислотний індекс	Смак	Підбір компонентів

Вміст запашних речовин	Число аромату, індекс розведення	Запах	Вибір сировини, компонентів
Структура дисперсної фази	Кількість м'якоті	Консистенція	Оптимізація рецептури, підбір компонентів
Наявність пігментів	Оптична густина за ФЕК, візуально	Колір, його збереження	Підбір компонентів
Кінетична стійкість до седиментації	Константа седиментації	Швидкість розшарування	В'язкість дисперсійного середовища, розмір частинок дисперсної фази

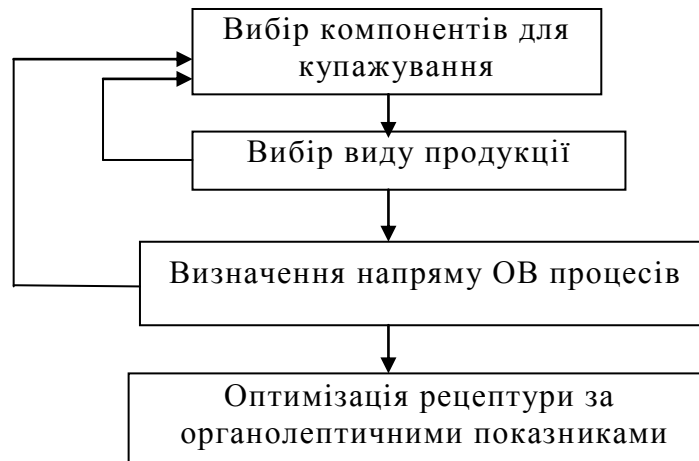


Рис. 25. Схема розроблення рецептур купажованої продукції

Використання природної спрямованості процесів у дисперсних системах продуктів перероблення плодів та овочів є необхідним елементом виробництва якісних продуктів харчування, у тому числі натуральних.

## ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне обґрунтування і нове вирішення наукової проблеми формування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів. На основі прогнозування і регулювання структурних і окислювальних перетворень у системі, а також показників, що відображують натуральність її компонентів, сформована теоретична база для виробництва та контролю якості плодової та овочевої продукції з високими споживними властивостями.

Основні наукові та практичні результати роботи можуть бути сформульовані за такими висновками:

1. Визначено взаємозв'язок властивостей і складу гетерогенної системи, в яку трансформується рослинна сировина у процесі перероблення, що обумовлюється наявністю адсорбційних рівноваг, фазових переходів і впливу компонентів системи на структуру подвійного електричного шару міцел дисперсної фази.

2. Встановлено, що формування біологічної цінності та кольорової стійкості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів залежить від спрямованості редокс-процесів, до яких залучені аскорбінова кислота, пігменти (антоціани).

Встановлено, що окислювальний перехід речовин поліфенольної природи редокс-системи цитрусових є спряженим із відновним процесом, який протікає у системі «аскорбінова кислота – дегідроаскорбінова кислота», що відповідає загальновідомим фактам про мінімальні втрати вітаміну С при виробництві та зберіганні саме цитрусових соків. У системах, забарвлених антоціанами, аскорбінова кислота є відновлюючим агентом окислених форм пігментів, що підтверджує можливість обезбарвлення системи під дією продуктів розпаду аскорбінової кислоти.

3. Збереження біологічної цінності та кольорової стійкості купажованої продукції може бути забезпечено підбором компонентів з урахуванням спрямованості протікання редокс-реакцій, яку визначають електрохімічним методом. Результати досліджень свідчать про можливість використання апельсинового соку та пюре, капустиного соку як природних стабілізаторів кольору морквяного соку, а соки із цитрусових є джерелом антиоксидантів для антоціанозабарвлених соків, яблучного, абрикосового, грушевого соків та пюре.

4. Обґрунтовано можливість використання властивостей дисперсної фази продуктів перероблення плодів та овочів для їх ідентифікації. Розроблено керівний документ «Методика вимірювання величини зміни електропровідності дисперсної фази кондуктометричним методом для встановлення факту фальсифікації соків плодових», що базується на властивості зміни структури подвійного електричного шару міцел дисперсної фази при розведенні.

Проведено метрологічну експертизу методики, внаслідок чого надано «Висновок» Одеським державним центром стандартизації, метрології і сертифікації від 16.12.2002 р. Достовірність використання як критерію натуральності соків показника зміни величини питомої електропровідності дисперсної фази при розчиненні (1 : 1) дистильованою водою (з урахуванням розведення) підтверджується актом апробації способу у відділі оцінки якості і технологій ДНДПКІ «Консервпромкомплекс».

5. Вивчено механізм окислювально-відновних переходів ціанідину, згідно з яким перехід електронів проходить в одній реакції з наступним диспропорціонуванням семіхінона. Отримані дані про механізм реакції підтверджують існуючі теорії, згідно з якими в системі високозаміщених хінонів і хіноїдних речовин може знаходитися значна кількість семіхінонів. З механізму реакції випливає, що процес полімеризації антоціанів (перехід «речовина середовища – речовина фази») не зачіпає відновлених форм. Визначений механізм дозволяє узгодити дані про функціонування поліфенолів як окислювально-відновних систем і інгібіторів рідкофазного окислення субстратів.

6. Запропоновано метод контролю вмісту окислених і відновлених

форм антоціанів у плодових соках, який базується на порівнянні даних анодної та катодної поляризації окислювально-відновного електрода до та після оборотного відновлення антоціанів з урахуванням маси відновленої речовини та порядків реакції. Встановлені концентрації відновлених та окислених форм антоціанів (для чорноплідного робинового соку – 492,00 мг/100г та 160,00 мг/100г відповідно, а для малинового – відповідно 51,00 мг/100г та 21,75 мг/100г) добре узгоджуються із загальним вмістом антоціанів, дослідженим іншими авторами оптичними методами.

Розроблено керівний документ «Методика вимірювання даних анодної і катодної поляризації окислювально-відновного електрода на платині для встановлення вмісту окислених і відновлених форм антоціанів у антоціанозабарвлених соках». Проведено метрологічну експертизу методики, внаслідок чого виданий «Висновок» Одеським державним центром стандартизації, метрології і сертифікації від 26.03.2007 р.

7. Обґрунтовано використання співвідношення концентрацій оборотно окислених та відновлених форм антоціанів (*Ox/Red*) для характеристики рівня інтенсивності протікання окислювальних процесів у дисперсних системах продуктів перероблення плодів та овочів. Встановлено мінімальні специфікації якості у вигляді характеристики *Ox/Red* для чорноплідного робинового соку (не більше 0,33), малинового соку (не більше 0,42) та полуничного соку (не більше 1,34). Порівняно високе значення показника *Ox/Red* для полуничного соку узгоджується з його властивістю до обезбарвлення при зберіганні.

8. Встановлено можливість підвищення якості продукції, забарвленої антоціанами, яка базується на гальмуванні швидкості протікання окислювальних процесів за допомогою використання відновлюючої дії електричного струму. Розроблено новий технологічний підхід та НТД на виробництво соків, забарвлених антоціанами, відповідно до яких примусове переведення окислених форм антоціанів у відновлені необхідно проводити з відокремленням католіту від аноліту і перемішуванням, при постійному потенціалі інертного до сокового середовища Pt катода, що відповідає максимальному значенню густини струму тафелівської прямої відновлення окислювально-відновної системи соку і не перевищує потенціалу виділення водню до тих пір, поки густина струму не знизиться до сталого значення (10 – 20 хв.). Результат обробки виявляється у зниженні показника *Ox/Red* до 0,16.

Достовірність отриманих результатів підтверджується актом апробації у відділі розробки й упровадження пілотних установок ДНДПКІ «Консерв-промкомплекс».

9. Розроблена методологія дозволяє регулювати якість концентрованої продукції, зокрема томатопродуктів із сировини машинного збирання. Встановлено, що інтенсифікувати процес розподілення на фракції доцільно через застосування методу зниження ентропійного фактору стійкості. Необхідного ефекту руйнування пектолітичними ферментами сировини структури, утвореної адсорбцією молекул розчинних пектинових речовин окремими своїми ланками на поверхні частинок дисперсної фази, можна досягти

при підігріві томатної маси протягом 5 хв до 80 °С, при якому вона витримувалася не менше 60 с. при температурі 45 – 60 °С.

Достовірність даного способу, який дозволяє забезпечити вміст речовин дисперсної фази в отриманому томатопродукті 5%, що значно перевищує цей показник для існуючих аналогів, підтверджується актом апробації у відділі харчових технологій ДНДПКІ «Консервпромкомплекс».

Рідку фракцію томатів з інактивованою ферментною системою, крім загальноприйнятого концентрування, доцільно використовувати для купажування. Встановлено, що заміна овочевого компонента (гарбузового соку) рідкою фракцією томатів дозволяє підвищити стійкість структури купажів із вмістом виноградного, порічкового соків, що пов'язано зі зниженням у продукті концентрації речовин, які схильні до фазових переходів.

10. Сформовано методологічні основи розробки рецептур продуктів перероблення плодів та овочів високої якості, які базуються на встановленні відповідності між сировиною, видом продукції та її структурою; спрямованістю протікання редокс-реакцій і збереженістю біологічної цінності та органолептичних характеристик. Критерієм колоїдно-хімічної сумісності компонентів є величина ЕРС гальванічного елемента, утвореного зануренням Pt електродів у соки, що купажують, поєднані електролітичним містком. Високе значення ЕРС (> 0,1 В) свідчить про термодинамічну можливість процесів, що призводять до швидкого розшарування (огірково-вишневий, вишнево-яблучний купажі). Найбільш стійкі системи, рівень ЕРС яких наближується до нуля (яблучно-абрикосова, абрикосово-черешнева).

Достовірність отриманих даних підтверджується результатами апробації способу прогнозування стійкості купажованих соків до розшарування, проведеної у відділі оцінки якості процесів і продукції ДНДПКІ «Консервпромкомплекс».

11. Розроблені методики («Методика вимірювання величини зміни електропровідності дисперсної фази кондуктометричним методом для встановлення факту фальсифікації соків плодових» та «Методика вимірювання даних анодної і катодної поляризації окислювально-відновного електрода на платині для встановлення вмісту окислених і відновлених форм антоціанів у антоціано-забарвлених соках») рекомендовані для використання при встановленні якості та безпеки соків Національною комісією України з Кодексу Аліментаріус.

## **Список опублікованих праць, за темою дисертації**

### **Монографія**

Бочарова, О.В. Формирование качества соков, окрашенных антоцианами: монография. — Одесса : Друк, 2008.—128 с. — 500 экз. — ISBN 978-966-2907-99-7.

### **Статті у наукових фахових виданнях**

1. Борисов В.О. Вплив концентрації дисперсної фази фруктових та овочевих консервів на їх колоїдно-хімічні властивості / В.О. Борисов, О.В. Бочарова, В.М. Тищенко // Наук. пр. – Одеса : ОДАХТ. – 1999. – Вип. 20. – С.142 – 143.
2. Бочарова, О.В. Вплив розчинення плодкових соків на рівень їх агрегативної стійкості / О.В. Бочарова // Обладн. та технології харч. вир-в. – Донецьк : Дон ДУЕТ. – 1999. – Вип. 3. – С. 358 – 361.
3. Бочарова О.В. Анализ роли карбанионов в формировании поверхностного заряда частиц фруктовых и овощных соков / О.В. Бочарова // Холодильн. техника и технология. – 2000. – Вып. 65. – С. 107 – 109.
4. Гришин, М.А. Изменение свободной поверхностной энергии яблочного сока под влиянием различных технологических воздействий / М.А. Гришин, О.В. Бочарова // Холодильн. техника и технология. – 2000. – Вып. 66. – С.77 - 80.
5. Гришин М.А. Влияние особенностей химического состава плодовых соков на свойства образующейся коллоидной системы / М.А. Гришин, О.В. Бочарова // Прогресив. технології та удоскон. процесів харч. вир-в. – Харків : ХДАТОХ. – 2000. – Ч. 1. – С. 104 – 107.
6. Гришин М.А. Анализ сольватационного фактора коллоидно-химической устойчивости плодовых соков / М.А. Гришин, О.В. Бочарова // Холодильн. техника і технологія. – 2001. – Вип. 4 (73). – С. 34 – 37.
7. Грішин М.О. Визначення зміни потенціалу поверхні полісахаридних міцел розведеної томатної пасти при доданні до неї яблучної кислоти / М.О. Грішин, О.В. Бочарова, Є.М. Долинський // Наук. пр. — Одеса : ОДАХТ. – 2001. – Вип. 22. – С. 14 – 17.
8. Бочарова, О.В. Анализ "совместимости" компонентов купажируемых соков с точки зрения стабильности их коллоидно-химической структуры / О.В. Бочарова // Вісник Харк. держ. техн. ун-та. сіл. гос-ва. – Харків : ХДТУСГ. – 2001. – Вип. 5. – С. 226 – 231.
9. Грішин, М.О. Деякі особливості визначення натуральності плодкових соків / М.О. Грішин, О.В. Бочарова // Наук. пр. – Одеса : ОДАХТ. – 2002. – Вип. 23. – С. 135 – 137.
10. Бочарова О.В. Деякі особливості прогнозування колоїдно- хімічної стійкості плодкових соків / О.В. Бочарова // Холодильн. техника і технологія. – № 2 (76). – 2002. – С. 55 – 58.
11. Бочарова, О.В. Деякі особливості формування редокс-потенціалу плодкових соків / О.В. Бочарова // Холодильн. техника і технологія. – 2002. – № 3 (77). – С. 50 – 53.
12. Бочарова, О.В. Обґрунтування механізму окислювально - відновних перетворень антоціанів у плодкових соках / О.В. Бочарова // Холодильн. техника і технологія. – 2002. – № 4 (78). – С. 60 – 63.
13. Грішин, М.О. Аналіз вірогідності даних електрохімічних досліджень плодкових соків / М.О. Грішин, О.В. Бочарова, С.О. Вітошко // Холодильн. техника і технологія. — 2002. — № 5 (79). — С. 59 – 62.
14. Бочарова О.В. Аналіз процесу стабілізації окислення соків, забарвлених антоціанами / О.В. Бочарова // Холодильн. техника і технологія. – 2002. – № 6 (80). –

- С. 76 – 79.
15. Безусов А.Т. Функціональний наповнювач для непрозорих напоїв / А.Т. Безусов, І.А. Устенко, О.В. Бочарова // Обладн. та технології харч. вир-в. – Донецьк : ДонДУЕТ. – 2002. – Вип.7. – С. 182 – 187.
  16. Грішин, М.О. Окислювально-відновні властивості плодкових соків / М.О. Грішин, О.В. Бочарова // Харч. і перероб. пром-сть. – 2002. – № 11. – С. 20 – 21.
  17. Бочарова, О.В. Редокс - системи плодкових соків / О.В. Бочарова // Харч. і перероб. пром-сть. – 2002. – № 12. – С. 21 – 22.
  18. Бочарова, О.В., Грішин М.О. Рівень окислювально-відновних процесів у плодкових соках / О.В. Бочарова, М.О. Грішин // Харч. і перероб. пром-сть. – 2003. – № 1. – С. 20 – 21.
  19. Бочарова, О.В. Стабілізація окислення плодкових соків / О.В. Бочарова // Харч. і перероб. пром-сть. — 2003. — № 2. — С. 23 — 24.
  20. Бочарова, О.В. Електролітичне відновлення речовин редокс-системи чорноплідногогоробинового соку / О.В. Бочарова // Харч. і перероб. пром-сть. – 2003. – № 3. – С. 19 – 20.
  21. Гришин, М. Анализ коллоидно–химического строения и свойств дисперсных систем / М. Гришин, О. Бочарова // Холодил. техніка і технологія. – 2003. – № 1 (81). – С. 71 – 76.
  22. Грішин, М.О. Особливості розробки концентрованих томатопродуктів / М.О. Грішин, О.В. Бочарова // Вісник ДонДУЕТ. – Донецьк : – 2003. – Вип. 1(17)'. — С. 193 – 197.
  23. Бочарова О.В. Особливості визначення редокс-потенціалу харчових продуктів / О.В. Бочарова // Наук. пр. – Одеса : ОДАХТ. – 2004. – Вип. 27. – С. 120 – 123.
  24. Сердюк, Л. В. К вопросу о природе стабилизаторов консистенции пищевых дисперсных систем /Л.В. Сердюк, О.В. Бочарова // Наук. пр. – Одеса : ОДАХТ. – 2006. – Вип. 29 –Т. 1 – С. 44 – 46.
  25. Грішин, М.О. Інтенсивність забарвлення купажованих соків / М.О. Грішин, О.В. Бочарова, О.О. Євдокимова // Харч. і перероб. пром-сть. – 2008. – № 7. – С. 19 – 20.
  26. Бочарова, О.В. Біологічна цінність плодкових соків / О.В. Бочарова, Н.В., Доценко, М.О. Грішин // Харч. і перероб. пром-сть. – 2008. – № 8 – 9. – С. 14 – 15.
  27. Бочарова, О.В. Специфіка формування та оцінювання органолептичних показників плодової продукції / О.В. Бочарова, М.О. Грішин // Харч. і перероб. пром-сть. – 2009. – № 7- 8. – С. 19 – 20.
  28. Бочарова, О.В. Регулювання споживних властивостей купажованих соків та пюре / О.В. Бочарова // Харч. наука і технологія. – 2009. – № 3 (8). – С. 19 – 21.

#### **Патент на винахід**

29. Патент 63012 України. МКИ G 01 N 27/06, A 23 L 2/02. Спосіб визначення натуральності плодкових соків: МКИ G 01 N 27/06, A 23 L 2/02 / О.В. Бочарова

№ 2000127254; заявл. 18.12.00; опубл. 15.10.04, Бюл. № 1. – 2 с.

### **Деклараційні патенти на винаходи**

30. Патент 40251А України. МКИ А 23 L 1/212 Спосіб виробництва томатопродуктів МКИ А 23 L 1/212/ О.В. Бочарова № 2000116154; заявл. 01.11.00; опубл. 16.07.01, Бюл. № 6. — 2 с.
31. Патент 42240А України. МКИ А 23 L 2/02. Спосіб виробництва купажованих соків: МКИ G 01 N 27/06, А 23 L 2/02 / О.В. Бочарова, М.О. Грішин. — № 2000116849, заявл. 30.11.00; опубл. 15.10.01, Бюл. № 9. — 2 с.
32. Патент 50617 А України. МКИ А 23 L 2/02. Спосіб стабілізації окислення антоціанів плодкових соків: МКИ А 23 L 2/02 / О.В. Бочарова, М.О. Грішин № 2002031884 заявл. 07.03.02; опубл. 15.10.02, Бюл. № 10. – 2 с.

### **Деклараційні патенти на корисні моделі**

33. Патент 4562 України. МКИ А 23 L 2/02. Спосіб купажування плодкових напівфабрикатів: МКИ G 01 N 27/06, А 23 L 2/02 / О.В. Бочарова, М.О. Грішин, Н.В. Бахмутян, О.Б. Чабанова № 20040604352; заявл. 04.06.2004; опубл. 17.01.05, Бюл. № 1. – 2 с.
34. Патент 5441 України. МКИ А 23 L 2/02, G 01 N 27/26. Спосіб визначення вмісту антоціанів в рідких харчових системах: МКИ А 23 L 2/02, G 01 N 27/26 / М.О. Грішин, О.В. Бочарова № 20040604354 заявл. 04.06.04; опубл. 15.03.05, Бюл. № 3. – 3 с.

### **Тези доповідей та матеріали наукових конференцій**

35. Гришин, М.А. Новый подход к установлению подлинности плодовых соков/ М.А. Гришин, О.В. Бочарова // Зб. наук. ст. наук.-практ. конф. «Перспективные направления развития пищевой промышленности». – Одеса : ОЦНТЕІ. – 2003. – С. 50 – 54.
36. Гришин, М.А. Особенности производства томатопродуктов/ М.А. Гришин, О.В. Бочарова // Зб. наук. ст. наук.-практич. конф. «Перспективные направления развития пищ. пром-сти»/ 25–26 березня 2004 р. – Одеса: ОЦНТЕІ, 2004. – С. 26 – 29.
37. Гришин, М.А. Изучение жидкой фракции томатов как компонента купажируемой продукции/ М.А. Гришин, О.В. Бочарова // материалы II Междунар. науч.-техн. конф. «Прогрессивные технол. и оборудование для пищ. пром-ти»/ 22–24 вересня. 2004 р. – Воронеж, Ч.1 – С. 80 – 81.
38. Бочарова, О.В. Принципи створення якісного продукту/ О.В. Бочарова, М.О. Грішин // матеріали II Всеукраїнс. конф. «Проблеми управління якістю». – Київ, 2004. – С. 40.
39. Гришин М.А. Электрохимический контроль антоцианов в плодовых соках/ М.А. Гришин, О.В. Бочарова // труды IV Междунар. науч.-практич. конф. «Пища, экология, качество»/ Краснообськ 23–24 вересня 2004 р. – Новосибирськ, 2004. – С. 361– 365.
40. Гришин, М.А. Роль пигментов плодов в формировании качества пищевых

- продуктов/ М.А. Гришин, О.В. Бочарова, С.А. Витошко // материалы VII Міжнар. наук.-практич. конф. «Наука і освіта 2004» – Т. 53 – Хімія та хімічні технології / 10–25 лютого 2004 р. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2004. – С. 9 – 10.
41. Гришин, М.А. Электрохимический метод торможения окислительных процессов как основа повышения качества соков, окрашенных антоцианами / М.А. Гришин, О.В. Бочарова, С.А. Витошко // материалы IV Пром. конф. с междунар. участием и выставки / 2–7 лютого 2004 р. – п. Славське, Карпати, 2004. – С. 65 – 66.
  42. Гришин, М.А. Влияние структуры пигментов на качество соков, окрашенных антоцианами/ М.А. Гришин, О.В. Бочарова, С.А. Витошко // материалы III Міжнар. наук.-практич. конф. «Динаміка наук. досліджень 2004» / 21–30 червня 2004 р. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2004. – Т. 68. – Хімія та хімічні технології. – С. 42 – 43.
  43. Бочарова, О.В. Особенности введения подслащивающих веществ в продукты переработки плодов / О.В. Бочарова, С.А. Витошко // материалы V Пром.конф. с междунар. участием / 21–25 лютого 2005р. – п. Славське, Карпати, 2005. – С. 25 – 26.
  44. Гришин, М.А. Анализ фактора растворимости веществ плодовых систем на формирование их качества / М.А. Гришин, О.В. Бочарова, О.Б Чабанова // материалы V Пром. конф. с междунар. участием / 21–25 лютого 2005 р. – п. Славське, Карпати, 2005. – С. 50 – 51.
  45. Бочарова, О.В. Торможение скорости протекания нежелательных процессов при производстве купажированных соков/ О.В. Бочарова, О.Б Чабанова // материалы V Пром. конф. с междунар. участием / 21–25 лютого 2005 р. – п. Славське, Карпати, 2005. – С. 23 – 25.
  46. Бочарова, О.В. Особенности концентрирования плодовых систем / О.В. Бочарова, М.А. Гришин, О.Б Чабанова // материалы V Пром. конф. с междунар. участием / 21–25 лютого 2005р. – п. Славське, Карпати, 2005. – С. 26 – 27.
  47. Бочарова, О.В. Про оцінку точності дослідження якості продукції / О.В. Бочарова, О.А. Кручек // Програма і матеріали 73-ї наук. конф. – Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХ ст.». – К. : НУХТ, 2007. – Ч. 2. – С. 12.

У роботах 4–6, 9, 13, 16, 18, 21, 22, 24–27, 35–47 автором проведено літературний пошук, розроблено методологію досліджень, проведено експериментальні дослідження, узагальнено результати, здійснено підготовку матеріалів до публікації. У роботах 1, 7, 15, автор організував та брав участь в експериментальних дослідженнях, здійснив корегування методик експериментів, обробку даних та підготовку їх до друку. У роботах 31–34 автор розробив патент, підготував матеріал до патентування.

## АНОТАЦІЯ

**Бочарова О. В. Наукове обґрунтування методології формування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів. — Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.15 – товаровознавство. – Київський національний торговельно-економічний університет, Київ, 2010.

У дисертації сформульовано основні методологічні підходи до формування та контролю якості дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів. Визначено роль речовин продуктів перероблення плодів та овочів у формуванні їх колоїдно-хімічної структури. Обґрунтовано доцільність та розроблено методику ідентифікації натуральних соків за властивостями їх дисперсної фази.

Розроблено теоретичну базу для прогнозування і регулювання структурних та окислювальних процесів, які протікають у дисперсних системах продуктів перероблення плодів та овочів і впливають на формування їх якості. Обґрунтовано використання відновлюючої дії електричного струму як антиоксиданта редокс-системи антоціановмісних соків. Розроблено методику визначення вмісту окислених і відновлених форм антоціанів у соках та сокових продуктах. Обґрунтовано використання за критерій якості антоціанозабарвлених соків співвідношення концентрацій оборотно окислених та відновлених форм антоціанів.

Розроблені методики схвалені Національною комісією України з Кодексу Аліментаріус та рекомендовані для використання при проведенні контролю якості сокової продукції.

Досліджено вплив особливостей складу та будови дисперсних систем продуктів перероблення плодів та овочів на формування їх споживних властивостей. Розроблено теоретичну базу для підвищення якості концентрованих систем, зокрема томатопродуктів, що забезпечує можливість інтенсифікації процесу розподілу маси на фракції. Результати роботи підтверджено актами промислової апробації.

**Ключові слова:** дисперсна система продуктів перероблення плодів та овочів, редокс-система, формування якості, контроль якості, антоціани, соки.

## АННОТАЦІЯ

**Бочарова О. В. Научное обоснование методологии формирования и контроля качества дисперсных систем продуктов переработки плодов и овощей. — Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.15 – товароведение. – Киевский национальный торговельно-экономический университет, Киев, 2010.

Диссертационная работа посвящена разработке методологии формирования и контроля качества дисперсных систем продуктов переработки плодов и ово-

щей. Разработана теоретическая база для прогнозирования и регулирования структурных и окислительных процессов в плодовой и овощной продукции.

Установлена роль веществ плодов и овощей в формировании коллоидно-химической структуры продукции. Проведено исследование ультраструктуры дисперсных систем переработки плодов и овощей, в соответствии с чем установлено, что их свойства определяются не только физическими и химическими свойствами веществ, но и закономерностями, обусловленными особым состоянием материи, присущим коллоидной степени дисперсности. Исследовано влияние адсорбционных взаимодействий, фазовых переходов, редокс-процессов на взаимосвязь свойств и состава фруктовой и овощной продукции.

Исследовано влияние редокс-процессов на формирование биологической ценности и цветовой стабильности продукта. В качестве критерия направленности редокс-процессов при купажировании предложено расположение тафелевских участков поляризационных кривых. Рассмотрено взаимодействие сопряженных систем «полифенол восстановленный — полифенол окисленный» и «аскорбиновая кислота — дегидроаскорбиновая кислота» в продукции из растительного сырья. Установлена роль антиоксидантного действия веществ полифенольной системы цитрусовых на стабильность аскорбиновой кислоты.

Установлен механизм окислительно-восстановительных переходов антоцианов в соках и соковых продуктах, в соответствии с которым в кислой среде переход электронов идет в одной реакции с последующим диспропорционированием семихинонов. Проведено обоснование использования восстанавливающего действия электрического тока для стабилизации антоцианов плодовых соков. Принудительный перевод обратимо окисленных форм антоцианов в восстановленные целесообразно провести с отделением католита от анолита и перемешивании при постоянном потенциале инертного к соковой среде платинового катода, отвечающего максимальному значению плотности тока тафелевской прямой восстановления окислительно-восстановленной системы сока, и не превышающего потенциала выделения водорода до тех пор, пока плотность тока не снизится до постоянного значения (10 – 20 минут). Установлено отсутствие нежелательных эффектов при использовании антиоксидантного действия электрического тока.

Разработана методика установления концентрации окисленных и восстановленных форм антоцианов в соках и соковых продуктах, базирующаяся на сравнении данных анодной и катодной поляризаций окислительно-восстановительного электрода до и после обратимого восстановления антоцианов с учетом массы восстановленного вещества и порядков реакции. Предложено отношение концентраций окисленных и восстановленных форм для характеристики качества системы.

Установлено, что бестоковый потенциал инертного электрода, погруженный в дисперсную систему продуктов переработки плодов и овощей, измеряет смешанный потенциал.

Обоснована возможность установления подлинности соков по свойствам их дисперсной фазы. Разработана методика определения натуральности плодовых соков. В качестве критерия натуральности предложена величина изменения

удельной электропроводности дисперсной фазы, пересчитанная на частичную концентрацию сока, при его разбавлении дистиллированной водой (1:1).

Предложенные методики одобрены Национальной комиссией Украины по Кодексу Алиментариус и рекомендованы для использования при установлении качества и безопасности соковой продукции.

Разработана теоретическая база для регулирования структуры плодовой и овощной продукции. Проведено исследование возможности влияния на факторы первичной и вторичной устойчивости в дисперсных системах продуктов переработки плодов и овощей.

Разработана теоретическая база для повышения качества томатопродуктов путем интенсификации процесса разделения томатной массы на фракции. В ее основу положено воздействие на энтропийный фактор устойчивости. Установлено, что необходимого эффекта разрушения пектолитическими ферментами сырья структуры, образованной адсорбцией молекул растворимых пектиновых веществ отдельными своими звеньями на поверхности частиц дисперсной фазы, возможно достичь при подогреве томатной массы в течение 5 минут до 80 °С, при котором ее выдерживают не менее 60 секунд при температуре 45 – 60 °С.

Сформулированы методологические основы разработки рецептур фруктовых и овощных купажированных соков и пюре высокого качества, базирующиеся на установлении соответствия между сырьем, видом продукции и ее структурой; направлением протекания редокс-реакций и сохранностью биологической ценности и органолептических характеристик. Обоснован выбор в качестве критерия стабильности купажа (при прогнозировании устойчивости структуры купажированных продуктов) величины ЭДС гальванического элемента, образованного погружением платиновых электродов в купажируемые системы, соединенные электролитическим мостиком.

Исследовано влияние особенностей состава и строения дисперсных систем продуктов переработки плодов и овощей на формирование их потребительных свойств. Результаты работы подтверждены актами промышленной апробации.

**Ключевые слова:** дисперсная система продуктов переработки плодов и овощей, редокс-система, формирование качества, контроль качества, антоцианы, соки.

## ANNOTATION

**Bocharova O.V. Scientific substantiation of methodology of quality's formation and control of foodstuffs' dispersion systems made of fruit and vegetable. – Manuscript.**

Dissertation for degree of doctor of technical sciences in speciality 05.18.15 – science of commodities – Kyiv National Trade and Economics University, Kyiv, 2010.

The basis methodological approaches to formation and control of quality of foodstuffs' dispersion systems made of fruit and vegetable have been formulated in this dissertation. A role of substances of foodstuffs made of fruit and vegetable in forming its colloid-chemical structure has been defined. The method of fruit juices' examination of authenticity which is based on properties of their dispersion phase

has been developed.

The theoretical base for prediction and regulation of structures and oxidizing processes having place in foodstuffs' dispersion systems made of fruit and vegetable and having influence to formation of their quality have been developed. The use of recuperative action of electric current for antioxidant of the redox-system of anthocyanins-contented juices has been grounded. The method of determination of concentrations of oxidized and reduced forms of anthocyanins in fruit juices has been developed. Using of correlation between oxidized and reduced forms of anthocyanins as criterion of anthocyanins-contented juices' quality has been grounded.

The developed methods have been approved by National committee of Ukraine on Codex Alimentarius and have been recommended for using for analysis of fruit juices' quality.

The influence of characteristics of structure and composition of foodstuffs' dispersion systems made of fruit and vegetable onto the formation of their nutritious properties has been investigated. The theoretical base has been developed for intensifying the process of distributing tomato pulp into fractions.

Results of the work have been confirmed by acts of industrial approbation.

**Key words:** foodstuffs' dispersion system made of fruit and vegetable, redox-system, anthocyanins, formation of quality, control of quality, fruit juices.

**Бочарова Оксана Володимирівна**

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ТА  
КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ ПРОДУКТІВ ПЕ-  
РЕРОБЛЕННЯ ПЛОДІВ ТА ОВОЧІВ**

Підп. до друку 04.10.10. Формат 60x84/16. Папір. друк.  
Ризографія. Ум.друк.арк. 1,90. Ум.фарбо-відб. 2,02.  
Обл.-вид. арк. 2,00. Тираж 100 пр. Зам. 882.

---

Центр підготовки навчально-методичних видань КНТЕУ  
02156, Київ-156, вул. Кіото, 19