

Автореф
П43

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОГАРСЬКА ВІКТОРІЯ ВАДИМІВНА

УДК 001.891:613.268

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЙ КАРОТИНОЇДНИХ І ХЛОРОФІЛІВМІСНИХ
ДРІБНОДИСПЕРСНИХ РОСЛИННИХ ДОБАВОК**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих і
охолоджених харчових продуктів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському державному університеті харчування та торгівлі Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий консультант – доктор технічних наук, професор,
лауреат Державної премії України,
заслужений діяч науки і техніки України
Черевко Олександр Іванович,
Харківський державний університет харчування
та торгівлі, ректор, кафедра процесів, апаратів
та автоматизації харчових виробництв,
завідувач кафедри

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
Безусов Анатолій Тимофійович,
Одеська національна академія харчових
технологій, кафедра біотехнології,
консервованих продуктів і напоїв,
завідувач кафедри

– доктор технічних наук, професор,
Гриченко Ольга Олексіївна,
Харківський державний університет
харчування та торгівлі,
кафедра технології харчування
завідувач кафедри

– доктор технічних наук, професор
Орлова Наталія Язепівна,
Київський національний
торговельно-економічний університет,
кафедра товарознавства та експертизи
харчових продуктів, професор кафедри



Захист відбудеться «16» березня 2012 р. о 10³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 Одеської національної академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039, ауд. А-234.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій за адресою: вул. Канатна, 112, **ОНАХТ** 25.04.12

Наукове обґрунтуванн

Автореферат розісланий «14» лютого 2012 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
к.т.н., доцент

Г.І. Палташова



v018062

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Загальне погіршення екологічної ситуації в країні і в світі призвело до зниження імунітету населення. Підвищити його можна шляхом регулярного споживання продуктів, які відрізняються високим вмістом біологічно активних речовин (БАР), що сприяють зміцненню захисних сил організму, до числа яких відносять вітаміни, каротиноїди, фенольні сполуки, хлорофіли, харчові волокна, мікро-, макроелементи та інші БАР рослинної сировини. Їх дефіцит призводить до зменшення активності імунної системи, зниження працездатності і опору хворобам, підвищення ризику розвитку серцево - судинних, онкологічних та інших захворювань. За даними провідних медичних установ країн ближнього і далекого зарубіжжя, при проживанні в екологічно несприятливих умовах добова потреба людини у таких речовинах збільшується в кілька разів. Одним з ефективних способів забезпечення населення необхідною кількістю БАР, є введення в раціони харчування функціональних оздоровчих продуктів (ФОП). Відповідно до міжнародної класифікації ФАО / ВОЗ, до числа таких продуктів, поряд зі свіжими фруктами, ягодами, овочами, свіже виготовленими і консервованими соками з них, відносять натуральні рослинні добавки у формі порошків, паст, екстрактів, концентратів з високим вмістом БАР, а також традиційні продукти харчування, збагачені такими рослинними добавками або синтетичними вітамінами.

На сьогоднішній день в Україні практично відсутні технології переробки рослинної сировини в порошки, пасти, концентрати, що дозволяють зберегти якість вихідної сировини за вмістом у ньому БАР, що відповідають за захисні властивості організму. Втрати вітамінів та інших БАР при переробці плодоовочевої сировини в порошки, пасти, інші консервовані продукти з використанням традиційних технологій складають від 20 до 80%. У зв'язку з цим розробка технологій функціональних оздоровчих продуктів у формі натуральних порошкоподібних і пастоподібних рослинних добавок, що дозволяють максимально зберегти якість вихідної сировини за вмістом у ньому БАР, а також розробка продуктів імуномодулюючої дії з їх використанням є для України актуальною проблемою.

Особливе місце серед БАР, що відповідають за захисні властивості організму, поряд з вітамінами антиоксидантного ряду, мінеральними речовинами, займають каротиноїди (КР) і хлорофіли (ХЛ), які, за даними медиків, здійснюють на організм людини протипухлинну, антиоксидантну, імуномодулюючу дію. Традиційними джерелами каротиноїдів в харчуванні населення України та ряду інших країн ближнього і далекого зарубіжжя є каротинвмісні овочі (КВО): морква, гарбуз, томати, перець солодкий, хлорофілів - зелень петрушки та кропу. Незважаючи на значні обсяги заготівель КВО, до теперішнього часу в Україні та країнах СНД натуральні добавки з них, за допомогою яких можна ліквідувати дефіцит каротиноїдів у харчовому раціоні круглий рік, не знайшли широкого застосування із-за значних втрат каротиноїдів не тільки при виробництві, але й при зберіганні вже готових продуктів. Їх руйнування при зберіганні порошкоподібних продуктів можна помітити візуально за знебарвленням продукту за рахунок окислення каротиноїдів киснем повітря з утворенням перекисів і гідроперекисів. Проблемою стабілізації каротиноїдів займаються

вчені країн ближнього і далекого зарубіжжя вже більше двох десятків років і до теперішнього часу не знайдені надійні способи їх стабілізації. У зв'язку з цим актуальним є пошук технологічних прийомів, що дозволяють стабілізувати натуральні каротиноїди при виробництві та зберіганні добавок із КВО.

Незважаючи на те, що захисні властивості каротиноїдів були виявлені медиками в середині 80-х років ХХ століття, до теперішнього часу в харчовій промисловості прийнято використовувати тільки фарбувальні та провітамінні властивості каротиноїдів, які відносять до жиророзчинних речовин. Для збагачення і підфарбовування харчових продуктів переважно використовують масляні форми β -каротину мікробіологічного і синтетичного походження, що обмежує сферу їх застосування жировмісними, молочними продуктами, кондитерськими виробами. Для розширення області застосування вченими були синтезовані водорозчинні форми β -каротину, які мають слабку розчинність і диспергованість у воді, що ускладнює їх використання для підфарбовування і збагачення соковмісних і безалкогольних напоїв.

Робіт з виявлення способів переробки каротинвмісної рослинної сировини, що призводять до збереження натуральних каротиноїдів і трансформації їх у водорозчинну форму, практично немає. Наявні в літературі дані носять розрізнений несистематизований характер. У зв'язку з цим актуальним є пошук технологічних прийомів і розробка технологій каротиноїдних добавок із КВО у формі порошків, паст, концентратів, що дозволяють максимально зберегти каротиноїди та інші БАР імуномодулюючої дії вихідної сировини, що дають можливість трансформувати каротиноїди у водорозчинну форму, а також стабілізувати їх при зберіганні готових продуктів. В якості таких технологічних прийомів при отриманні каротиноїдних добавок у формі порошків, паст, заморожених пюре в цій роботі було запропоновано використовувати комплексний вплив теплової обробки (чи заморожування), дрібнодисперсного (ДД) подрібнення, що супроводжується процесами механодеструкції та механоактивації, а також антиоксидантів із натуральних прянощів (НП) і лікарської рослинної сировини (ЛРС).

Доцільність розробки натуральних каротиноїдних і хлорофілвмісних (ХВ) добавок у формі порошків, паст, заморожених пюре і функціональних оздоровчих продуктів з їх використанням склалася завдяки роботам таких вітчизняних та закордонних вчених як: Тутельян В.О., Шатнюк Л.М., Спірічев В.Б., Павлюк Р.Ю., Черевко О.І., Капрельянц Л.В., Безусов А.Т., Тележенко Л.М., Барамбойм М.К., Кудрицька С.Є., Снежкін Ю.Ф., Перцевий Ф.В., Сімахіна Г.О., Кисла Л.В. та ін.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана у відповідності з основними науковими напрямками досліджень Харківського державного університету харчування та торгівлі в рамках цільових комплексних науково-технічних програм Міністерства освіти і науки України за держбюджетними темами: № 4-98-99 БО (0198U002901) «Наукові основи розробки прогресивних технологій вітамінних харчових добавок з каротинвмісних овочів та їх використання у продуктах для дитячого харчування імуномодулюючої дії»; № 2-01 БО (0199U001532) «Дослідження впливу процесів механоактивації на зв'язані форми біологічних комплексів низькомолекулярних сполук з біополімерами при отриманні профілактичних біодобавок з каротинвмісних овочів, квіткового пилку і вивчення їх засвоюваності організмом тварин»; № 2-04 БО (0104U002389) «Наукові основи технологій консервова-

них БАД з каротинвмісної і нетрадиційної рослинної сировини і продуктів з їх використанням для імунопрофілактики»; НДР за планом ХДУХТ: № 9-01-02 Б «Дослідження антиоксидантних властивостей та фітонцидної активності натуральних прянощів та їх використання для попередження окислення каротиноїдів при розробці технології порошкоподібних рослинних БАД»; № 8-03-04 Б «Розробка технологій рослинних біологічно активних добавок та їх використання в молочних продуктах», № 29-08-10 Б (0107U011053) «Розробка прогресивних технологій функціональних оздоровчих добавок із рослинної та молочної сировини та продуктів профілактичної дії з їх використанням», а також у межах госпдогвірних тем: № 15-97-98 Д «Розробити нові види майонезу з фітодобавками і впровадити у виробництво на масложировому комбінаті»; № 3-03 Д «Доопрацювання та передача нормативної документації на «Листя дубу» та «Водний та водно-спиртовий настої з листя дубу»; № 6-02-03 Д «Лабораторний контроль якості БАД «Фітор» і сировини в процесі виробництва дослідних партій в умовах виробника»; № 5-02-03 Д «Відпрацювання технологічних режимів, вибору унаковки БАД «Фітор» і проведення маркетингових досліджень»; № 16-04 Д «Удосконалення технології та якості БАД «Фітор» і сировини в умовах виробника».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є розробка науково обґрунтованих технологій каротиноїдних і хлорофілвмісних дрібнодисперсних рослинних добавок із застосуванням процесів механодеструкції та механоактивації, що дозволяють максимально зберегти і використати каротиноїди та інші БАР вихідної сировини при їх отриманні, зберіганні та застосуванні в функціональних оздоровчих продуктах. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- виявити закономірності та механізм впливу термообробки (бланшування, розварювання) каротинвмісних овочів і шпоре з них на збереження каротиноїдів, їх ізомеризацію і трансформацію у гідрофільну форму;
- виявити закономірності та механізм впливу заморожування з різними швидкостями та низькотемпературного подрібнення на збереження каротиноїдів та активацію їх гідрофільних властивостей при переробці каротинвмісних овочів;
- обґрунтувати основні технологічні параметри дрібнодисперсного подрібнення (без застосування низьких температур) при отриманні каротиноїдних і хлорофілвмісних добавок у формі порошків і шпоре, що призводять до процесів механоактивації, при яких спостерігається перехід частини низькомолекулярних БАР із зв'язаного стану у вільний, як у випадку криоґенного подрібнення;
- виявити закономірності та механізм впливу дрібнодисперсного подрібнення на збереження каротиноїдів висушених КВО, їх трансформацію в гідрофільну форму, співвідношення жиророзчинної та водорозчинної форм, вміст аскорбінової, дегідроаскорбінової кислоти та редуکتонів;
- вивчити закономірності та розкрити механізм впливу дрібнодисперсного подрібнення на біополімери білка висушених КВО, їх механодеструкцію, трансформацію зв'язаних амінокислот у вільну форму, на конформаційні зміни молекул білка (радіус, об'єм, форму, радіус ядра, показник заповнення ядра гідрофобними залишками);
- вивчити антиоксидантні властивості, фітонцидну активність та вміст БАР в рослинних добавках у формі водно-спиртових екстрактів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини та розглянути можливість їх використання для запо-

бігання окислення каротиноїдів в порошкоподібних добавках із КВО в процесі зберігання, виявити механізм цього процесу;

– розробити технології каротиноїдних добавок із КВО у формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре з використанням термічної обробки або заморожування, дрібнодисперсного подрібнення й антиоксидантних рослинних добавок із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, вивчити їх якість та засвоюваність, розробити НД, провести апробацію в промислових умовах, розрахувати ТЕО, провести медико-біологічні дослідження;

– вивчити вплив подрібнення свіжих хлорофілвмісних листових овочів (ЛО) на збереження аскорбінової кислоти і каротиноїдів, їх стабілізацію перед сушінням, вплив процесів дрібнодисперсного подрібнення висушених ЛО на зв'язані з біополімерами форми хлорофілів а і b, каротиноїдів та розробити технологію отримання хлорофілвмісних добавок у формі дрібнодисперсних порошків, вивчити їх якість та засвоюваність, розробити НД, розрахувати ТЕО, провести апробацію в промислових умовах;

– розробити функціональні оздоровчі продукти з використанням каротиноїдних, хлорофілвмісних добавок і добавок із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, вивчити їх якість, провести апробацію у виробничих умовах.

Об'єкт досліджень – технологічні процеси переробки каротин- та хлорофілвмісних овочів у дрібнодисперсні порошкоподібні, пастоподібні та заморожені добавки, натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини - в добавки - антиоксиданти, а також у функціональні оздоровчі продукти з їх використанням.

Предмет досліджень – каротинвмісні та хлорофілвмісні листові овочі, рослинні добавки у формі водно-спиртових екстрактів і дрібнодисперсних порошків із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, каротиноїдні та хлорофілвмісні добавки у формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре, а також функціональні оздоровчі продукти з їх використанням («Instant» напої, сиркові десерти, вітамінізовані майонези, плавлені сири, порошкоподібні вітамінні смакові приправи).

Методи досліджень – загальноприйняті та спеціальні фізико-хімічні, хімічні, спектроскопічні, мікроскопічні, мікробіологічні, метод іонообмінної хроматографії, метод біотестування з використанням *Paramecium caudatum*, а також біотестування на чистих культурах бактерій (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*) і грибів (*Fusarium sp.*, *Alternaria tenuis*), методи математичної обробки експериментальних даних з використанням комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

– запропоновано, науково обґрунтовано і розроблено новий спосіб консервування каротиноїдних добавок у формі дрібнодисперсних порошків, паст, замороженого пюре з КВО, що включає використання комплексного впливу на сировину термообробки (або заморожування), дрібнодисперсного подрібнення та антиоксидантів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, спільний вплив яких призводить до механодеструкції комплексів біополімерів зі зв'язаними формами низькомолекулярних БАР з їх відщепленням і переходом у вільний стан, механодеструкції самих біополімерів до їх мономерів, а також дозволяє перевести частину каротиноїдів у гідрофільну форму та отримати каротиноїдні добавки, які в порівнянні з вихідною сировиною відрізняються в 1,5...3 рази більшим вмістом каротиноїдів та ін-

ших низькомолекулярних БАР, а також мають в 2...2,5 рази більшу засвоюваність у порівнянні з традиційними порошками, пастами та свіжими КВО;

– встановлено закономірності, виявлено механізм впливу і науково обґрунтовано доцільність використання попередньої термообробки КВО при отриманні з них каротиноїдних добавок у формі дрібнодисперсних порошків і паст як технологічного прийому, що призводить до більш повного вилучення з вихідної сировини каротиноїдів, їх переходу із зв'язаного стану у вільний та збільшенню масової частки в 1,5...2,6 раз, а також до трансформації 1/2...2/3 з них у водорозчинну форму, що не пов'язано з ізомеризацією;

– встановлено закономірності, виявлено механізм впливу заморожування та низькотемпературного подрібнення при переробці КВО у каротиноїдні добавки в формі замороженого пюре, що дозволяють більш повно вилучити та використати каротиноїди вихідної сировини, масова частка яких в залежності від швидкості заморожування зростає в 1,5...2,5 рази, що пов'язано з їх переходом із зв'язаного з біополімерами стану у вільний, а також з трансформацією 50...70 % каротиноїдів у гідрофільну форму;

– знайдено альтернативні кріогенному теплові способи дрібнодисперсного подрібнення при отриманні каротиноїдних і хлорофілвмісних добавок у формі порошків і паст, що призводять до процесів механодеструкції та механоактивації, при яких спостерігається перехід частини низькомолекулярних БАР та поживних речовин із зв'язаного з біополімерами стану у вільний, встановлено вплив дрібнодисперсного подрібнення на вміст БАР (каротиноїдів, аскорбінової кислоти, низькомолекулярних фенольних сполук, хлорофілів) та біополімерів (целюлози, білка), розчинність та засвоюваність нових добавок;

– встановлено закономірності, виявлено механізм впливу та науково обґрунтовано доцільність використання дрібнодисперсного подрібнення при отриманні добавок у формі порошків і паст для збільшення в 1,3...1,6 раз у порівнянні з вихідною сировиною масової частки каротиноїдів, а також для трансформації частини з них в гідрофільну форму, при цьому співвідношення жиророзчинних та водорозчинних форм каротиноїдів становить залежно від виду КВО від 1:1,5 до 1:1,7;

– встановлено закономірності та виявлено механізм впливу дрібнодисперсного подрібнення при отриманні з висушених КВО каротиноїдних добавок у формі порошків на деструкцію та деградацію біополімерів білка, їх активацію та часткову трансформацію до окремих амінокислот за рахунок неферментативного руйнування водневих та пептидних зв'язків в білкових комплексах, на перерозподіл співвідношення полярних і неполярних залишків в молекулах білка, а також на їх конформаційні зміни (радіус, об'єм та форму білкової молекули, радіус її ядра та показник заповнення ядра гідрофобними залишками);

– встановлено закономірності, виявлено механізм впливу та науково обґрунтовано доцільність використання рослинних добавок із НП і ЛРС у формі екстрактів, що відрізняються високим вмістом ненасичених речовин (фенольних сполук, дубильних, ароматичних речовин) як натуральних антиоксидантів для запобігання окислення та стабілізації натуральних каротиноїдів при розробці технології та зберіганні каротиноїдних добавок із КВО у формі дрібнодисперсних порошків;

– розроблено технології каротиноїдних добавок у формі дрібнодисперсних порошків, паст, замороженого пюре, засновані на комплексному впливі на КВО термічної або низькотемпературної обробки, процесів механоактивації та механодеструкції та природних антиоксидантів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, які дозволяють більш повно використати біологічний потенціал сировини за вмістом БАР, обґрунтовано технологічні процеси і технологічні параметри, розроблено технологічні схеми виробництва;

– якість отриманих за новими технологіями дрібнодисперсних порошкоподібних та пастоподібних добавок, наближається до якості порошків і паст, що отримані за допомогою криогенного подрібнення;

– науково обґрунтовано доцільність комплексного використання інактивації окислювальних ферментів перед сушінням, вакуумного сушіння (ВС) та дрібнодисперсного подрібнення як способу, що дозволяє отримати хлорофілвмісні добавки з листових овочів у формі ДД порошків з принципово новими споживчими властивостями за вмістом БАР (хлорофілів, аскорбінової кислоти, каротиноїдів та ін.), засвоюваністю, збереженню якості при зберіганні, розроблено технологію їх виробництва.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено наукове обґрунтування та технології каротиноїдних та хлорофілвмісних добавок у формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре, рослинних добавок із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини у формі екстрактів і порошків, а також функціональних оздоровчих продуктів з їх використанням (комбінованих молочно-рослинних сумішей для «Instant» напоїв, сирних десертів, майонезів, порошкоподібних вітамінних смакових приправ, плавленого сиру).

Розроблено та затверджено на рівні МОЗ України нормативну документацію на каротиноїдні добавки з КВО у формі дрібнодисперсних порошків (ТУУ 40-01566330-086-2000, ТУУ 15.3-01566330-152-2004), паст «Світлячок», «Світлячок» (оригінальний), «Рекорд», «Рекорд» (оригінальний) (ТУУ 40-01566330.106-2000), «Каротинка» (оригінальна), «Каротелла» (оригінальна) (ТУУ 40-01566330-057-98); заморожених пюре з КВО (ТУУ 15.3-01566330-200:2010), на рослинні добавки у формі екстрактів, а також концентратів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини (ТУУ 15.9-01566330-144-2003, ТУУ 15.8-01566330-140-2003, ТУУ 15.8-01566330-136-2002, ТУУ 15.8-01566330-003-2003) та сировину для них (ТУУ 02.0.-01566330-139-2003); на хлорофілвмісні добавки з листових овочів у формі дрібнодисперсних порошків (ТУУ 15.3-01566330-182:2005), на майонези «Провансаль Баварський» (ТУУ 40-01566330-056-98), до складу яких входять каротиноїдні добавки з КВО у формі ДД порошків та рослинні добавки з НП і ЛРС у формі екстрактів. На безвідходний спосіб отримання порошкоподібної добавки з перцю солодкого одержано Деклараційний патент на винахід (№ 52503 А 23 F5 / 44, Бюл. № 12, 2002).

Проведено медико-біологічні та клінічні дослідження в Харківському науково-дослідному Інституті медичної радіології ім. С.П. Григор'єва АМН України та встановлено імуномодулюючі властивості каротиноїдних пастоподібних добавок «Каротинка» (оригінальна), «Каротелла» (оригінальна), «Світлячок», «Рекорд» при дії іонізуючої радіації (висновки № 548 / 2 від 28.01.96, № 694 / 2 від 30.11.96, звіт від 15.03.2003). Держдепартаментом продовольства Мінагрополітики України каротиної-

дним добавкам з КВО у формі ДД порошків, а також пастоподібній добавці «Каротелла» (оригінальна) присвоєно Знак «Продукт з радіопротекторними властивостями» (Листи № 08/2-01 та № 08/2-07 від 10.01. 2001, № 08/2-08 від 31.01.2001).

Проведено апробацію технологій у виробничих умовах та вироблено дослідні партії: каротиноїдних добавок у формі ДД порошків (НВФ «ФІПАР», НВП «Кріас-1», НВФ «РАМОН», ЗАТ «Фіторія»), паст (НВФ «ФІПАР», ТОВ АПК «СОЛОХА» (м. Кам'янка - Дніпровська), ЗАТ «Плодоовочевий комбінат») та заморожених пюре з КВО (АТЗТ «Хладопром»); хлорофілвімісних добавок (НВФ «ФІПАР», ДП «Імпульс» (м. Переяслав-Хмельницький), НВП «Кріас-1»); рослинних добавок у формі екстрактів із НП і ЛРС (НВФ «РАМОН», ЗАТ «Фіторія», НВФ «ФІПАР»); концентрованої БАД «Фітор» із екстрактів рослинної сировини (НВФ «ФІПАР»), майонезу «Провансаль Баварський» з добавками із КВО та НП (АТЗТ «Харківський жиркомбінат»); сирних десертів «Каротинка», «Каротелла», «Сонечко», «Лимончик» (ТОВ «Укрмолпродукт», Рівненська обл.); сумішей для «Instant» напоїв «Оранжик», «КароМоліс», «ОранжМілк» (НВФ «РАМОН»); плавлених сирів «Богатир», «Апетитний» (ЗАТ «Фіторія»); смакових вітамінних приправ «Екзотик», «Апетитна», «Пряновіт», «Вітамінна», «Смарагд», «Фантазія» (НВФ «РАМОН», ЗАТ «Фіторія»).

Особистий внесок здобувача полягає в аналізі стану проблеми, у виборі та обґрунтуванні теми, формулюванні мети та завдань, складанні програми досліджень, проведенні аналітичних та експериментальних досліджень у лабораторних та виробничих умовах, науковому аналізі та узагальненні отриманих результатів досліджень, формулюванні висновків та пропозицій, підготовці результатів досліджень до друку, участі в розробці та затвердженні НД, проведенні промислової апробації та впровадженні результатів досліджень у практику та навчальний процес. У матеріалах, що надруковані у співавторстві, всі теоретичні розробки належать дисертанту. Матеріали та висновки кандидатської дисертації здобувача в роботі не використані.

Ряд досліджень проведено спільно з пошукачами Макаренко О.Г. і Коробець Н.В. та увійшли до їх дисертаційних робіт, виконаних під науковим керівництвом автора цієї роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертації доповідалися та обговорювалися на наукових конференціях професорсько-викладацького складу ХДУХТ (Харків, 1998 - 2010 рр.), наукових конференціях професорсько-викладацького складу ОНАХТ (Одеса, 2001, 2002, 2004, 2006, 2008 рр.), II міжнародній науково-практичній конференції «Продовольственный рынок и проблемы здорового питания» (Орел, 1999 р.), Всеросійській науково-технічній конференції «Прогрессивные технологии и оборудование пищевых производств» (Санкт-Петербург, 1999 р.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: медицина, фармація, біотехнологія» (Харків, 2003 р.), Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 65-річчю з дня народження Беляєва М.І. «Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі» (Харків, 2003 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України» (Київ, 2004 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології» (Одеса, 2005, 2006 рр.),

4-тій Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні проблеми холодильної техніки і технології» (Одеса, 2005 р.), IV Міжнародній науково-практичній конференції «Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія» (Харків, 2006 р.), VI Науково-технічної конференції, присвяченій 85-річчю ОДАХ «Сучасні проблеми холодильної техніки і технології» (Одеса, 2007 р.), Міжнародній науково-практичній конференції ХДУХТ «Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі» (Харків, 2002, 2007, 2008 рр.), III Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (Донецьк, 2009 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Нові технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття» (Харків, 2010 р.).

Матеріали представлені в дисертації склали основу другого з шести напрямів роботи «Створення та впровадження прогресивних технологій і ефективного обладнання для отримання нових функціональних оздоровчих харчових продуктів», що отримала в 2006 р Державну премію України в галузі науки і техніки (Наказ Президента України № 1103/2006 від 20 грудня 2006 р.). Назва напрямку, який увійшов в роботу: «Розробка концепції та виявлення механізмів взаємодії каротину з гідрофільними групами біополімерів при термообробці та дрібнодисперсному подрібненні каротинвмісних овочів, розробка технології та обладнання для отримання та зберігання функціональних оздоровчих добавок - каротиноїдних дрібнодисперсних порошків та паст з рекордним вмістом водорозчинної форми каротину та продуктів імуномодулюючої дії на їх основі».

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 60 наукових робіт, у тому числі: 3 монографії, 1 навчальний посібник, 21 публікація у наукових фахових виданнях, 1 деклараційний патент України, 2 публікації в науковому журналі та тези 15 доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Перша частина дисертаційної роботи складається зі вступу, 7 основних розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який становить 502 найменування (57 стор), в тому числі 102 іноземних. Робота викладена на 280 сторінках, вона містить 90 рисунків (76 стор.), 60 таблиць (39 стор). Друга частина включає 7 додатків (364 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** обґрунтовано актуальність напрямку досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність, сформульовано мету і визначено завдання досліджень, наведено особистий внесок здобувача, відображено результати апробації, представлено відомості про публікації за темою дисертації, структуру і обсяг роботи.

У **першому розділі** „Наукові та практичні передумови розробки технологій каротиноїдних та хлорофілвмісних дрібнодисперсних рослинних добавок” наведено огляд даних літератури, де розглянуто актуальність розробки функціональних оздоровчих продуктів у формі рослинних добавок, які відрізняються високим вмістом БАР, що сприяють зміцненню імунітету. Докладно представлено: класифікацію, особливості будови молекул КР, пов'язані з їх барвними, провітамінними, жиророзчинними та захисними властивостями. Розглянуто особливості будови молекул хлорофілу, їх оптичні властивості, фізіологічну дію на організм людини, збереження

при переробці рослинної сировини. Особливу увагу приділено аналізу асортименту та технологій виробництва КР добавок, що використовують у харчовій промисловості, а також актуальності та доцільності розробки водорозчинних форм КР. Проведено аналіз способів і технологій виробництва порошкоподібних добавок з каротині і хлорофілвісних овочів. Okремо висвітлено проблему збереження якості вихідної сировини (за вмістом БАР) при одержанні та зберіганні готових добавок. Розглянуто асортимент та технології виробництва добавок у формі пюре та паст із КВО, проведено огляд даних наукових досліджень про вплив різних факторів (теплової обробки, подрібнення, заморожування та ін.) на вміст і структуру КР. Проведено огляд даних про вплив ступеню подрібнення на властивості отриманих матеріалів, наведено приклади застосування процесів механоактивації в різних галузях промисловості. Розглянуто перспективні методи подрібнення, що призводять до процесів механоактивації. Особливу увагу приділено огляду результатів ряду наукових шкіл, що займаються процесами механоактивації в харчовій галузі.

У другому розділі „Об’єкти, матеріали та методи досліджень” дано характеристику об’єктів, матеріалів та методів досліджень. В роботі вирішувалось проблему розробки технологій каротиноїдних та хлорофілвісних добавок в формі дрібнодисперсних порошоків і паст, що дозволяють максимально зберегти та використати каротиноїди та інші БАР вихідної сировини при їх отриманні, зберіганні та використанні в функціональних оздоровчих продуктах. Розроблено програму досліджень (рис. 1). Як основну сировину використано традиційні для України каротинвісні овочі (гарбуз, моркву, томати, перець солодкий) та хлорофілвісні листові овочі (зелень петрушки та кропу).

Дослідження проведено на кафедрі технологій переробки плодів, овочів і молока ХДУХТ, а також з використанням експериментальної бази біофізичної лабораторії та кафедр мікології та фітоїмунології, органічної хімії Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна, відділу кріоїмунології та кріомікробіології, а також відділу біофізики Інституту проблем кріобіології та кріомедицини НАН України, відділу медичної радіології Харківського НДІ медичної радіології ім. С.П. Григор’єва АМН України, лабораторії оцінки якості кормів і продукції тваринного походження Інституту тваринництва лісостепу та полісся УААН, а також в виробничих умовах.

Роботу виконано з використанням сучасного обладнання, такого як: пароконвекційна піч UNOX, гомогенізатор R 301 Ultra, низькотемпературний подрібнювач Rascojet, кріогенний програмний заморожувач з комп’ютерним забезпеченням та ін.

Поряд з сучасними традиційними хімічними, спектроскопічними, фізико-хімічними, мікробіологічними, мікроскопічними методами використано оригінальну методику Брайнеса Л.Н. з оцінки біологічної активності зразків на живих біотест-системах *Paramecium caudatum*. Крім того, конформаційні зміни молекул білка визначено за допомогою методу лауреата Нобелівської премії Фішера Е.Г. Вірогідність отриманих результатів оцінено методами математичної статистики.

У третьому розділі „Наукове обґрунтування технологій каротиноїдних добавок з використанням дрібнодисперсного подрібнення, дії високих і низьких температур” наведено результати хімічних, фізико-хімічних, спектроскопічних, мікроскопічних, мікробіологічних досліджень, які є науковим обґрунтуванням розробки технологій каротиноїдних добавок в формі дрібнодисперсних порошоків, паст, заморожених пюре.

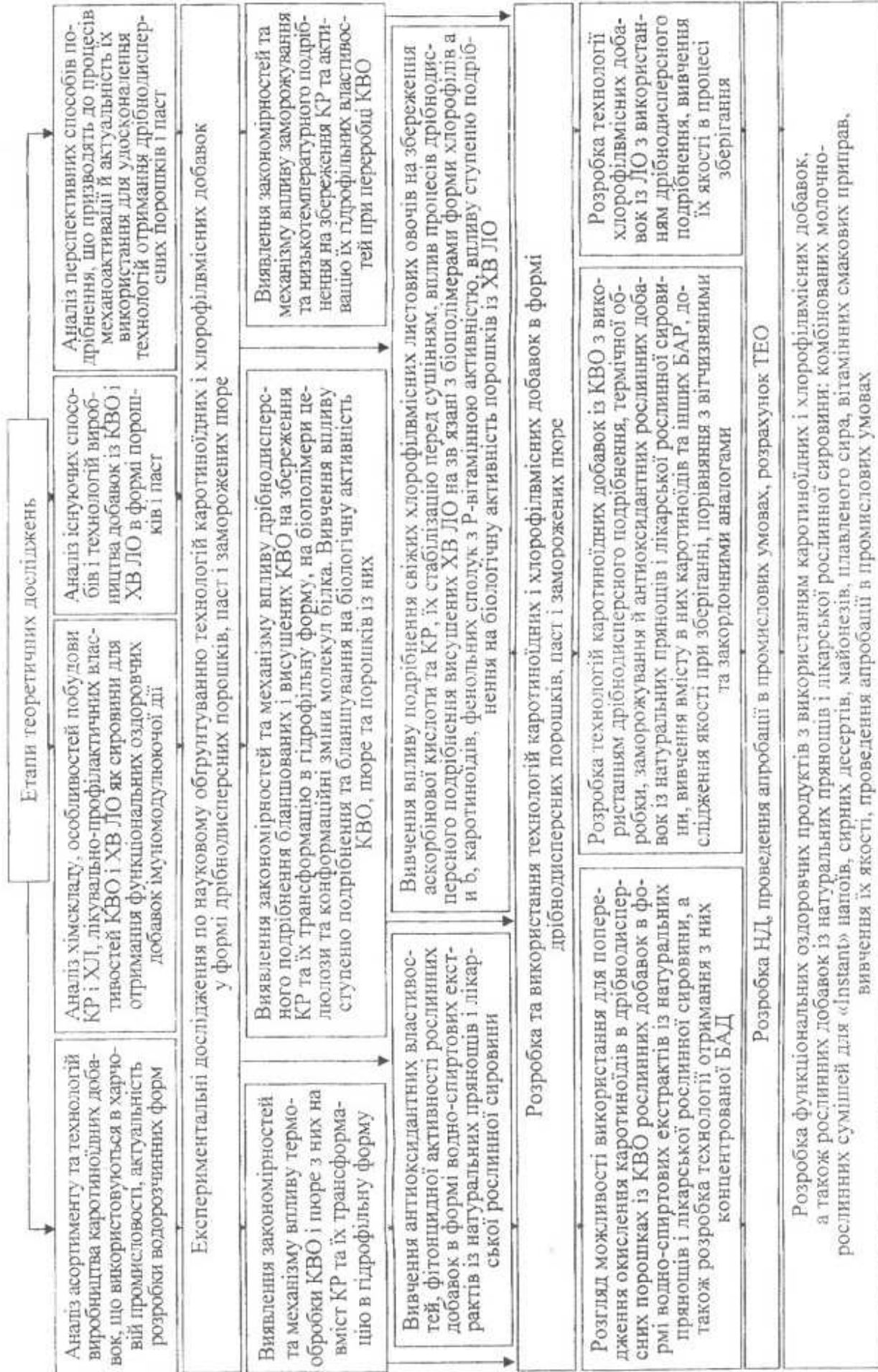


Рис. 1. Програма теоретичних та експериментальних досліджень.

Головним в роботі було не тільки максимально зберегти каротиноїди вихідної сировини при отриманні та зберіганні вже готових добавок, а також перевести КР з жиророзчинної в водорозчинну форму. Для цього теоретично та експериментально досліджено закономірності та виявлено механізми впливу різних факторів (термообробки, заморожування, подрібнення, використання рослинних антиоксидантів) на збереження КР, їх трансформацію у водорозчинну форму, ізомеризацію.

Показано, що при бланшуванні та при більш тривалій термообробці КВО відбувається збільшення в 1,5...2,6 раз масової частки каротиноїдів і зменшення вмісту аскорбінової кислоти в порівнянні зі свіжою сировиною. Паралельно відбувається трансформація частини КР з жиророзчинної у водорозчинну форму. При цьому співвідношення між ними становить 1 : 1 (рис. 2).

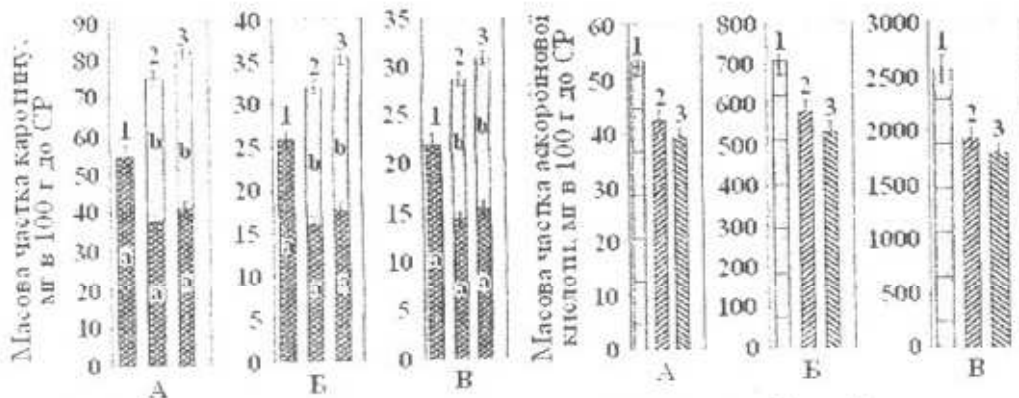


Рис. 2. Вплив термообробки на вміст каротину та аскорбінової кислоти в каротинвмісних овочах: 1 – вихідні (свіжі) КВО; 2, 3 – КВО після бланшування (2) та розварювання (3); а, б – жиророзчинна (а) та водорозчинна (б) форми каротину; А – гарбуз; Б – томати; В – перець солодкий.

Виявлено механізм впливу термообробки на збереження та утворення водорозчинних форм каротиноїдів, який можна пояснити наступним чином (рис. 3). В рослинній сировині каротиноїди знаходяться у вільному та в зв'язаному з біополімерами (білка, крохмалю, целюлози, пектину та ін.), фенольними сполуками та іншими



Рис. 3. Схематичне представлення механізму впливу термообробки КВО на збереження та утворення водорозчинних форм каротиноїдів: 1 - КР у вільній формі; 2 – КР у зв'язаному з біополімерами стані; 3 - гідрофільні групи фрагментів біополімерів, фенольних сполук; 4 – водорозчинні комплекси каротиноїдів (КР – білок, КР – целюлоза, КР – пектин, КР – крохмаль, КР – фенольні сполуки та ін.); 5 – КР, що перейшли із зв'язаного з біополімерами стану у вільний.

* під водорозчинними формами КР розуміють водорозчинні комплекси (асоціати) КР з біополімерами (білку, целюлози, пектину, крохмалю та ін.), фенольними сполуками або їх фрагментами, що мають гідрофільні властивості за рахунок гідрофільних груп (NH_2 , SH , OH , COH , CH), що входять до їх складу.

речовинами стані. Вони можуть бути зв'язані за допомогою гідрофільних груп (такіх, наприклад, як SH-, -NH₂-, -COOH-, -OH-, -CONH), гідрофобних груп та індукційної взаємодії. При термообробці з КР одночасно відбуваються два процеси.

Перший з них - це перехід частини каротиноїдів із зв'язаного з біополімерами стану у вільний за рахунок руйнування ослаблених термообробкою зв'язків між ними. При цьому відбувається руйнування водневих зв'язків, ослаблення індукційної взаємодії. В результаті масова частка КР, що знаходяться у вільному стані збільшується, що і фіксується хімічними методами досліджень.

Другий процес пов'язано зі структурною перебудовою молекул каротиноїдів. Під впливом термообробки частина молекул каротиноїдів за місцем ненасичених подвійних зв'язків може піддаватися комплексоутворенню та структурній перебудові молекул з біополімерами (білка, крохмалю, пектину, целюлози та ін.), фенольними сполуками та їх фрагментами, що мають гідрофільні властивості за рахунок гідрофільних груп, що входять до їх складу. При цьому утворюються водорозчинні форми каротиноїдів у вигляді водорозчинних комплексів (асоціатів) каротиноїдів з біополімерами, а також фенольними сполуками та їх фрагментами.

Крім того, вивчено вплив температури та тривалості теплової обробки пюре на вміст КР та аскорбінової кислоти. Встановлено, що найбільша масова частка каротиноїдів в пюре спостерігається після концентрування протягом години.

Отримані результати підтверджено методом спектрального аналізу при вивченні сумарних спектрів поглинання каротиноїдів в етанолі (рис. 4). Паралельно проведено дослідження з метою виявлення розчинника, в який максимально вилучаються каротиноїди КВО і встановлено, що найкращим розчинником є етанол. Показано, що форми сумарних спектрів поглинання каротиноїдів свіжих і КВО після теплової обробки однакові та відрізняються між собою тільки величиною оптичної густини, яка збільшується після теплової обробки, що свідчить про те, що при термообробці окислення КР не відбувається. Паралельно встановлено, що при термообробці в цис-форму переходить незначна частина транс-ізомерів (2...3%) каротино-

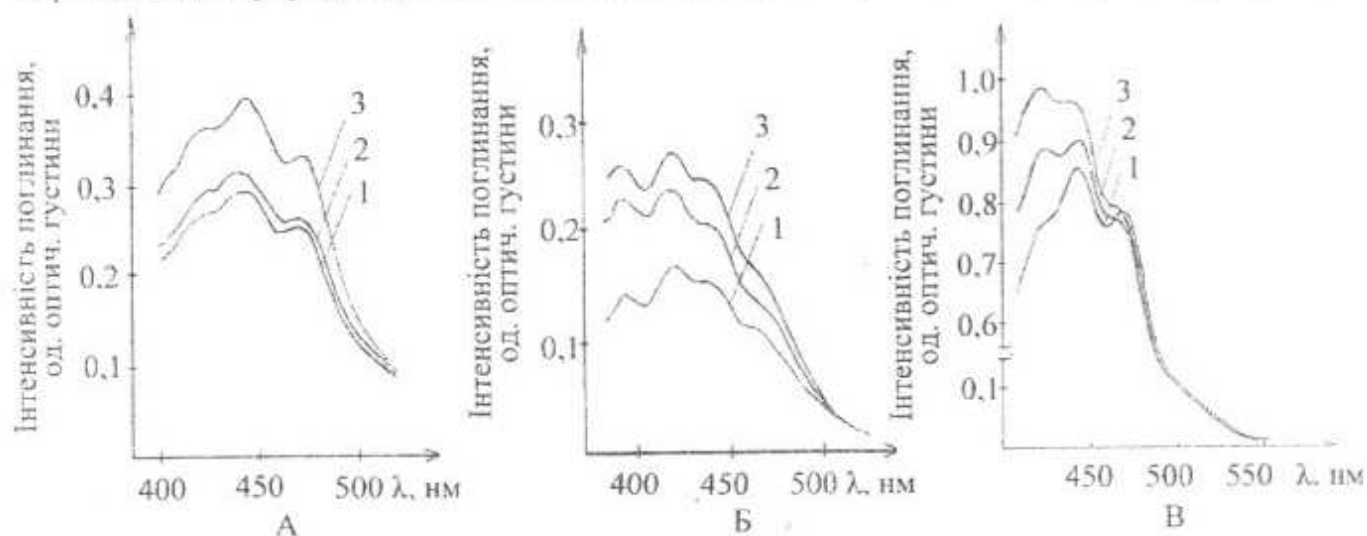


Рис. 4. Сумарні спектри поглинання в етанолі каротиноїдів гарбуза (А), томатів (Б), перцю солодкокого (В) та гомогенізованих пюре з них після теплової обробки: 1 – вихідні (свіжі) каротинмісні овочі; 2 – КВО після бланшування; 3 – гомогенізовані пюре із КВО, що витримані за температури 100⁰С протягом 60 хвилин.

ідів, тобто неферментативне окислення практично не відбувається. Таким чином, при термообробці відбувається збільшення загальної кількості каротиноїдів, а також трансформація частини з них у водорозчинну форму за рахунок переходу їх із зв'язаного стану у вільний, а також комплексоутворення та структурної перебудови молекули, що не пов'язано з ізомеризацією.

Друге завдання присвячено заморожуванню, яке на сьогоднішній день є одним з прогресивних способів переробки та зберігання рослинної сировини, що використовуються в міжнародній практиці. Літературних даних щодо впливу заморожування на каротиноїди КВО дуже мало. Відомо, що спостерігаються втрати КР, як при заморожуванні, так і при зберіганні. В завдання роботи входило вивчення впливу заморожування з різними швидкостями (з повільною та криогенного «шокового» заморожування), а також низькотемпературного подрібнення (НТП) на збереження каротиноїдів та активацію їх гідрофільних властивостей при переробці КСО (рис. 5).

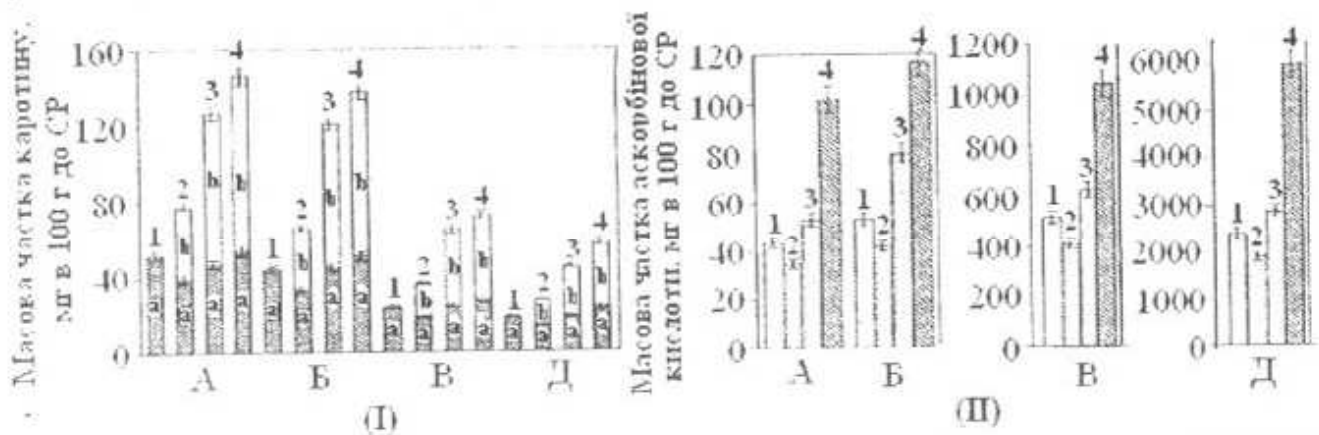


Рис. 5. Вплив заморожування та низькотемпературного подрібнення каротинвмісних овочів на каротиноїди (I) та аскорбінову кислоту (II): 1 - вихідні (свіжі) каротинвмісні овочі; 2, 3 - КВО заморожені з повільною (2) швидкістю до $-18...-20^{\circ}\text{C}$ та з високою (3) швидкістю $100^{\circ}\text{C}/\text{хвил.}$ до мінус 35°C ; 4 - КВО після низькотемпературного подрібнення; a, b - жиророзчинна (a) та водорозчинна (b) форми КР; А - морква, Б - гарбуз, В - томати, Д - перець солодкий.

Показано, що при заморожуванні відбувається кількісне збільшення масової частки каротиноїдів, яке в залежності від швидкості заморожування і виду овочів складає 1,5...2,5 рази в порівнянні з їх вмістом у вихідній (свіжій) сировині. При низькотемпературному подрібненні збільшення порівняно з вихідною сировиною становить 3...3,5 рази. Паралельно збільшується масова частка КР, що знаходяться у водорозчинній формі. У замороженому продукті співвідношення жиророзчинної та водорозчинної форм становить 1 : 1 (при повільній швидкості заморожування) та 1 : 1,5...1,7 (при криогенному «шоковому» заморожуванні та НТП).

Механізм збільшення та трансформації каротиноїдів у гідрофільну форму при заморожуванні пов'язано з деструкцією комплексів каротиноїдів з біополімерами (білками, целюлозою, пектиновими речовинами) та переходом частини каротиноїдів із зв'язаної форми в вільну за рахунок руйнування водневих зв'язків, ослаблення індукційної взаємодії. Крім того, при заморожуванні, як і при теплової обробці, може відбуватися утворення водорозчинних форм каротиноїдів за рахунок утворення комплексів між КР і біополімерами (білків, вуглеводів та ін.), фенольними сполуками та їх фрагментами, що мають гідрофільні властивості. Ефект посилюється

ся при низькотемпературному подрібненні заморожених КВО.

Показано, що застосування криогенного «шокового» заморожування і низькотемпературного подрібнення сприяє збільшенню масової частки не тільки каротиноїдів, а й аскорбінової кислоти, вміст якої в порівнянні з вихідною сировиною збільшується на 20...25% при заморожуванні та в 2...2,5 рази при НТП.

Третє завдання присвячено дрібнодисперсному подрібненню. Відомо, що одним з основних технологічних прийомів, що використовуються при виробництві порошків і паст є подрібнення. Одним з прогресивних методів, що застосовується у харчовій, фармацевтичній, хімічній та інших галузях промисловості є криогенне подрібнення з використанням рідкого азоту. При низьких температурах всі види матеріалів, що подрібнюються, переходять в крижкий стан. Це дає можливість отримати ДД продукт практично з будь-яких, в тому числі, надміцних, легкоплавких та інших матеріалів, які неможливо подрібнити з використанням традиційних способів.

Крім ДД структури продукти набувають нових споживчих властивостей. Так, криогенне подрібнення желатину значно збільшує пружність одержуваного холодоцю, сублимованої рослинної сировини - призводить до ефекту збагачення одержуваного порошку БАР на 120...180% у порівнянні з їх вмістом у свіжій рослинній сировині. На відміну від найбільш розвинених країн в Україні криогенне подрібнення рослинної сировини широкого застосування поки не знайшло. У зв'язку з цим актуальним є пошук альтернативних криогенному способів дрібнодисперсного подрібнення, що призводять до процесів механоактивації, при яких отримані продукти набувають нових властивостей. Як альтернативні способи в роботі використано подрібнення в кульовому млині (при отриманні порошків) і гомогенізацію (при отриманні паст).

Встановлено, що ДД подрібнення (рис. 6) при виробництві пюре та порошків призводить до збільшення на 10...70 % масової частки каротиноїдів та інших низькомолекулярних БАР (аскорбінової кислоти, фенольних сполук) і деструкції біополімерів. Показано, що при криогенному подрібненні спостерігається аналогічне, але більш виражене (на 10...15 %) збільшення масової частки низькомолекулярних БАР. Результати підтверджено спектроскопічним методом при вивченні спектрів поглинання в етанолі свіжих КВО, гомогенізованих та криогенно подрібнених пюре з них.

Встановлено, що при дрібнодисперсному подрібненні паралельно зі збільшенням масової частки, відбувається трансформація частини каротиноїдів у гідروفільну форму та співвідношення в дрібнодисперсних порошках жиророзчинної та водорозчинної форм становить залежно від виду КВО від 1 : 1,5 до 1 : 1,7 (рис. 6).

Виявлено механізм збільшення масової частки та трансформації каротиноїдів у гідروفільну форму при дрібнодисперсному подрібненні, який можна пояснити

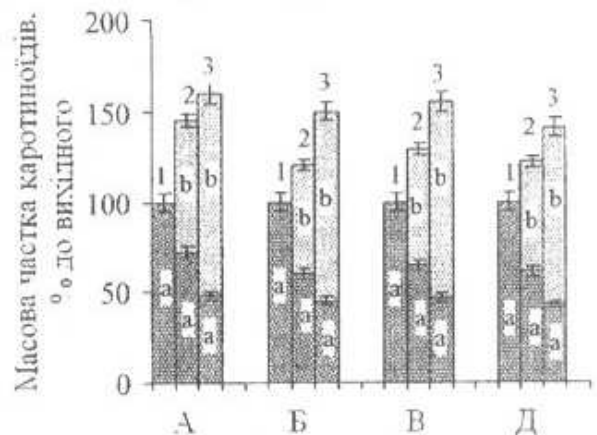


Рис. 6. Вплив дрібнодисперсного подрібнення на каротиноїди КВО та їх трансформацію у гідروفільну форму: а, б - жиророзчинна (а) та водорозчинна (б) форми каротину; 1 - вихідні КВО; 2 - бланшовані КВО вакуумного сушіння, 3 - дрібнодисперсні порошки з КВО; А - гарбуз, Б - томати, В - перець солодкий, Д - морква.

деструкцією зв'язків у комплексах біополімерів та КР, які перебувають з ними у зв'язаному після теплової обробки стані (рис. 7). Деструкція зв'язків відбувається в найбільш лабільних зв'язаних з КР ділянках біополімерів, на яких виникають критичні напруги при дрібнодисперсному подрібненні. При цьому частина каротиноїдів відщеплюється разом із фрагментами біополімерів, що мають гідрофільні властивості за рахунок гідрофільних груп (SH , NH_2 , $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $-\text{CON}$), які входять до їх складу, що контролювалося хімічними методами.

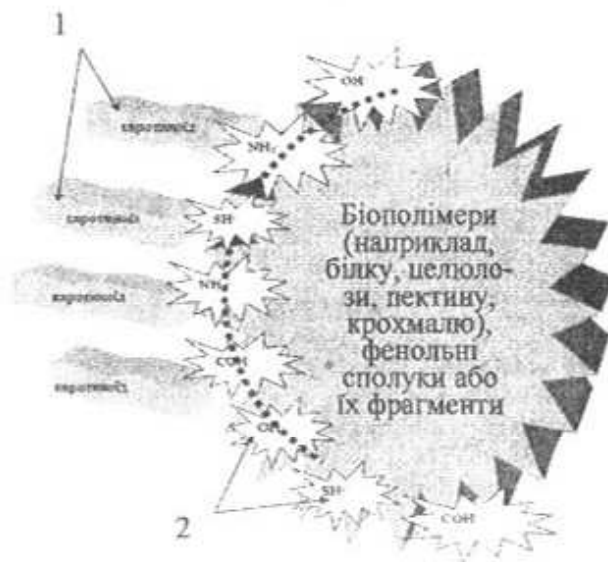


Рис. 7. Схематичне представлення механізму утворення та збільшення при дрібнодисперсному подрібненні КВО водорозчинної форми каротиноїдів: 1 - КР в зв'язаній з біополімерами формі; 2 - фрагменти біополімерів, фенольних сполук, до складу яких входять гідрофільні групи;

■ ■ ■ ■ ■ - відщеплення при дрібнодисперсному подрібненні водорозчинних комплексів (асоціатів) КР з фрагментами біополімерів, фенольних сполук, що мають гідрофільні властивості.

*під водорозчинними формами каротиноїдів розуміють водорозчинні комплекси (асоціати) КР з фрагментами біополімерів (білка, целюлози, пектину, крохмалю тощо), фенольних сполук, що мають гідрофільні властивості за рахунок гідрофільних груп (NH_2 , SH , OH , CON , CH), які входять до їх складу.

Встановлено вплив дрібнодисперсного подрібнення на біополімери целюлози та білка висушених КВО. Показано, що при ДД подрібненні відбувається зменшення масової частки целюлози, білка та збільшення вмісту загального цукру, вільних амінокислот і пептидів, що пов'язано з деструкцією, конформаційними змінами і руйнуванням частини біополімерів до їх мономерів. При криогенному подрібненні спостерігається аналогічний, але більш виражений ефект.

Вивчено вплив процесів дрібнодисперсного подрібнення на трансформацію амінокислот із зв'язаного в білковій молекулі стану у вільну форму (рис. 8) і конформаційні зміни молекул білка. Встановлено, що при отриманні ДД порошоків із висушених КВО відбувається деструкція 30% білка до окремих амінокислот. При цьому відбувається збільшення масової частки амінокислот, що перебувають у вільній формі за рахунок зниження вмісту амінокислот у зв'язаному в білковій молекулі стані.

Як відомо, макромолекули білка складаються з гідрофобного ядра та гідрофільної оболонки, і форма молекул залежить від співвідношення в них гідрофільних і гідрофобних залишків амінокислот (табл. 1). Встановлено, що при дрібнодисперсному подрібненні паралельно з деструкцією білка до окремих амінокислот у молекулах білка відбувається зміна співвідношення гідрофільних і гідрофобних залишків. Це призводить, у відповідності з теорією Фішера Е.Г., до зміни розміру та форми білкової молекули. Встановлено, що при дрібнодисперсному подрібненні зменшуються радіус, об'єм білкової молекули, радіус ядра і показник заповнення ядра гідрофобними залишками. Крім того, змінюється форма білкових молекул. У висушених овочах вони мають вигляд витягнутих еліпсоїдів (сигар), а після ДД подрібнення набувають вигляду надмолекулярних структур, що сприяє збільшенню доступності, засвоюваності, розчинності білкових молекул ДД порошоків (табл. 1).

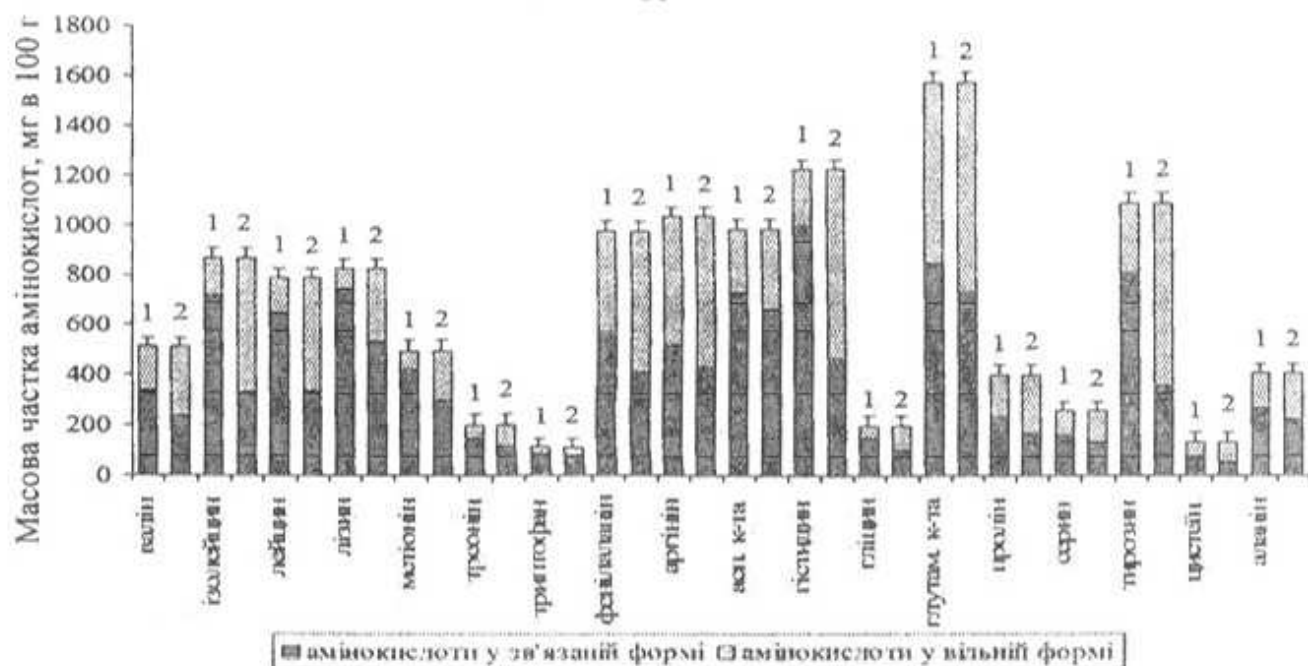


Рис. 8. Вплив процесів механоактивації та термообробки на трансформацію амінокислот із зв'язаного стану у вільний при отриманні дрібнодисперсних порошкоподібних каротиноїдних добавок з моркви: 1 - вихідна висушена морква, 2 - дрібнодисперсний порошок з моркви.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика білкових молекул вихідних каротинвмісних овочів та дрібнодисперсних порошоків з них (n=3, P≥0,95)

Показник	Морква		Гарбуз	
	вихідн.*	порошок**	вихідн.*	порошок**
Вміст полярних залишків амінокислот, C_{Γ}	34,20	43,25	36,95	40,50
Вміст неполярних залишків амінокислот, $C_{\text{нп}}$	65,80	56,75	63,05	59,50
Співвідношення $C_{\Gamma}/C_{\text{нп}}$ (b_s)	0,52	0,76	0,59	0,68
Радіус молекули, r_0 , мкм	$0,3385 \cdot 10^{-2}$	$0,2474 \cdot 10^{-2}$	$0,3042 \cdot 10^{-2}$	$0,2706 \cdot 10^{-2}$
Радіус ядра молекули, r , мкм	$0,2885 \cdot 10^{-2}$	$0,1974 \cdot 10^{-2}$	$0,2542 \cdot 10^{-2}$	$0,2206 \cdot 10^{-2}$
Об'єм молекули, V , мкм ³	$0,016 \cdot 10^{-5}$	$0,063 \cdot 10^{-6}$	$0,012 \cdot 10^{-5}$	$0,083 \cdot 10^{-6}$
Показник заповнення ядра молекули гідрофобними залишками, b (за графіком)	1,25	0,42	1,70	0,25
Форма білкової молекули	 втягнутий еліпсоїд ($b \gg b_s$)	 надмолекулярні структури ($b < b_s$)	 втягнутий еліпсоїд ($b \gg b_s$)	 надмолекулярні структури ($b < b_s$)

Примітки: * - вихідні висушені сублімаційним сушінням (СС) каротинвмісні овочі

** - дрібнодисперсні порошки з висушених бланшованих КВО

Отримані хімічними методами результати впливу процесів механодеструкції при ДД подрібненні на комплекси БАР з біополімерами та деструкцію самих біополімерів до їх мономерів були підтверджені при вивченні ІЧ спектрів (рис. 9).

Порівняння ІЧ спектрів дрібнодисперсних порошоків і вихідних каротин-

вмісних овочів СС показало, що для ІЧ спектрів порошків спостерігається зменшення інтенсивності при $\nu=3650...3200 \text{ см}^{-1}$, характерної для валентних коливань ОН груп, що свідчить про руйнування міжмолекулярних і внутрішньомолекулярних водневих зв'язків та збільшення інтенсивності при $\nu=2920...2850 \text{ см}^{-1}$, $\nu=2500...2000 \text{ см}^{-1}$, $\nu=1360...1030 \text{ см}^{-1}$, $\nu=1620 \text{ см}^{-1}$, характерних відповідно для валентних коливань груп CH_3 , NH_2 , NH_3 , C-O , а також ненасичених подвійних зв'язків. Це свідчить про збільшення після механічного впливу масової частки та переході низькомолекулярних біологічно активних речовин (фенольних сполук, каротиноїдів, аскорбінової кислоти) із зв'язаного з біополімерами стану у вільний, а також про трансформацію частини біополімерів (наприклад, білка, целюлози) до їх мономерів (відповідно до амінокислот і простих цукрів) і підтверджує дані отримані хімічними методами.

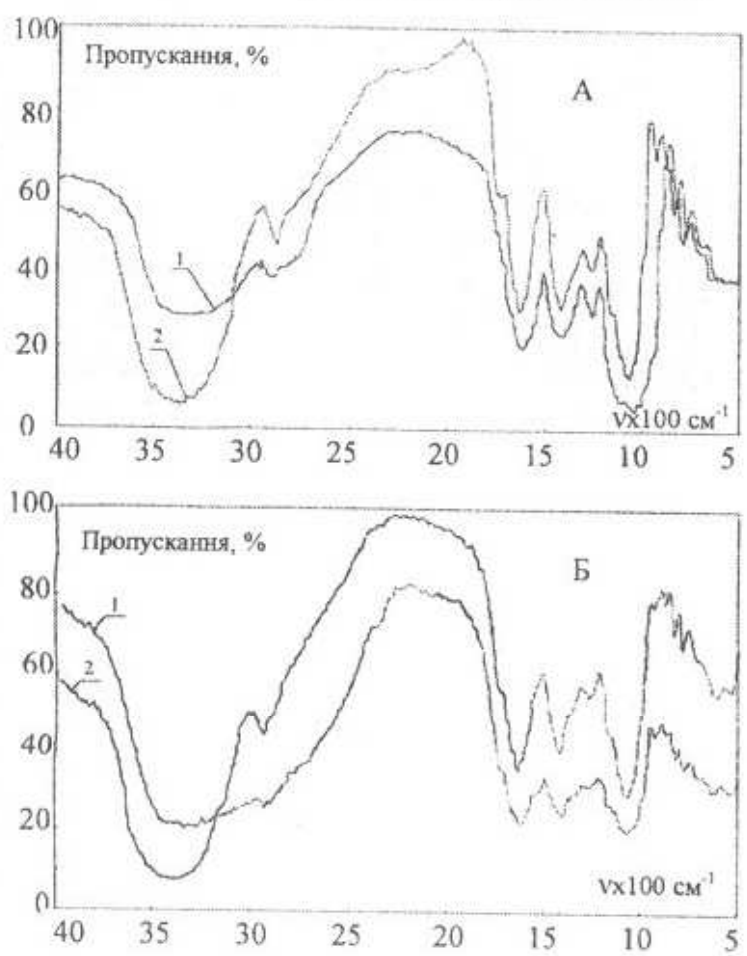


Рис. 9. ІЧ-спектри висушених каротинмісних овочів (1) та дрібнодисперсних порошків (2) з них отриманих із використанням процесів механодеструкції та механоактивації: А – перець молодкий, Б – томати.

Вивчено вплив різних чинників на ізомеризацію каротиноїдів, їх перехід із транс- в цис-форму (рис. 10).

Встановлено, що перехід частини КР у гідрофільну форму при бланшуванні та ДД подрібненні КВО не пов'язаний з ізомеризацією (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив бланшування, механічного подрібнення та сушіння на вміст транс- та цис-ізомерів β -каротину моркви ($n=3$, $R \geq 0,95$)

Продукт	транс-форма		цис-форма		сума транс- та цис форм	
	мг в 100 г до СР	% до вихідн.	мг в 100 г до СР	% до вихідн.	мг в 100 г до СР	% до вихідн.
Морква свіжа	56,5	98,6	0,8	1,4	57,3	100,0
бланшована	70,6	123,2	1,5	2,6	72,1	125,8
грубо подрібнене шоре	71,5	124,8	1,4	2,4	72,9	127,2
ДД шоре	84,8	148,0	1,5	2,6	86,3	150,6
ДД порошок СС	84,5	147,5	1,7	2,9	86,2	150,4
ДД порошок ВС	79,2	138,2	5,6	9,8	84,8	148,0

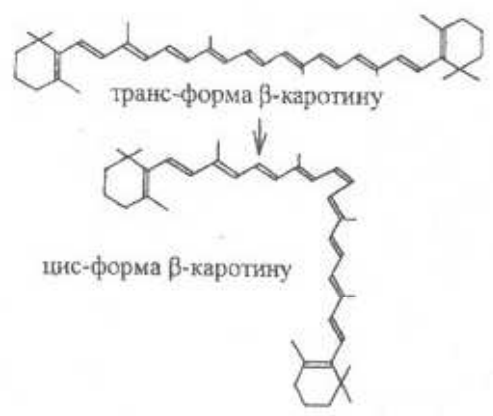


Рис. 10. Структурні формули транс- та цис-ізомерів β -каротину.

Показано, що дрібнодисперсні порошки з КВО з розміром часток 5...20 мкм добре диспергуються у воді, утворюючи при цьому стабільну систему, яка не розшаровується протягом 2-х годин. В подальшому ДД порошки з КВО були використані при розробці молочно-рослинних сумішей для «Instant» напоїв.

Вивчено ступінь засвоюваності дрібнодисперсних порошків, пюре, а також проведено порівняння ступеню засвоюваності свіжих та бланшованих каротинвмісних овочів. Методом біотестування на тест-культурах *Paramecium caudatum* (за генеративною активністю одноклітинних) показано, що в порівнянні зі свіжими бланшовані каротинвмісні овочі засвоюються краще приблизно в 1,5 рази, а засвоюваність дрібнодисперсних пюре та порошків в 2...2,5 рази краще, ніж грубо подрібнених (з розміром часток 50...500 мкм), що пов'язано з більш високим вивільненням БАР та поживних речовин при ДД подрібненні порошків та пюре і переходом їх у розчин.

Четвертий розділ „Розробка технологій каротиноїдних добавок з КВО з використанням дрібнодисперсного подрібнення, термічної обробки та антиоксидантних рослинних добавок із НП і ЛРС” присвячено розробці технологій виробництва та зберігання рослинних добавок із каротинвмісних овочів в формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре, заснованих на використанні термічної обробки (бланшування КВО, уварювання пюре з них), заморожування, альтернативних криогенному способів дрібнодисперсного подрібнення, що призводять до процесів механоактивації та механодеструкції – подрібнення в кульовому млині (при отриманні порошкоподібних добавок) і гомогенізації (при отриманні порошкоподібних та пастоподібних добавок), а також антиоксидантів в формі водно-спиртових екстрактів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини.

Вивчено антиоксидантні властивості, вміст біологічно активних речовин, ненасичених кон'югованих сполук та фітонцидну активність 20-ти водно-спиртових екстрактів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини (табл. 3) отри-

Таблиця 3

АОА (за швидкістю окислення олеїнової кислоти), вміст БАР, ненасичених кон'югованих сполук екстрактів із НП і ЛРС (n=3, P>0,95)

Найменування сировини для рослинних добавок у формі екстрактів	Швидкість окислення олеїнової кислоти, $V \cdot 10^3$, моль/дм ³ ·с	Фенольні сполуки з Р-вітамінною активністю, мг в 100 мл			Дубильні речовини, мг в 100 мл	Ароматичні речовини (за числом аромату), мл тіосульфату натрію	Сумарний вміст ненасичених кон'югованих сполук, мк моль/г
		загальний вміст (за хлорогеновою к-тою)	сума флавонолових глікозидів (за рутином)	вільні катехіни (за d-катехіном)			
рослинні добавки у формі екстрактів із натуральних прянощів							
гвоздика	0,07	1469,2	886,5	568,3	345	333,8	8,57
базилік	0,08	1380,8	840,2	248,4	360	305,4	8,43
перець червоний	0,09	1320,3	830,8	198,6	348	248,8	8,35
мускатний горіх	0,08	1210,0	723,6	197,4	350	300,0	8,92
лавровий лист	0,13	1192,4	269,6	579,2	320	234,8	4,83
перець духмянний	0,26	687,3	67,8	312,4	77	240,3	4,10
перець чорний	0,40	158,9	12,5	307,2	32	192,4	3,84
коріандр	0,74	93,9	11,2	78,8	28	140,1	3,25
кмин	0,81	91,5	10,2	76,4	13	113,9	3,08
рослинні добавки у формі екстрактів із лікарської рослинної сировини							
меліса	0,10	1020,2	564,1	224,5	353	202,3	5,06
подорожник	0,12	1094,2	818,2	116,6	331	171,6	4,98
листя дубу	0,14	1070,2	624,3	53,7	380	105,3	4,68
календула	0,16	1168,8	501,4	49,0	342	168,2	4,59
іссоп лікарський	0,17	990,0	462,7	43,5	310	160,3	4,31

маних методом дворазового настоювання з метою їх використання для запобігання окислення каротиноїдів в дрібнодисперсних порошкоподібних добавках з КВО.

Встановлено, що найбільшу АОА мають екстракти з найбільш високим вмістом таких БАР, як: загальний вміст фенольних сполук, флавонолові глікозиди, вітамін Е, ароматичні речовини. Показано, що АОА добавок прямо пропорційно залежить від сумарного вмісту в них ненасичених кон'югованих сполук (дієнових, трієнових, оксидієнових, тетраєнових кон'югатів) з понад двома ненасиченими подвійними зв'язками, що характерні для терпеноїдів, до числа яких належать ефірні олії, каротиноїди, глікозиди, смоли, хлорофіли та інші речовини НП і ЛРС. Дані за вмістом БАР корелюють з тривимірними спектрами флуоресценції, які можуть слугувати атласом для оцінки якості рослинних добавок у формі екстрактів із НП і ЛРС.

Вивчено фітонцидну активність екстрактів і встановлено пряму залежність їх антибактеріальних властивостей від вмісту ненасичених кон'югованих сполук, ароматичних речовин, низькомолекулярних фенольних сполук.

На рослинні добавки у формі екстрактів із НП і лікарської рослинної сировини розроблено та затверджено НД, проведено апробацію в промислових умовах.

Крім екстрактів для стабілізації каротиноїдів в ДД порошках з КВО та для самостійного вживання використано концентровану БАД «Фітор» у формі порошку та пасти. Розроблено технологію її виробництва, яка полягає в вакуумному концентруванні до вмісту сухих речовин 80 і 95% екстракту листя дубу отриманого з використанням високого тиску в 15...20 атм. Показано, що БАД «Фітор» відрізняється високим вмістом природних антиоксидантів, таких як дубильні речовини, фенольні сполуки. Встановлено, що АОА добавки в 10...17 разів вище, ніж активність класичного антиоксиданту α -токоферолу (який введено в модельну систему в еквівалентній дозі). На БАД «Фітор» розроблено та затверджено НД. Добавка понад 10 років знаходиться в серійному виробництві НВФ «Фіторія». Медико - біологічними та клінічними випробуваннями встановлено антиоксидантну, імуномодулюючу, протипухлинну, геропротекторну дію БАД «Фітор».

Вивчено можливість використання екстрактів з НП і ЛРС, а також екстракту БАД «Фітор» як натуральних антиоксидантів для запобігання окислення та стабілізації каротиноїдів при розробці технології каротиноїдних добавок у формі ДД порошків з КВО. Встановлено, що використання екстрактів дозволяє протягом 6 місяців зберегти якість порошкоподібних добавок за вмістом каротину в 2 рази краще в порівнянні з контролем (без екстрактів). Отримані результати підтверджено спектроскопічним методом при вивченні сумарних спектрів поглинання в етанолі каротиноїдів дрібнодисперсних порошків із каротинвмісних овочів, які отримано з введенням рослинних добавок у формі екстрактів із НП і ЛРС та без них.

Виявлено механізм попередження окислення каротиноїдів при зберіганні ДД добавок із КВО, отриманих з використанням екстрактів, який можна пояснити біотрансформацією та комплексоутворенням каротиноїдів з ненасиченими низькомолекулярними фенольними сполуками, ароматичними речовинами рослинних добавок із НП і ЛРС та інактивацією каротиноксидази за допомогою дубильних речовин екстрактів, які, як відомо, з білками, а в нашому випадку з ферментами, можуть утворювати нерозчинні комплекси і тим самим їх інактивувати.

На підставі експериментальних досліджень розроблено технології каротиноїдних добавок у формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре. Експериментально визначено та обґрунтовано раціональні параметри технологій, розроблено технологічні схеми, підібрано обладнання, проведено апробацію у виробничих умовах.

Розроблено 3 технології каротиноїдних добавок у формі дрібнодисперсних порошків, які включають використання подрібнення, що призводить до процесів механоактивації. У поєднанні з тепловою обробкою це дає можливість перевести частину каротиноїдів та інших БАР, що знаходяться у зв'язаному з біополімерами стані у вільний, та отримати порошкоподібні добавки з високим вмістом натуральних каротиноїдів та інших БАР. Крім того, в нових технологіях використано екстракти - антиоксиданти з НП і ЛРС для стабілізації каротиноїдів, збільшення терміну зберігання нових добавок, надання їм оригінального аромату (рис. 11).

Перша технологія включає подрібнення до частинок розміром 5...20 мкм вишуканих вакуумним сушінням гомогенізованих пюре з КВО оброблених екстракта-



Рис. 11. Технологічна схема виробництва каротиноїдних дрібнодисперсних рослинних добавок у формі порошків (ТУУ 40-01566330-086-2000) із гомогенізованих пюре з КВО.

ми з НП і ЛРС. Друга технологія відрізняється від першої тим, що обробку екстрактами проводять не один, а два рази - до та після сушіння. Крім того, проводять ВС не гомогенізованих пюре, а оброблених екстрактами бланшованих КВО.

Третю технологію розроблено для перцю солодкого за безвідходною технологією, що передбачає його переробку разом з насінням, насіннєвими камерами, шкіркою, плодоніжками та включає обробку екстрактами ДД порошків. За технологіями розроблено та затверджено НД, проведено апробацію в виробничих умовах.

Встановлено, що нові добавки, отримані за всіма трьома технологіями, пред-

ставляють собою концентрати натуральних каротиноїдів, аскорбінової кислоти, фенольних сполук та інших біологічно активних речовин. В 100 г нових добавок в залежності від виду КВО містяться від 25 до 90 мг каротину, від 46 (у добавці з моркви) до 3250 мг (у добавці з перцю) аскорбінової кислоти (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст каротиноїдів та інших БАР в отриманих за новими технологіями каротиноїдних добавок у формі дрібнодисперсних порошків (n=3, P≥0,95)

Масова частка, мг в 100 г	Технологія, що включає сушіння гомогенізованого пюре із КВО з екстрактами				Технологія, що включає сушіння шматочків бланшованих КВО з екстрактами		
	добавка з моркви	добавка з гарбуза	добавка з томатів	добавка з перцю	добавка з моркви	добавка з гарбуза	добавка з перцю
каротину	89,1 ± 1,3	65,7 ± 1,2	35,9 ± 0,7	31,9 ± 0,6	80,7 ± 1,4	59,8 ± 1,1	30,2 ± 0,6
аскорбінової кислоти	46,2 ± 1,3	58,1 ± 1,1	287,7 ± 5,1	2893,0 ± 52,1	47,9 ± 0,7	52,9 ± 1,0	3250,9 ± 55,3
фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою)	872,5 ± 10,3	593,3 ± 7,6	1119,4 ± 18,3	536,5 ± 17,2	938,6 ± 15,1	640,8 ± 3,3	1135,5 ± 16,4
флавонолових глікозидів (за рутином)	782,8 ± 11,7	294,5 ± 4,7	325,7 ± 5,1	233,1 ± 3,9	848,2 ± 12,7	303,8 ± 4,6	248,6 ± 3,7
вільних катехінів (за d-катехіном)	51,4 ± 0,8	111,8 ± 1,8	383,5 ± 6,1	701,6 ± 9,8	58,8 ± 8,3	125,2 ± 2,0	686,6 ± 10,3

Таким чином, введення в денний раціон 5 г (1 чайної ложки) каротиноїдної порошкоподібної добавки, задовольняє добову потребу в КР та аскорбінової кислоти.

Встановлено, що якість нових добавок за вмістом БАР перевершує вітчизняні та закордонні аналоги в кілька разів, а їх ціна в середньому в 2 рази нижче.

Розроблено 2 технології каротиноїдних добавок у формі паст. Їх можна використовувати як самостійний продукт і як добавку. Від існуючих технологій нові відрізняються використанням гомогенізації як способу подрібнення, що призводить до процесів механоактивації, комплексне використання якого з тепловою обробкою дозволяє більш повно розкрити біологічний потенціал сировини за вмістом у ньому БАР. Крім того, вони включають використання екстрактів із натуральних прянощів, які надають готовим добавкам оригінального смаку та аромату.

Перша технологія включає концентрування при щадних режимах до вмісту сухих речовин 30% гомогенізованих пюре з КВО, їх змішування в певних пропорціях, додавання цукру, солі, концентрування отриманої суміші до вмісту сухих речовин 65 ± 2% і введення екстрактів та інших рецептурних компонентів. Друга технологія відрізняється від першої видом та кількістю (в 2,5 рази більшою) рослинних добавок із НП і ЛРС, що використовуються. При розробці рецептур виходили з рекомендацій Інституту харчування. Нові добавки в формі паст містять значну кількість каротиноїдів, аскорбінової кислоти, а також фенольних сполук з Р-вітамінною активністю і можуть бути використані як засоби імунопрофілактики. На нові технології розроблено та затверджено НД, проведено апробацію в промислових умовах.

Розроблено також технологію каротиноїдних добавок у формі заморожених пюре, яка є криогенною технологією швидкого заморожування з застосуванням рідкого азоту (рис. 12). Від традиційних технологій отримання заморожених продуктів

з використанням повітряного «шокового» заморожування нова технологія відрізняється використанням більш високої швидкості (від 10, 20, до 100°C/хв) і більш низької температури кінцевого заморожування продукту (-35°C на відміну від -12...-18°C при повітряному заморожуванні). Крім того, технологія включає низькотемпературне подрібнення до частинок розміром 5...20 мкм заморожених КВО, фасування та холодильне зберігання за температури -18°C. Експериментально визначено та обґрунтовано параметри технології.



Рис. 12. Принципова технологічна схема виробництва каротиноїдних добавок у формі заморожених поре із каротинвмісних овочів з використанням криогенного заморожування та низькотемпературного подрібнення.

Нова технологія дозволяє отримати пюре з принципово новими споживчими властивостями, в яких вміст БАР (каротиноїдів, аскорбінової кислоти, фенольних сполук) в 1,7...3,5 рази вище, ніж у вихідних свіжих КВО. Термін зберігання добавок у формі заморожених поре становить 1 рік без зміни якості. На нову технологію розроблено та затверджено НД, проведено апробацію в промислових умовах.

У п'ятому розділі „Розробка функціональних оздоровчих продуктів з використанням каротиноїдних добавок і рослинних добавок із НП і ЛРС” наведено результати використання нових каротиноїдних добавок в формі дрібнодисперсних порошків, а також антиоксидантних рослинних добавок із НП і ЛРС в формі екстрактів і порошків під час створення функціональних продуктів оздоровчого харчування.

З використанням отриманих рослинних добавок розроблено та апробовано в промислових умовах рецептури та технології функціональних оздоровчих продуктів: молочно-рослинних сумішей для «Instant» напоїв, сирних десертів, збагачених майонезів, вітамінних смакових приправ. Так, в 1 склянці (200 мл) відновленого напою міститься половина добової потреби дорослої людини в каротині та аскорбінової кислоті, а також фенольні сполуки, незамінні амінокислоти та інші БАР.

Розроблено рецептури, визначено фізико-хімічні показники та вміст БАР в нових видах сирних десертів. Встановлено, що використання при виробництві сирних десертів добавок з КВО та НП сприяє збільшенню терміну їх зберігання в 2 рази.

Розроблено та впроваджено у серійне виробництво АТЗТ «Харківський жиркомбінат» рецептури та технологію майонезу «Провансаль Баварський» з перцем солодким та прянощами. Від традиційних нова технологія відрізняється введенням в технологічну схему виробництва майонезу перед фасуванням операції купажування готової тонкодисперсної емульсії з попередньо підготовленими добавками з НП і

ЛРС. Нові майонези відрізняються високим вмістом БАР, їх терміни зберігання в 1,5...2 рази більше традиційних.

З використанням каротиноїдних добавок з перцю солодкого та НП розроблено рецептури та технологію вітамінних смакових приправ. Вивчено їх якість.

У шостому розділі „Наукове обґрунтування технології хлорофілвмісних добавок з використанням дрібнодисперсного подрібнення та розробка ФОП з їх використанням” наведено результати хімічних, фізико-хімічних, спектроскопічних, мікроскопічних, мікробіологічних досліджень, які є науковим обґрунтуванням розробки технології виробництва ХВ добавок в формі дрібнодисперсних порошків, а також розробки з їх використанням вітамінних смакових приправ та плавленого сиру.

Труднощі при переробці ХВ овочів у консервовані продукти пов'язані з тим, що під впливом теплової обробки, світла, кисню повітря, рН середовища відбуваються значні втрати хлорофілу, аскорбінової кислоти, КР та інших БАР (від 20 до 80%). Втрати хлорофілу супроводжуються потемнінням або знебарвленням продукту. Під дією вказаних факторів у молекулах хлорофілу відбувається реакція заміщення комплексно зв'язаного магнію на водень, при якій утворюється речовина бурого кольору феофітин.

В задачу роботи входила розробка технології дрібнодисперсних хлорофілвмісних добавок у формі порошків, що дозволяють максимально зберегти хлорофіли та інші БАР вихідної сировини. Технологія включає ДД подрібнення висушених вакуумним сушінням подрібнених листових овочів (зелені петрушки та кропу). Але вакуумне сушіння є тривалим процесом, під час якого активується ферментна система. Модельними дослідями встановлено, що через 15 хвилин в подрібнених листових овочах руйнується приблизно половина аскорбінової кислоти та каротину. Для інактивації ферментів перед ВС подрібнену зелень було запропоновано обробляти розчином лимонної кислоти. Встановлено оптимальну концентрацію розчину (0,5...1,0 %) та тривалість попередньої обробки (10...15 хв.).

Показано, що при дрібнодисперсному подрібненні висушених ЛО (рис. 13), як і у випадку подрібнення КВО, відбувається збільшення у 1,2...1,8 раз масової частки низькомолекулярних БАР (хлорофілів, аскорбінової кислоти, фенольних сполук). Отримані результати підвищеного вилучення БАР підтверджено методом спектрального аналізу при вивченні сумарних спектрів поглинання каротиноїдів, хлорофілів, низькомолекулярних фенольних сполук листових овочів в етанолі.

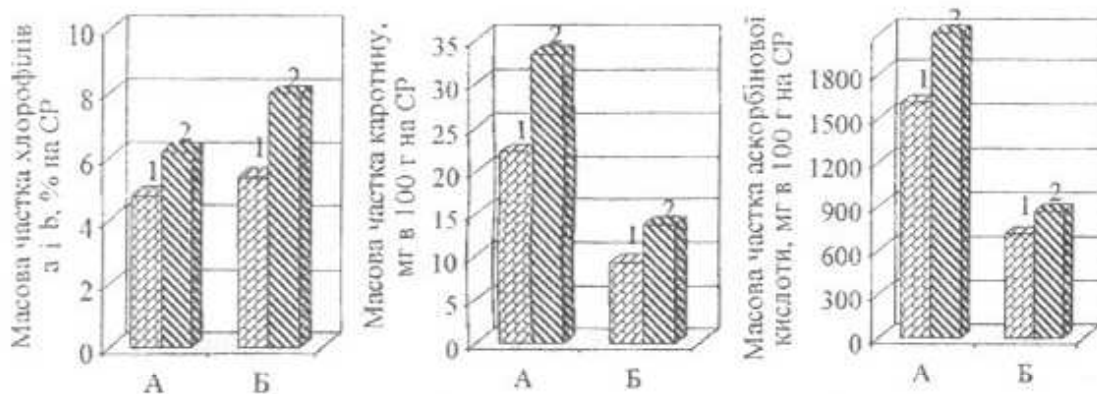


Рис.13. Вплив дрібнодисперсного подрібнення на біологічно активні речовини хлорофілвмісних листових овочів : 1, 2 - хлорофілвмісні листові овочі ВС (1) та дрібнодисперсні порошки з них; А - зелень петрушки; Б - зелень кропу.

Встановлено, що ДД порошки із зелені петрушки та кропу в порівнянні з традиційними грубо подрібненими порошками (50...250 мкм) мають в 2 рази вищу біологічну активність та знаходяться в більш легкозасвоюваній формі.

Розроблено технологію ХВ добавок у формі дрібнодисперсних порошків. Від традиційних нова відрізняється інактивацією окислювальних ферментів шляхом витримування нарізаної зелені петрушки та кропу в 0,5...1% розчині лимонної кислоти протягом 10...15 хв. перед сушінням, використанням вакуумного сушіння та дрібнодисперсного подрібнення, що дозволяє отримати продукт, масова частка в якому низькомолекулярних БАР (хлорофілу, аскорбінової кислоти, КР, фенольних сполук) вище в 1,2...1,8 раз у порівнянні з вихідною сировиною. Вивчено їх хімічний склад, мікробіологічні та технологічні показники, вміст БАР (табл. 5), гранулометричний склад та відносну швидкість розчинення. Дослідження гранулометричного складу добавок показало, що переважним є розмір часток 15...20 мкм. На нову технологію розроблено та затверджено НД, проведено апробацію в промислових умовах.

Таблиця 5

Вміст хлорофілів а і b, каротиноїдів та інших БАР в хлорофілвмісних добавках у формі ДД порошків із зелені петрушки та кропу (n=3, P≥0,95)

Хлорофіли а і b, %	Каротин, мг в 100 г	Аскорбінова кислота, мг в 100 г	Фенольні сполуки (за хлорог. к-тою), мг в 100 г	Флавонолові глікозиди (за рутинном), мг в 100 г	Вільні катехіни (за d-катехіном), мг в 100 г	Дубильні речовини, мг в 100 г
ХВ добавки з зелені петрушки						
3,8 ± 0,1	18,0 ± 0,5	1392,8 ± 41,8	757,4 ± 22,7	317,3 ± 6,4	384,2 ± 11,5	816,3 ± 20,4
ХВ добавки з зелені кропу						
4,4 ± 0,1	7,8 ± 0,2	624,6 ± 12,5	2694,5 ± 53,9	1800,2 ± 36,8	624,4 ± 15,6	812,0 ± 19,7

З використанням ХВ добавок розроблено рецептури та технологію отримання вітамінних смакових приправ. Крім того, з їх використанням разом з добавками з НП у формі порошків та екстрактів як антиоксидантних та консервуючих добавок розроблено нові види плавленого сиру. Використання добавок підвищує їх біологічну цінність за вмістом БАР рослинної сировини, а також в 2 рази збільшує термін зберігання.

У цьому розділі "Впровадження результатів досліджень у практику, їх соціальний ефект та економічна ефективність" наведено дані про практичну реалізацію роботи, її соціальний ефект та економічну ефективність, про розробку нормативної документації (ТУ, П), проведення медико-біологічних досліджень та клінічних випробувань, про апробацію нових технологій в промислових умовах.

ВИСНОВКИ

1. Розроблено наукове обґрунтування технологій консервування каротиноїдних добавок, заснованих на комплексному використанні процесів термообробки (або заморожування), механодеструкції при дрібнодисперсному подрібненні та антиоксидантів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, спільне застосування яких призводить до механодеструкції біологічних комплексів біополімерів зі зв'язаними формами низькомолекулярних БАР (каротиноїдів, аскорбінової кислоти, фенольних сполук та інших) з відщепленням останніх, переходом їх у вільний стан та зі збільшенням масової частки в 1,5...3 рази, до механодеструкції самих

біополімерів до їх мономерів, впливає на збереження та трансформацію жиророзчинних форм каротиноїдів у гідрофільну форму, що дозволяє отримати каротиноїдні добавки у формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре із каротинвмісних овочів, які в порівнянні з традиційними мають принципово нові властивості, пов'язані з істотним збільшенням дисперсності, засвоюваності, розчинності, вмістом та стабільністю каротиноїдів та інших БАР.

2. Науково обґрунтовано доцільність використання та виявлено механізм впливу термообробки (бланшування, розварювання) каротинвмісних овочів та пюре з них на збереження каротиноїдів, їх ізомеризацію та трансформацію у гідрофільну форму. Показано, що при термообробці КВО паралельно зі збільшенням у 1,5...2,6 раз масової частки каротиноїдів відбувається трансформація 1/2 частини каротиноїдів у водорозчинну форму. При цьому встановлена слабка ізомеризація каротиноїдів в цис-форму (до 1%). Збільшення масової частки каротиноїдів при термообробці не пов'язане з ізомеризацією та можна пояснити переходом частини каротиноїдів із зв'язаного з біополімерами стану у вільний за рахунок руйнування ослаблених термообробкою водневих зв'язків, зниження між ними індукційної взаємодії, що фіксується хімічними методами досліджень. Паралельно частина молекул каротиноїдів може піддаватися комплексоутворенню та структурній перебудові молекул з біополімерами (білка, крохмалю, целюлози та ін.), а також фенольними сполуками та їх фрагментами, до складу яких входять гідрофільні групи. При цьому утворюються водорозчинні форми каротиноїдів у вигляді водорозчинних комплексів із біополімерами та їх фрагментами, що мають гідрофільні властивості.

3. Встановлено, що заморожування КВО з різними швидкостями призводить до збільшення в порівнянні з вихідною сировиною масової частки каротиноїдів в 1,5...2,5 рази в залежності від швидкості заморожування, а також до активації їх гідрофільних властивостей - трансформації частини (50...70%) каротиноїдів у водорозчинну форму. Виявлено механізм збільшення та трансформації каротиноїдів у гідрофільну форму. При заморожуванні відбувається деструкція комплексів каротиноїдів з біополімерами (білками, полісахаридами та ін.) та перехід частини каротиноїдів із зв'язаної форми у вільну за рахунок руйнування водневих зв'язків, ослаблення індукційного взаємодії. Крім того, при заморожуванні утворюються водорозчинні форми каротиноїдів за рахунок утворення комплексів з біополімерами та їх фрагментами, що мають гідрофільні властивості, до складу яких входять гідрофільні групи. Ефект посилюється при низькотемпературному подрібненні КВО.

4. Знайдено альтернативні криогенному теплові способи дрібнодисперсного подрібнення (без застосування низьких температур) при отриманні каротиноїдних та хлорофілвмісних добавок у формі порошків і паст, що призводять до процесів механодеструкції та механоактивації, при яких спостерігається перехід частини низькомолекулярних біологічно активних та поживних речовин із зв'язаного з біополімерами стану у вільний, масова частка яких у 1,2...1,9 раз більше в порівнянні з вихідною сировиною. Встановлено закономірності впливу ДД подрібнення на різні БАР (каротиноїди, аскорбінову кислоту, низькомолекулярні фенольні сполуки, хлорофіли) та біополімери (целюлози, білка). Показано, що якість ДД порошків та пюре наближається до якості порошків та пюре, отриманих при криогенному подрібненні.

Встановлено, що ДД порошки з КВО (з розміром часток 5...20 мкм) швидко диспергуються у водній фазі та утворюють стабільну суспензію, яка стабільна протягом 2-х годин. Методом біотестування на тест-культурах *Paramecium caudatum* показано, що дрібнодисперсні каротиноїдні та хлорофілвімісні добавки засвоюються в 2...2,5 рази краще, ніж традиційно подрібнені порошки, пюре та свіжі овочі.

5. Показано, що при дрібнодисперсному подрібненні (без застосування низьких температур) висушених КВО в порівнянні з вихідною сировиною паралельно зі збільшенням масової частки каротиноїдів в 1,3...1,6 раз, аскорбінової кислоти (на 6,4...32,0%) та інших БАР, відбувається трансформація частини каротиноїдів у гідрофільну форму, а сумарна кількість дегідроаскорбінової кислоти та редуکتонів залишається незмінною. Встановлено, що співвідношення в ДД порошках жиро- та водорозчинних форм становить залежно від виду КВО від 1:1,5 до 1:1,7. Виявлено механізм збільшення масової частки та трансформації КР у гідрофільну форму при ДД подрібненні, який пов'язано з деградацією зв'язків у комплексах біополімерів і каротиноїдів, що перебувають з ними у зв'язаному після теплової обробки стані. При ДД подрібненні частина каротиноїдів відщеплюється разом із фрагментами біополімерів або їх мономерів, що мають гідрофільні властивості за рахунок гідрофільних груп (-SH-, -NH₂-, -COOH-, -OH-, -CONH-), які входять до їх складу, що можна проконтролювати хімічними та спектроскопічними методами. Деградація зв'язків або механокрекінг відбувається в найбільш лабільних зв'язаних з каротиноїдами ділянках біополімерів, на яких виникають критичні напруги при ДД подрібненні.

6. Встановлено, що дрібнодисперсне подрібнення висушених КВО призводить до суттєвої деструкції біополімерів білка (на 30...40%), їх активації та трансформації до вільних амінокислот за рахунок руйнування водневих та пептидних зв'язків у білкових комплексах. Це проявляється у збільшенні масової частки вільних амінокислот (у 1,2...4,1 рази), перерозподілі у молекулах білка співвідношення полярних і неполярних залишків амінокислот, в результаті яких відбуваються конформаційні зміни молекул білка: зменшуються радіус, об'єм, радіус ядра, показник заповнення ядра гідрофобними залишками, а також змінюється форма білкової молекули. Методом Фішера Е.Г. встановлено, що молекули білка набувають вигляду надмолекулярних структур, сумарна площа поверхні яких значно більше сумарної площі поверхні білкових молекул вихідної сировини, що мають форму витягнутих еліпсоїдів. Це сприяє збільшенню біологічної доступності, засвоюваності білку отриманих дрібнодисперсних порошків.

7. Вивчено антиоксидантні та антибактеріальні властивості, вміст БАР, ненасичених кон'югованих сполук, спектральні характеристики біологічно активних речовин 20-ти рослинних добавок у формі екстрактів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, які були використані для стабілізації каротину при виготовленні каротиноїдних добавок та гальмування перекисного окислення ліпідів при зберіганні жировмісних виробів (майонезів, плавлених сирів). Запропоновано атлас спектрів флуоресценції рослинних добавок із НП і ЛРС, що корелює з їх хімічним складом. Встановлено, що введення в каротиноїдні добавки з КВО у формі ДД порошків екстрактів - антиоксидантів з НП і ЛРС після 6 місяців зберігання дозволяє зберегти каротиноїди в 2 рази краще в порівнянні з контролем (без добавок). Виявлено меха-

нізм попередження окислення каротиноїдів при зберіганні ДД добавок з КВО, отриманих з використанням добавок із НП і ЛРС, який можна пояснити біотрансформацією та комплексоутворенням каротиноїдів з ненасиченими низькомолекулярними фенольними сполуками, ароматичними речовинами рослинних добавок із НП і ЛРС та інактивацією каротиноксидази за допомогою поліфенолів НП і ЛРС.

8. Розроблено технології отримання каротиноїдних добавок у формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре із каротинвмісних овочів, що включають комплексне використання термообробки (або заморожування), дрібнодисперсного подрібнення та антиоксидантів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини. Встановлено, що спільне застосування зазначених технологічних прийомів призводить до механодеструкції комплексів біополімерів із зв'язаними формами низькомолекулярних БАР, в результаті яких відбувається перехід БАР у вільний стан із збільшенням у 1,5...3 рази їх масової частки, а також до механодеструкції самих біополімерів до їх мономерів (30...50% целюлози - до цукрів, 30...40% білка - до окремих амінокислот). Крім того, їх комплексне використання сприяє збереженню та трансформації каротиноїдів у гідрофільну форму та дозволяє отримати добавки, які в порівнянні з традиційними порошками, пастами та пюре мають принципово нові властивості: у десятки разів менший розмір частинок, в 2...3 рази більшу засвоюваність та розчинність, а за вмістом БАР перевершують вітчизняні та закордонні аналоги.

9. Науково обґрунтовано та розроблено технологію хлорофілвмісних добавок з листових овочів (зелені петрушки та кропу) у формі дрібнодисперсних порошків, яка від традиційних технологій порошків відрізняється інактивацією окисних ферментів шляхом витримування нарізаної зелені петрушки та кропу в розчині лимонної кислоти перед сушінням, використанням вакуумного сушіння та альтернативного криогенному способу дрібнодисперсного подрібнення, що дозволяє отримати добавки з листових овочів з принципово новими споживчими властивостями. У порівнянні з вихідною сировиною в добавках із зелені петрушки та кропу в 1,2...1,8 разів вищий вміст БАР, що сприяють зміцненню імунітету (хлорофілів а і b, каротиноїдів, L - аскорбінової кислоти, фенольних сполук (за хлорогеновою кислотою), флавонолових глікозидів, дубильних речовин), в 2 рази вища біологічна активність та засвоюваність. Експериментально визначено та обґрунтовано раціональні параметри технології.

10. Науково обґрунтовано та розроблено рецептури і технології функціональних оздоровчих продуктів, отриманих з використанням каротиноїдних та хлорофілвмісних добавок у формі ДД порошків, а також рослинних добавок із НП і ЛРС: сухі молочні суміші для напоїв, сиркові десерти, вітамінні смакові приправи, плавлені сири, майонези. Встановлено, що за вмістом БАР (каротину, аскорбінової кислоти, хлорофілу, низькомолекулярних фенольних сполук) розроблені продукти мають потенційну імуномодулюючу дію. Показано, що використання добавок із КВО, ЛО та НП при виробництві ФОР сприяє збільшенню строків зберігання: сирних десертів - в 2 рази, майонезів - в 1,5...2 рази, плавлених сирів в 2 рази.

11. Розроблено та затверджено на рівні МОЗ України нормативну документацію (11 ТУ) на каротиноїдні добавки у формі ДД порошків та гомогенних паст, на рослинні добавки у формі екстрактів, а також концентратів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, на хлорофілвмісні добавки у формі ДД порошків,

на майонези «Провансаль Баварський» збагачені добавками з КВО, НП і ЛРС. Медико-біологічними дослідженнями встановлено імуномодулюючі властивості каротинвмісних пастоподібних добавок. Держдепартаментом продовольства Мінагрополітики України пастоподібній та ДД порошкоподібній добавкам із КВО було присвоєно Знак «Продукт з радіопротекторними властивостями». Проведено апробацію технологій у виробничих умовах та вироблено дослідні партії нових добавок та продуктів з їх використанням (ТОВ АПК «СОЛОХА» (м. Кам'янка – Дніпровська), НВФ «ФІПАР», ЗАТ «Плодоовочевий комбінат», НВП «Кріас-1», НВФ «РАМОН», ЗАТ «Фіторія», АТЗТ «Хладопром»; ДП «Імпульс» (м. Переяслав-Хмельницький), АТЗТ «Харківський жировий комбінат», ТОВ «Укрмолпродукт»).

12. Розраховано економічний ефект від впровадження 1 т нових добавок, який складася: для дрібнодисперсних порошкоподібних добавок з моркви – 7,2 тис. грн., гарбуза – 5,9 тис. грн., томатів – 7,97 тис. грн., перцю солодкого – 10,4 тис. грн., петрушки – 32,6 тис. грн., кропу – 30,3 тис. грн., (у цінах на 28.12.2010 р.). При продуктивності цеху 200 т на рік (при 30% рентабельності), річний прибуток від виробітку: ДД добавок з гарбуза складе 1,18 млн. грн. (ціна 26,0 тис грн. за 1 т); ДД добавок з моркви – 1,44 млн. грн. (37,47 тис грн. за 1 т); ДД добавок з перцю солодкого – 6,4 млн. грн. (54,25 тис грн. за 1 т), ДД добавок з томатів – 4,87 млн. грн. (41,48 тис грн. за 1 т), ДД добавок з петрушки – 5,8 млн. грн. (48,0 тис грн. за 1 т), ДД добавок з кропу – 5,5 млн. грн. (46,0 тис грн. за 1 т).

Основний зміст дисертації опубліковано роботах:

Монографії

1. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия [Текст] : моногр. / Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. В. Погарская, В. В. Яницкий и др. – Х. : К. : [б.и.], 2002. – 205 с.

2. Новые фитодобавки и их использование в продуктах питания [Текст] : моногр. / Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, А. И. Украинец, В. В. Погарская и др. – Х. : К. : [б.и.], 2003. – 287 с.

3. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов [Текст] : моногр. / В. В. Погарская, А. И. Черевко, Р. Ю. Павлюк и др. – Х. : ХГУПТ, 2007. – 262 с.

Навчальні посібники

4. Товароведение и переработка лекарственно-технического растительного сырья в БАД [Текст] : учебное пособие / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, В. В. Яницкий и др. – Харьков : Киев : Харьк. гос. ун-т пит. и торг. ; Гос. департамент прод. Минагропрома Украины, 2003. – 306 с.

Статті

5. Павлюк, Р. Ю. Влияние тепловой обработки на содержание витаминов в гомогенизованном пюре из тыквы [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, Т. А. Ковальзон // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічна обґрунтованість у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДАТОХ. – Х., 1998. – Ч.1. – С. 128-130.

6. Погарская, В. В. О влиянии различных факторов на каротиноиды тыквы при ее переработке [Текст] / В. В. Погарская, Т. А. Ковальзон // Нові технології та удосконалення процесів харчових виробництв : зб. наук. пр. ХДАТОХ. – Х., 1999. – С. 44-47.

7. Павлюк, Р. Ю. Исследование влияния криогенного измельчения на биополимеры при получении порошков из каротинсодержащих овощей [Текст] / Р. Ю. Павлюк, Л. М. Соколова, В. В. Погарская [и др.] // Прогресивні технології та удосконалення процесів харчових виробництв : зб. наук. пр. ХДАТОХ. – Х., 2000. – Ч.2. – С. 61-66.

8. Погарская, В. В. Разработка технологий новых порошкообразных БАД из тыквы и про-

дуктов для детского питания иммуномодулирующего действия на их основе [Текст] / В. В. Погарская, Т. А. Ковальзон, Н. Ф. Максимова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДАТОХ. – Х., 2001. – Ч.1. – С. 71-77.

9. Погарська, В. В. Вплив термообробки на формування якості БАД з каротинвмісних овочів у формі порошків та паст [Текст] / В. В. Погарська, Т. А. Ковальзон, Є. В. Рижкова, О. Г. Аїда // Наук. пр. / ОДАХТ. – О., 2001. – Вип. 22 : Удосконалення існуючих та розробка нових технологій для харчової та зернопереробної промисловості. – С. 22-26.

10. Яницький, В. В. Нові біологічно активні добавки і їх використання в продуктах радіаційнозахисної дії [Текст] / В. В. Яницький, Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська [та ін.] // Наук. пр. / УДУХТ. – К., 2001. – № 10. – С. 44-45.

11. Погарська, В. В. Біологічно активні добавки із каротинвмісних овочів радіаційнозахисної дії [Текст] / В. В. Погарська, Т. А. Ковальзон, Є. В. Рижкова, О. Г. Аїда // Наук. пр. / УДУХТ. – К., 2001. – № 10. – С. 46-48.

12. Павлюк, Р. Ю. Новий спосіб отримання біологічно активної концентрованої добавки „Фітор” із рослинної сировини [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. М. Кукіна, В. В. Погарська, С. С. Федорова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2002. – Ч.1. – С. 39-44.

13. Погарська, В. В. Використання антиоксидантів з натуральних прянощів для попередження окислення каротиноїдів в БАД із перця [Текст] / В. В. Погарська, О. Г. Аїда // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2002. – Ч.1. – С. 44-49.

14. Погарская, В. В. Спектроскопические исследования влияния процессов механоактивации на связанные с биополимерами формы каротиноидов при получении биологически активных добавок [Текст] / В. В. Погарская, Т. А. Ковальзон, О. Г. Аїда, Е. В. Рыжкова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. Тематичний випуск, Хімія, хімічна технологія та екологія. – Х., 2002. – № 2 – С. 9-16.

15. Черевко, О. І. Комплексні дослідження впливу процесів механоактивації при розробленні технологій тонкоподрібнених БАД профілактичної дії [Текст] / О. І. Черевко, В. В. Погарська, А. І. Українець [та ін.] // Наук. пр. / НУХТ. – К., 2002. – №13. – С. 87-89.

16. Погарская, В. В. Влияние процессов механоактивации на низкомолекулярные БАВ и биополимеры при получении БАД из перца болгарского сладкого [Текст] / В. В. Погарская, О. Г. Аїда, Р. Ю. Павлюк [и др.] // Наук. пр. / ОДАХТ. – О., 2002. – Вип. 23 : Нові технології в консервуванні та виноробстві. – С. 109-112.

17. Черевко, О. І. Нові мультівітамінні дрібнодисперсні БАД із перцю солодкого болгарського [Текст] / О. І. Черевко, В. В. Погарська, О. Г. Аїда, Н. П. Максимова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2003. – Ч.1 – С. 88-93.

18. Павлюк, Р. Ю. Використання фітодобавок із натуральних прянощів з антиоксидантною та консервуючою дією під час виготовлення нових майонезів [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. А. Афанасьєва, В. В. Погарська, Л. М. Соколова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2003. – Ч.1 – С. 111-117.

19. Погарська, В. В. Нові вітамінні БАД із хлорофілвмісних овочів та плавлені сири на їх основі [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Свтушенко, Л. М. Соколова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2003. – Ч.1 – С. 118-123.

20. Симонова, Л. І. Вивчення імуномодулюючих властивостей порошкоподібних БАД із каротинвмісних овочів [Текст] / Л. І. Симонова, В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, О. Г. Аїда // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2004. – Вип. 27. – С. 145-149.

21. Черевко, А. И. Антиоксидантные свойства БАД из натуральных пряностей и лекарственного растительного сырья [Текст] / А. И. Черевко, В. В. Погарская, О. Г. Аида, Л. М. Соколова // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2004. – Вип. 27. – С. 149-154.

22. Черевко, О. І. Вплив різних факторів на відновлену й окислену форми аскорбінової кислоти та редуктони у продуктах з каротиновміщуючих овочів [Текст] / О. І. Черевко, В. В. Погарська та ін. // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2004. – Ч.1. – С. 135-139.

23. Павлюк, Р. Ю. Комплексні дослідження впливу дрібнодисперсного подрібнення на хлорофільно – каротиноїдний комплекс зелені петрушки та кропу під час отримання порошкоподібних БАД [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Н. В. Коробець, Н. П. Максимова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2004. – Ч.1. – С. 153-161.

24. Павлюк, Р. Ю. Нові майонези на основі фітодобавок із натуральних прянощів [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, В. А. Афанасьєва // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2004. – Ч.1. – С. 161-166.

25. Погарська, В. В. Розробка концепції перетворення жиророзчинної форми каротину у водорозчинну форму під час отримання каротиноїдних БАД [Текст] / В. В. Погарська // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ – Х., 2004. – Ч.1. – С. 167-174.

26. Погарська, В. В. Виявлення механізму перетворення жиророзчинного каротину в водорозчинний при отриманні БАД із каротинвміщуючих овочів [Текст] / В. В. Погарська // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. Тематичний випуск, Нові рішення в сучасних технологіях. – Х., 2004. – Вип.47. – С. 112-117.

27. Павлюк, Р. Ю. Спектроскопічні дослідження впливу дрібнодисперсного подрібнення на хлорофільно – каротиноїдний комплекс листових овочів при отриманні порошкоподібних БАД [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Н. В. Коробець // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. Тематичний випуск, Нові рішення в сучасних технологіях. – Х., 2004. – Вип.47. – С. 117-122.

28. Погарська, В.В. Нові біологічно активні добавки – барвники із зелені петрушки з рекордним вмістом хлорофілу [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Коробець, Г. І. Максименко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2005. – Вип.1. – С. 101-108.

29. Погарська, В. В. Вивчення ізомеризації каротиноїдів під час отримання БАД із каротиновміщуючих овочів у формі порошків та паст [Текст] / В. В. Погарська // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2005. – Вип. 1. – С. 169-176.

30. Погарська, В. В. Новий спосіб консервування та технології отримання дрібнодисперсних каротиноїдних БАД [Текст] / В. В. Погарська // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2005. – Вип. 1. – С. 177-183.

31. Погарська, В. В. Дослідження вмісту БАР та біологічної активності дрібнодисперсних каротиноїдних БАД [Текст] / В. В. Погарська // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр. Тематичний випуск, Нові рішення в сучасних технологіях. – Х., 2005. – Вип. 43. – С. 82-86.

32. Погарська, В. В. Вплив дрібнодисперсного подрібнення на спектри флуоресценції хлорофілу, каротиноїдів та фенольних сполук хлорофілвмісних овочів при отриманні порошків [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Коробець, Г. І. Максименко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : зб. наук. пр., Тематичний випуск, Нові рішення в сучасних технологіях. – Х., 2005. – Вип. 43. – С. 90-94.

33. Погарська, В. В. Вплив дрібнодисперсного подрібнення на хлорофіло-каротиноїдний комплекс листових овочів при отриманні вітамінних порошкоподібних БАД [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Коробець, А. В. Євтушенко // Наук. пр. / ОНАХТ. – О., 2006. – Вип. 28. – С. 151-155.

34. Павлюк, Р.Ю. Вивчення ферментативного окислення L-аскорбінової кислоти і каротиноїдів під час подрібнення хлорофілвмісних овочів та їх стабілізація [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Н. В. Коробець, А. В. Свтушенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2006. – Вип. 2. – С. 17–22.

35. Погарська, В. В. Вплив фітодобавок із натуральних прянощів на збереження каротину в порошкоподібних С-вітамінних БАД із перцю солодкого в процесі зберігання [Текст] / В. В. Погарська, О. Г. Макаренко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2006. – Вип. 2. – С. 85–92.

36. Погарська, В. В. Нове про вплив процесів механоактивації під час дрібнодисперсного подрібнення на біополімери білків моркви [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2008. – Вип. 2 (8). – С. 66–74.

37. Черевко, О. І. Створення та впровадження прогресивних технологій і ефективного обладнання для отримання нових функціональних оздоровчих харчових продуктів [Текст] / О. І. Черевко, Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська [та ін.] // Наук. пр./ОНАХТ. – О., 2008. – Вип. 33., т. 1. – С. 100–109.

38. Павлюк, Р. Ю. Низькотемпературна активація гідрофільних властивостей каротиноїдів під час переробки каротиновмісних овочів [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, С. М. Лосева [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2009. – Вип.1 (9). – С. 75–81.

39. Павлюк, Р. Ю. Нанотехнології добавок із хлорофілвмісних овочів з рекордним вмістом хлорофілу та інших БАР з використанням механодеструкції [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Н. В. Коробець [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2009. – Вип.2 (10). – С. 23–33.

40. Погарська, В. В. Функціональні оздоровчі плавлені сири, збагачені наноструктурованими добавками із хлорофілвмісних овочів і прянощів [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Коробець [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. ХДУХТ. – Х., 2009. – Вип. 2 (10). – С. 74–81.

Патенти

41. Пат. 52503 А Україна, МПК⁷ А23F5/44. Спосіб отримання біологічно активної порошкоподібної добавки з перцю солодкого болгарського / Погарська В. В., Аїда О. Г. – № 2002076164 ; заявл. 24.07.02 ; опубл. 16.12.02., Бюл. № 12 – 10 с.

Наукові статті

42. Погарская, В. В. Новая технология каротиноидных концентрированных основ для напитков полифункционального назначения лечебно – профилактического действия [Текст] / В. В. Погарская // Научно – технич. информ. сборник / АгроНИИТЭИПП. – М., 1997. – Вып. 1. – С. 12–14.

43. Погарская, В. В. Влияние механического воздействия при тонком измельчении бланшированной тыквы на сохранность витаминов и биополимеров [Текст] / В. В. Погарская // Научно – технич. информ. сборник / АгроНИИТЭИПП. – М., 1997. – Вып. 1. – С. 22–25.

44. Погарская, В. В.. Усвояемость биотест-систем мелкодисперсных порошкообразных витаминных БАД из листовых овощей [Текст] / В. В. Погарская, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Коробець, Н. Ф. Максимова // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. пр. / Полтавський університет споживчої кооперації України. Сер. Технічні науки. – 2004. – Вип.2. – С. 125–128.

45. Погарская, В. В. Влияние термообработки, измельчения и сушки на изомеризацию каротиноидов при получении БАД из каротинсодержащих овощей [Текст] / В. В. Погарская // Науковий вісник ПУСКУ : зб. наук. пр. / Полтавський університет споживчої кооперації України. Сер. Технічні науки. – 2004. – Вип.2. – С. 133–137.

Тези доповідей

46. Павлюк, Р. Ю. Использование природных антиоксидантов из натуральных пряностей при изготовлении майонезов [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. А. Коваль, В. В. Погарская, Л. М. Соколова, С. С. Федорова, Н. Ф. Максимова // Продовольственный рынок и проблемы здорового питания : II міжн. наук. – практ. конф., Орел, 14–16 дек. 1999 г. / ОГТУ. – Орел, 1999. – С. 110.

47. Погарская, В. В. Новая технология фитодобавок из каротинсодержащих овощей с использованием процессов механоактивации [Текст] / В. В. Погарская, Т. А. Ковальзон, Н. Ф. Максимова // Прогрессивные технологии и оборудование пищевых производств : всерос. науч. – техн. конф., Санкт-Петербург, 1999 г. / СПГАХИТ. – С-Пет., 1999. – С. 70.
48. Павлюк, Р. Ю. Новые биологически активные растительные добавки „Фитор” для повышения иммунитета [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. Н. Кукина, С. С. Федорова, В. В. Погарская, Л. М. Соколова, Н. Ф. Максимова // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв і торгівлі : міжнар. наук. – метод. конф., присвяченої 35-річчю ХДАТОХ, Харків, 24 жовт. 2002 р. / ХДАТОХ. – Х., 2002. – С. 63–65.
49. Погарская, В. В. Новые антиоксидантные добавки из лекарственного и пряно-ароматического растительного сырья [Текст] / В. В. Погарская, О. Г. Аида, Е. В. Рыжкова, Т. В. Крячко, Н. В. Евтушенко // Наука і соціальні проблеми суспільства: медицина, фармація, біотехнологія : III міжнар. наук. – практ. конф., Харків, 21-23 трав. 2003 р. / НфаУ. – Х., 2003. – Ч. II. – С. 280.
50. Черевко, О. І. Оцінка біологічної активності дрібнодисперсних каротиноїдних БАД за допомогою експрес-методу біотестування / О. І. Черевко, В. В. Погарська, О. Г. Аида, С. С. Федорова, Н. П. Максимова // Управлінські та технологічні аспекти розвитку підприємств харчування та торгівлі : міжнар. наук. – практ. конф., присвячена 65-річчю з дня народження доктора техн. наук, проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ Беляєва М. І., Харків, 19 лист. 2003 р. / ХДУХТ. – Х., 2003. – С. 154–156.
51. Погарська, В. В. Нові БАД – барвічки – наповнювачі із хлорофілвмісних овочів / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Євтушенко, Л. М. Соколова [Текст] // Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України : міжнар. наук. – техн. конф., Київ, 21-23 жовт. 2003 р. / НУХТ. – К., 2004. – С. 57.
52. Погарська, В. В. Вплив дрібнодисперсного подрібнення на хлорофіло-каротиноїдний комплекс листових овочів при отриманні вітамінних порошкоподібних БАД [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Коробець, Г. І. Максименко // Харчові технології – 2005 : міжнар. наук. – практ. конф., Одеса, 12-14 жовт. 2005 р. / ОНАХТ. – О., 2005. – С. 19.
53. Погарська, В. В. Вплив дрібнодисперсного та криогенного подрібнення на біологічно активні речовини порошоків із листових овочів [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. В. Коробець, Г. І. Максименко // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології : 4-та міжнар. наук. – техн. конф., Одеса, 21-23 верес. 2005 р. / ОДАХ. – О., 2005. – С. 121–123.
54. Погарская, В. В. Новое поколение функциональных консервированных каротиноидных оздоровительных добавок и продуктов для повышения иммунитета / В. В. Погарская, А. И. Черевко // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : IV міжнар. наук. – практ. конф., Харків, 23-24 трав. 2006 р. / ХДУХТ. – Х., 2006. – Ч. I. – С. 374–376.
55. Павлюк, Р. Ю. Нова технологія біологічно активної концентрованої добавки „Фитор” із нетрадиційної рослинної сировини [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, В. М. Кукіна, С. М. Лосева, Н. П. Максимова // Харчові технології – 2006 : II міжнар. наук. – практ. конф., Одеса, 17-19 жовт. 2006 р. / ОНАХТ. – О., 2006. – С. 50.
56. Погарская, В. В. Новое о каротиноидах при замораживании каротинсодержащих овощей при получении пастообразных БАД [Текст] / В. В. Погарская, Р. Ю. Павлюк, С. М. Лосева // Сучасні проблеми холодильної техніки і технології : VI наук. – техн. конф., Одеса, 19-21 верес. 2007 р. / ОДАХ. – О., 2007. – С. 115–116.
57. Погарская, В. В. Использование замораживания каротинсодержащих овощей для повышения гидрофильных свойств каротиноидов и выявление механизма этого процесса [Текст] / В. В. Погарская, Р. Ю. Павлюк, С. М. Лосева // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : міжнар. наук. – практ. конф., присвяченої 40-річчю ХДУХТ, Харків, 17 жовт. 2007 р. / ХДУХТ. – Х., 2007. – Ч. I. – С. 135–136.
58. Погарська, В. В. Розробка технології заморожених функціональних каротиноїдних добавок з гарбуза [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, А. С. Маціпура // Стратегічні напрямки розвитку підприємств харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : міжнар. наук. – практ.

конф., присвяченої 70-річчю з дня народження доктора техн. наук, проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ Беляєва М. І., Харків, 19 лист. 2008 р. / ХДУХТ. – Х., 2008. – Ч. І. – С. 228–229.

59. Погарська, В. В. Технологія комбінованих молочних оздоровчих продуктів збагачених каротиноїдами моркви [Текст] / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Д. О. Глибокий, Н. О. Дандан // Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : III міжнар. наук. – практ. конф., Донецьк, 12-13 берез. 2009 р. / ДонНУЕТ. – Д., 2009. – С. 237–239.

60. Павлюк, Р. Ю. Нанотехнології отримання каротиноїдних добавок у формі наноструктурованого пюре з використанням криогенного заморожування та низькотемпературного подрібнення [Текст] / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, А. С. Ігнатенко, А. Ю. Барабаш // Нові технології оздоровчих продуктів харчування XXI століття : міжнар. наук. – практ. конф., Харків, 21 жовт. 2010 р. / ХДУХТ. – Х., 2010. – С. 113–114.

Особистий внесок здобувача:

- 1) керівництво та участь в експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації [3, 9, 13, 14, 19, 21, 25, 26, 28, 29, 33-35, 42, 43, 45];
- 2) проведення літературного пошуку та експериментальних досліджень, обробка, обґрунтування та узагальнення отриманих результатів, підготовка матеріалів до друку [1, 4, 5];
- 3) організація та участь в експериментальних дослідженнях, узагальнення та систематизація отриманих даних, підготовка матеріалів до публікації [2, 6, 7, 10, 12, 18, 20, 22, 24, 39, 40, 52-60];
- 4) складання опису винаходів, складання та редагування формул винаходів, теоретичне обґрунтування запропонованих рішень [41];
- 5) обґрунтування та узагальнення результатів досліджень, підготовка матеріалів до публікації [8, 11, 15-17, 23, 27, 30-32, 36-38, 44, 46-51].

АНОТАЦІЯ

Погарська В.В. Наукове обґрунтування технологій каротиноїдних і хлорофілвмісних дрібнодисперсних рослинних добавок. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18. 13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Одеса, 2012.

Дисертацію присвячено науковому обґрунтуванню технологій каротиноїдних добавок, заснованих на комплексному використанні процесів термообробки (або заморожування), дрібнодисперсного подрібнення та антиоксидантів із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини, спільне застосування яких призводить до механодеструкції комплексів біополімерів зі зв'язаними формами низькомолекулярних БАР (каротиноїдів, аскорбінової кислоти, фенольних сполук та інших) з відщепленням останніх, переходом їх у вільний стан та збільшенням масової частки в 1,5...3 рази, до механодеструкції самих біополімерів до їх мономерів, впливає на збереження та трансформацію каротиноїдів у гідрофільну форму, що дозволяє отримати добавки у формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре із каротинвмісних овочів, які в порівнянні з традиційними мають принципово нові властивості, пов'язані з істотним збільшенням дисперсності, засвоюваності, розчинності, вмістом та стабільністю каротиноїдів та інших БАР.

Розроблено технології каротиноїдних та хлорофілвмісних рослинних добавок в формі дрібнодисперсних порошків, паст, заморожених пюре. Експериментально визначено та обґрунтовано раціональні параметри технології. Вивчено якість добавок в процесі виробництва та зберігання. Розроблено рецептури і технологічні схеми

функціональних оздоровчих продуктів з їх використанням спільно з рослинними добавками із натуральних прянощів і лікарської рослинної сировини в формі екстрактів та порошків. Розроблено та затверджено НД на рослинні добавки та функціональні оздоровчі продукти з їх використанням, проведено медико-біологічні дослідження нових добавок та апробацію нових технологій в промислових умовах.

Ключові слова: дрібнодисперсне подрібнення, порошки, пасти, заморожені пюре, водорозчинні каротиноїди, хлорофіли, рослинні добавки, функціональні оздоровчі продукти.

АННОТАЦІЯ

Погарская В.В. Научное обоснование каротиноидных и хлорофиллсодержащих мелкодисперсных растительных добавок. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных и охлажденных пищевых продуктов. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Одесса, 2012.

Диссертация посвящена научному обоснованию и разработке нового способа консервирования каротиноидных добавок в форме мелкодисперсных порошков, паст, замороженного пюре из каротинсодержащих овощей, включающего использование комплексного влияния на сырье термообработки (или замораживания), мелкодисперсного измельчения и антиоксидантов из натуральных пряностей и лекарственного растительного сырья, совместное влияние которых приводит к механодеструкции комплексов биополимеров со связанными формами низкомолекулярных БАВ с их отщеплением и переходом в свободное состояние, механодеструкции самих биополимеров до их мономеров, а также позволяет перевести часть каротиноидов в гидрофильную форму и получить каротиноидные добавки, которые по сравнению с исходным сырьем отличаются в 1,5...3 раза большим содержанием каротиноидов и других низкомолекулярных БАВ, а также обладают в 2...2,5 раза большей усвояемостью по сравнению с традиционными порошками, пастами и свежими КСО.

Установлены закономерности, выявлен механизм влияния и научно обоснована целесообразность использования предварительной термообработки КСО при получении из них каротиноидных добавок в форме мелкодисперсных порошков и паст в качестве технологического приема, приводящего к более полному извлечению из исходного сырья каротиноидов, их переходу из связанного состояния в свободное и увеличению массовой доли в 1,5...2,6 раз, а также к трансформации 1/2...2/3 из них в водорастворимую форму, что не связано с изомеризацией.

Установлены закономерности, выявлен механизм влияния замораживания и низкотемпературного измельчения при переработке КСО в каротиноидные добавки в форме замороженного пюре, позволяющих более полно извлечь и использовать КР исходного сырья, массовая доля которых в зависимости от скорости замораживания возрастает в 1,5...2,5 раза, что связано с переходом КР из связанного с биополимерами состояния в свободное и трансформацией 50...70 % КР в гидрофильную форму.

Найдены способы мелкодисперсного измельчения, приводящие к процессам механоактивации, при которых наблюдается переход части низкомолекулярных БАВ и питательных веществ из связанного с биополимерами состояния в свободное,

установлено влияние мелкодисперсного измельчения на содержание БАВ (каротиноидов, витамина С, низкомолекулярных фенольных соединений, хлорофиллов) и биополимеров (целлюлозы, белка), растворимость и усвояемость новых добавок.

Установлены закономерности и выявлен механизм влияния мелкодисперсного измельчения при получении из высушенных КСО каротиноидных добавок в форме порошков на деструкцию биополимеров белка, их активацию и частичную трансформацию до отдельных аминокислот за счет разрушения водородных и пептидных связей в белковых комплексах, на перераспределение в молекулах белка соотношения полярных и неполярных остатков, что приводит к конформационным изменениям молекул белка. Уменьшаются радиус, объем, радиус ядра, показатель заполнения ядра гидрофобными остатками, изменяется форма белковой молекулы.

Установлены закономерности, выявлен механизм влияния и научно обоснована целесообразность использования добавок из натуральных пряностей и лекарственного растительного сырья в форме экстрактов, отличающихся высоким содержанием ненасыщенных веществ (фенольных соединений, дубильных, ароматических веществ) в качестве натуральных антиоксидантов для предотвращения окисления и стабилизации натуральных КР при разработке технологии и хранении каротиноидных добавок в форме мелкодисперсных порошков.

Разработаны технологии каротиноидных добавок в форме мелкодисперсных порошков, паст, замороженного порока, основанные на комплексном воздействии на КСО термической или низкотемпературной обработки, процессов механоактивации и механодеструкции и природных антиоксидантов из НП и ЛРС, которые позволяют более полно использовать биологический потенциал сырья по содержанию БАВ, обоснованы технологические процессы и технологические параметры, разработаны технологические схемы производства. Качество полученных по новым технологиям мелкодисперсных порошкообразных и пастообразных добавок, приближается к качеству порошков и паст, полученных при помощи криогенного измельчения.

Научно обоснована целесообразность комплексного использования инактивации окислительных ферментов перед сушкой, вакуумной сушки и мелкодисперсного измельчения как способа, позволяющего получить хлорофиллсодержащие добавки из листовых овощей в форме мелкодисперсных порошков с принципиально новыми потребительскими свойствами по содержанию БАВ (хлорофиллов, аскорбиновой кислоты, каротиноидов и других), усвояемости, стабильности качества при хранении, разработаны технологии их производства.

Разработана и утверждена на уровне МОЗ Украины нормативная документация (Н ТУ) на каротиноидные добавки в форме мелкодисперсных порошков и паст, на растительные добавки в форме экстрактов, а также концентратов из НП и ЛРС, на хлорофиллсодержащие добавки в форме мелкодисперсных порошков, на майонез «Провансаль Баварский» обогащенный добавками из КСО, НП и ЛРС. Медико-биологическими исследованиями установлены иммуномодулирующие свойства каротиноидных добавок, госдепартаментом продовольствия Минагрополитики Украины им присвоен Знак «Продукт с радиопротекторными свойствами». Проведена апробация технологий в производственных условиях и выработаны опытные партии новых добавок и продуктов с их использованием (ООО АПК «СОЛОХА» (г. Камьянка – Днепропетровская), НПФ «ФИПАР», ЗАО «Плодоовощной комбинат», НПП «Криас-

1», НПФ «РАМОН», ЗАО «Фитория», АОЗТ «Хладопром»; ГП «Импульс», АОЗТ «Харьковский жиркомбинат», ООО «Укрмолпродукт»).

Ключевые слова: мелкодисперсное измельчение, порошки, пасты, замороженные пюре, водорастворимые каротиноиды, хлорофиллы, растительные добавки, функциональные оздоровительные продукты.

ANNOTATION

Pogarskaya V.V. Scientific substantiation of the technologies of carotenoid and chlorophyll containing finely divided vegetation additive. – In the capacity of manuscript.

Doctor's thesis of technics on speciality 05.18.13 – Technology of preserved and cooled foodstuffs. – Odessa national academy of food industry of the Ministry of education and science, youth and sport of Ukraine, Odessa, 2012.

The dissertation is devoted to the scientific substantiation of the technologies of carotenoid additives based on complex use of heat treatment (or freezing), toing breakup and antioxidants from natural spices and officinal plant raw materials, joint application of which results in mechanical destruction of biopolymer complexes with bound forms of low-molecular biologically active substances (carotenoids, ascorbic acid, phenolic compounds, etc.) with the elimination of the latter, their transition into free condition and increase of the weight increment 1,5 to 3 times, to mechanical destruction of biopolymers themselves to their monomers, influences their storage and transformation of carotenoids to hydrophilic form that allows getting additives in the form of finely divided powders, pastes, frozen purees from carotene containing vegetables, which, in comparison with the traditional ones possess principally new properties connected with the considerable increase of dispersiveness, digestibility, contents and stability of carotenoids and other BAS.

The technologies of carotenoid and chlorophyll containing vegetable additives in the form of finely divided powders, pastes, and frozen purees are developed. Rational parameters of the technology are experimentally determined and substantiated. Quality of the additives in the process of their production and storage is studied. Receipts and process charts of functional food products with their use jointly with vegetable additives from natural spices and officinal plant raw materials in the form of extractions and powders are developed. Documentary standards for vegetable additives and functional food products with their use are developed and adopted; medical and biologic investigations of new additives and approbation of new technologies in industrial conditions are carried out.

Key words: fine division, powders, pastes, frozen purees, water-soluble carotenoids, chlorophylls, vegetable additives, functional food products

Автор висловлює подяку доктору технічних наук, професору, лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки, завідувачу кафедри технологій переробки плодів, овочів і молока ХДУХТ Павлюк Раїсі Юріївні за надану можливість виконання дисертаційної роботи за тематикою своєї наукової школи, постійну допомогу та інтерес до роботи.