

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**ЛЕВКІВСЬКА ТЕТЯНА МИКОЛАЇВНА**

УДК 664.002.35+664.8:635.13

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КАРОТИНОВМІСНИХ ДОБАВОК  
ТА КОНСЕРВОВАНИХ ПРОДУКТІВ З МОРКВИ**

05.18.13 - Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Київ – 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій  
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Безусов Анатолій Тимофійович,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
завідувач кафедри біотехнології, консервованих  
продуктів і напоїв

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Тележенко Любов Миколаївна,**  
Одеська національна академія харчових технологій,  
завідувач кафедри технології ресторанного і оздоровчого  
харчування

доктор технічних наук, доцент  
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,  
**Погарська Вікторія Вадимівна,**  
Харківський державний університет харчування та торгівлі,  
професор кафедри технологій переробки плодів, овочів і  
молока

Захист відбудеться “15” листопада 2012 р. о 10<sup>30</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.07 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розіслано “ 15” жовтня 2012 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради

О.А. Білик

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На ринку фруктових-овочевих консервованих продуктів, з метою зменшення затрат виробництва, підтримання конкурентоспроможності ціни, широко використовують інгредієнти, які мають властивості біологічно активних речовин (БАР). Сучасні технології харчових продуктів часто направлені на спрощення й прискорення технологічних процесів чи продовження термінів зберігання готових продуктів. Більшість з них потребує збереження чи покращення харчової цінності продуктів. Виробники вирішують цю проблему шляхом застосування харчових добавок, які могли б бути поліфункціональними і водночас збагачувати харчові продукти БАР. Але, поки що, це питання лишається відкритим і обмежується реакцією більшості харчових добавок природного походження до різних технологічних впливів.

Збагатити харчові продукти БАР можна застосовуючи свіжі плоди та овочі або продукти їх переробки. Сьогодні фрукти та овочі розглядаються не тільки як джерела енергії, але і як носії біологічно активних сполук, які в мінімальній кількості позитивно впливають на організм людини. Вони здатні покращити структуру харчування та забезпечити профілактику багатьох захворювань. Особливе значення має морква, як джерело  $\beta$ -каротину, пектинових речовин та харчових волокон. У той же час морква є доступною сировиною, а її хімічний склад – лабільним до технологічної переробки.

Враховуючи, що засвоєність  $\beta$ -каротину свіжої моркви не перевищує 1%, а бланшованої, за тих самих умов – 20%, термічна обробка моркви є бажаною, а застосування продуктів її переробки в харчових технологіях – перспективним. Зокрема, процеси сушіння та тонкого подрібнення не тільки можуть підвищити біодоступність  $\beta$ -каротину, а й збільшити його концентрацію у декілька разів. Тому розроблення технології каротиновмісних добавок та консервованих продуктів з моркви є актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась відповідно пріоритетному напрямку роботи НУХТ «Розроблення технологій харчових продуктів оздоровчої та профілактичної дії» на 2006 – 2010рр.

**Мета і задачі досліджень.** Мета дослідження – теоретичне і експериментальне обґрунтування виробництва поліфункціональних харчових добавок з моркви та консервованих продуктів підвищеної харчової цінності.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити такі взаємопов'язані задачі:

- обґрунтувати доцільність технології переробки моркви з виробництвом каротиновмісних збагачувачів;
- на основі аналізу літературних джерел та власних експериментальних даних вибрати перспективні сорти моркви для виробництва поліфункціональних харчових добавок;
- дослідити вплив попередньої обробки моркви на вихід та якість натурального морквяного соку;
- провести дослідження процесу сушіння морквяних вичавок різними способами та встановити оптимальні режими;
- визначити оптимальні способи обробки натурального морквяного соку з можливістю його подальшого концентрування;

- встановити механізм деструктивних перетворень БАР при переробці моркви;
- розробити технологію комплексної переробки моркви з виробництвом сухого каротиновмісного збагачувача і концентрованого каротиновмісного наповнювача та перевірити її у виробничих умовах;
- визначити хімічний склад отриманих поліфункціональних харчових добавок та дослідити якісні зміни при зберіганні;
- розробити нормативно-технічну документацію на отримання нових поліфункціональних харчових добавок з моркви – сухого каротиновмісного збагачувача та концентрованого каротиновмісного наповнювача;
- запропонувати шляхи використання каротиновмісних збагачувачів у різних галузях харчової промисловості;
- розробити рецептури нових видів харчових продуктів з використанням каротиновмісних збагачувачів.

*Об'єкт досліджень* – технологія каротиновмісних добавок з моркви.

*Предмет дослідження* – зміни вмісту  $\beta$ -каротину під час переробки морквяної сировини різними способами.

*Методи досліджень* – загальноприйняті сучасні фізичні, фізико-хімічні, мікробіологічні, органолептичні та математичні методи з використанням сучасних пристроїв та устаткування.

**Наукова новизна отриманих результатів.** У результаті аналітичних та експериментальних досліджень:

- встановлено оптимальний спосіб попередньої підготовки моркви – оброблення антиоксидантами морквяної м'язги та бланшування парою протягом 3 хвилин для отримання максимального виходу соку (72 %) із мінімальними втратами  $\beta$ -каротину (5 %);
- визначено вплив різних видів обробки морквяних вичавок та натурального морквяного соку на стабілізацію  $\beta$ -каротину;
- встановлено оптимальні режими сушіння моркви та морквяних вичавок різними способами – конвективним, кондуктивним, інфрачервоними променями та в полі НВЧ ;
- розроблено технологію концентрування морквяного соку;
- встановлено математичну залежність температури морквяних вичавок у процесі їх сушіння в полі НВЧ від тривалості перебування їх у сушильній камері, величини теплового потоку і товщини шару вичавок; та математичну залежність вмісту  $\beta$ -каротину в морквяних вичавках від величини теплового потоку та товщини шару вичавок;
- визначено зміни якісних показників каротиновмісних збагачувачів під час зберігання;
- науково обґрунтовано використання каротиновмісних сухого збагачувача та рідкого наповнювача в технології виробництва консервованих продуктів та кондитерських виробів.

**Практична значимість отриманих результатів.** Одержані дані довели доцільність запропонованої технології переробки моркви для розширення асортименту консервної та кондитерської продукції.

Розроблено проект нормативно-технічної документації (технічні умови та технологічні інструкції) на «Сухий каротиновмісний збагачувач

«Каротинка» та «Концентрований каротиновмісний наповнювач «Морквяний мед».

На основі наукових досліджень визначені кількісні співвідношення інгредієнтів і розроблені нові рецептури з використанням сухого каротиновмісного збагачувача та концентрованого каротиновмісного наповнювача для виробництва печива та мармеладу. Розроблені та удосконалені рецептури із використанням натурального морквяного соку та концентрованого каротиновмісного наповнювача для виробництва соків з м'якоттю, відновлених соків, желе, конфітурів та натуральних консервів.

Технології каротиновмісних добавок та продуктів з їх використанням можуть бути впроваджені на консервних заводах та кондитерських підприємствах.

**Особистий внесок здобувача.** Особиста участь автора полягає в аналізі існуючих технологій переробки моркви та способів сушіння морквяної сировини; проведенні лабораторних та промислових досліджень хімічного складу моркви, соку і вичавок та продуктів переробки моркви, процесів сушіння моркви та вичавок, розробленні наукової основи каротиновмісної порошкоподібної добавки та каротиновмісного наповнювача. Забезпечено методичне оформлення, аналіз і узагальнення отриманих результатів. Здобувачем виконана аналітична й експериментальна робота, сформульовані висновки і рекомендації, підготовлені матеріали досліджень до публікацій, оформлені заявки на патенти, розроблена нормативна документація, проведені промислова апробація і впровадження розроблених технологій. Особистий внесок здобувача підтверджується представленими документами і науковими публікаціями.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати роботи доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології – 2005» (м. Одеса, ОНАХТ, 2005 р.), ІХ Міжнародній науково-технічній конференції «Новітні технології та технічні рішення харчової і переробної промисловості: сьогодення та перспективи» (м. Київ, НУХТ, 2005 р.), Міжнародній конференції «Стан і перспективи розвитку переробної галузі АПК» (м. Мелітополь, Таврійська державна агротехнічна академія, 2005 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології-2006» (м. Одеса, ОНАХТ, 2006 р.), Міжнародній науково-технічній конференції «Стан і перспективи розвитку сучасних технологій і обладнання переробних і харчових виробництв» (м. Вінниця, 2006 р.), V Міжнародній науково-практичній конференції «Харчові технології – 2009» (м. Одеса, ОНАХТ, 2009 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи» (м. Київ, НУХТ, 2010 р.), XIII Міжнародній науковій конференції «Вдосконалення процесів і обладнання харчових і хімічних виробництв» (м. Одеса, ОНАХТ, 2010 р.), VII Международной научной конференции студентов и аспирантов (г. Могилёв, МГУП, 2010 р.), 70, 71, 76 та 77 наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ (м. Київ, 2004, 2005, 2010, 2011 рр.), III Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (м. Тернопіль, ТДТУ ім. І. Пулюя, 2010 р.), VIII международной конференции

"Стратегія якості в промисловості і освіті", (г. Варна, Болгарія, 2012 г.).

Результати апробовані і підтвержені у виробничих умовах ТОВ «Продсервіс ІР» та на кондитерському підприємстві ПП «Деліція».

**Публікації.** Основні положення дисертаційної роботи викладені у 36 друкованих працях, у тому числі: опубліковано 6 статей у фахових наукових виданнях, затверджених Департаментом атестації кадрів МОН молодьспорту України, 16 тез доповідей на конференціях, 13 патентів України на корисну модель та 1 деклараційний патент.

**Структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку бібліографічних джерел зі 174 найменувань та 17 додатків.

Основні результати роботи викладено на 158 сторінках друкованого тексту, включаючи 57 рисунків та 24 таблиці.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраного напрямку дослідження, сформульовано мету та задачі досліджень, визначено наукову новизну і практичну значимість одержаних результатів.

У **першому розділі "Аналітичний огляд літератури"** дана характеристика каротиноїдів рослинної сировини; показано розповсюдження каротиноїдів у природі; наведені приклади природних ізомерів та їх біологічна роль; приведено залежність стійкості каротиноїдів від дії світла, температури, кисню, тривалості зберігання. Наведені способи отримання каротиновмісних продуктів та їх характеристика. Розглянуті основні способи сушіння рослинної сировини.

В **другому розділі "Матеріали, методи та методика досліджень"** обґрунтовано вибір об'єкту дослідження та лабораторного обладнання. Надана схема проведення досліджень по розробці технології каротиновмісних продуктів з моркви (рис. 1).

Перерахований перелік матеріалів, методик та установок, які дозволяють визначити якість основної сировини, напівфабрикатів і готових продуктів. Наведені хімічні, мікробіологічні і статистичні методи досліджень, а також схеми експериментальних сушильних установок.

Результати проведених досліджень систематизовано, піддано статистично-математичному опрацюванню і оформлено у вигляді таблиць і графіків. Для обробки отриманих експериментальних результатів використано пакет програмного забезпечення.

Робота виконувалась в лабораторіях кафедр технології консервування, технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів та фізики НУХТ.

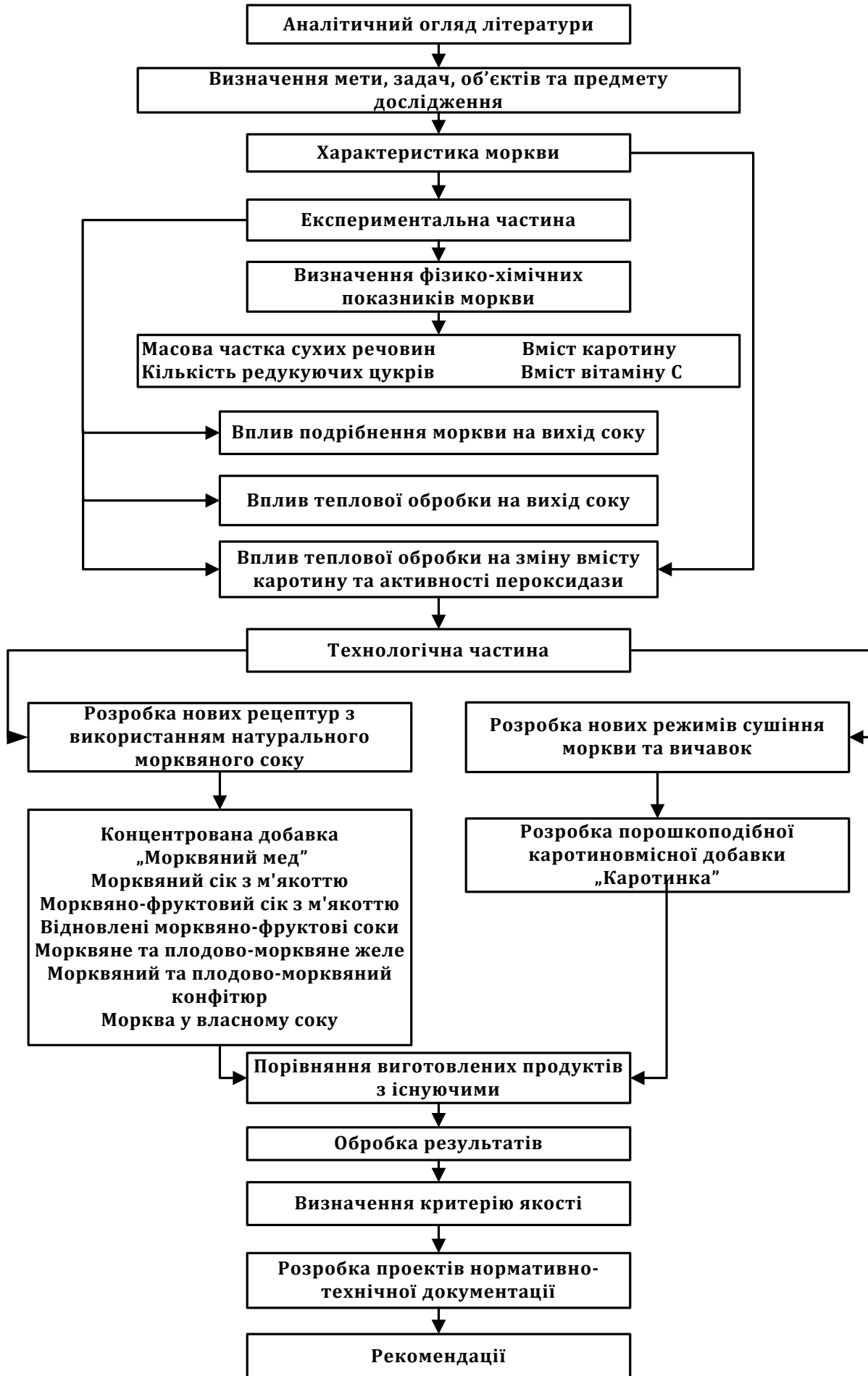


Рис. 1. Схема проведення досліджень

У третьому розділі “Дослідження сортових особливостей моркви та способів її попередньої обробки” наведені сортова характеристика коренеплоду моркви “Шантане 2461” порівняно з іншими сортами, та детальні характеристики показників якості коренеплодів.

Масова частка каротину у моркві сорту “Шантане 2461” складає 16,36-16,68 мг/100г. Цей сорт середньої стиглості з високими смаковими якостями, відрізняється високою врожайністю та лежкістю, що цілком задовольняє поставленим вимогам до вихідної сировини.

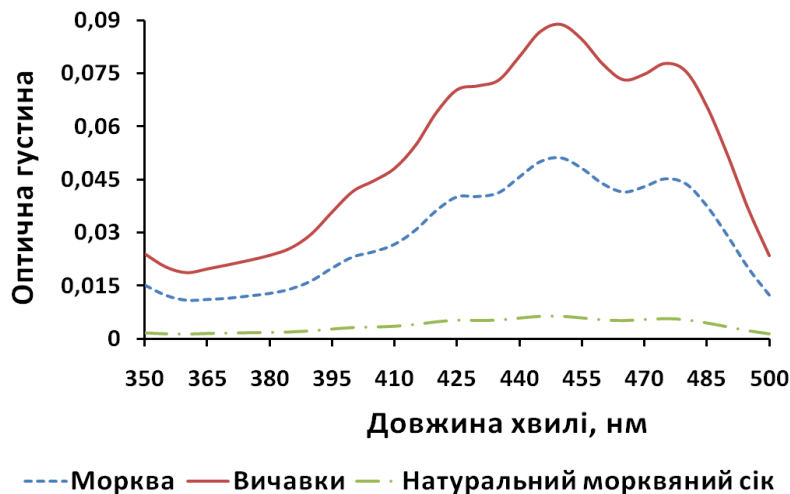


Рис. 2. Спектри поглинання молекул  $\beta$ -каротину у моркві, морквяних вичавках та натуральному морквяному соку

Одним із принципово важливих моментів у запропонованій технології є розділення підготовленої моркви на рідку й тверду фази. Оскільки  $\beta$ -каротин нерівномірно розподіляється в сировині, то саме від проведення цієї стадії багато в чому залежить можливість зниження його втрат.

На рис. 2 показані спектри поглинання молекул  $\beta$ -каротину у моркві, морквяних вичавках та натуральному морквяному соку. З рис. 2 видно, що

вміст каротину більший у вичавках, ніж у натуральному морквяному соку, що співпадає із дослідженнями багатьох авторів.

Так як в запропонованій технології витягання соку передбачається шляхом пресування, то було досліджено залежність виходу соку від розміру частинок моркви після подрібнення. Встановлено, що максимальний вихід соку – 45,5 % можна одержати при подрібненні сирової моркви до розмірів часток  $1,5 \times 0,2 \times 0,1$  см. При цьому подрібнення доцільно проводити в ізоляції від доступу кисню, що скорочує втрати каротину до 5 %.

При соковитості моркви 88 % такий вихід соку є нерентабельним для виробництва. Тому необхідно проводити додаткову теплову обробку моркви. Були проведені порівняльні дослідження бланшування моркви як у воді, так і парою. Для визначення оптимального режиму бланшування моркви у воді дослідження проводили при зміні температур від 60 °C до 95 °C з інтервалом 5 °C протягом 10, 15 та 20 хв при гідромодулі 1:2. При цьому враховували вихід соку, інактивацію ферменту пероксидази, який окислює  $\beta$ -каротин, втрати  $\beta$ -каротину, вітаміну С та цукрів. Встановлено, що оптимальним режимом є бланшування моркви, нарізаної на кружки товщиною 2-3 см у воді з температурою 80 °C протягом 10 хв. При цьому вихід соку складає 68 %, втрати  $\beta$ -каротину складають 17 % порівняно з небланшованою сировиною, активність пероксидази зменшується на 85 %, втрати розчинних сухих речовин складають 11,8 %.

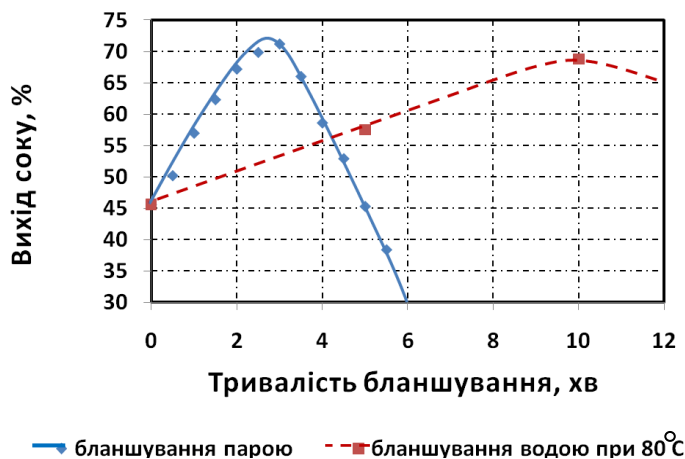


Рис. 3. Залежність виходу соку від режимів бланшування моркви парою та водою

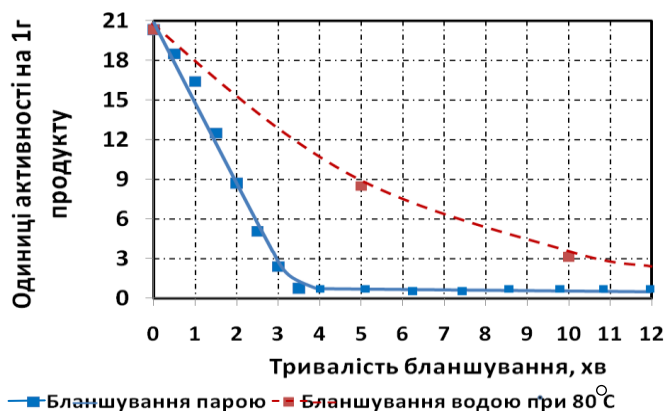


Рис. 4. Зміна активності пероксидази під час бланшування моркви парою та водою в перерахунку на абсолютно суху речовину

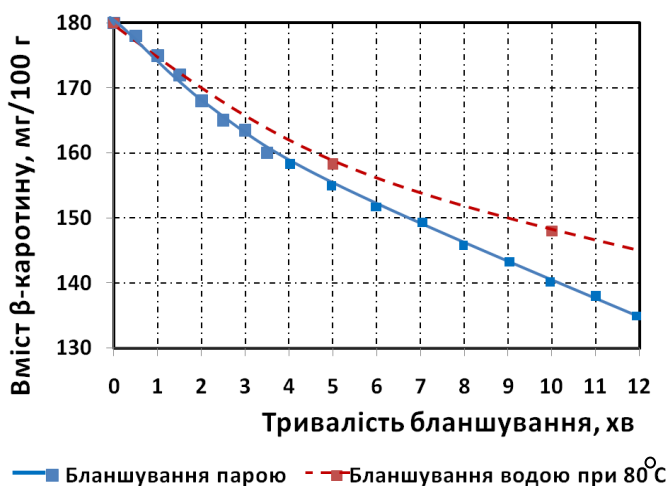


Рис. 5. Зміна вмісту β-каротину під час бланшування моркви парою та водою в перерахунку на абсолютно суху речовину

Результати досліджень бланшування моркви парою, подрібненою на частки розміром 1,5x0,2x0,1 см з інтервалом 0,5 хв наведені на рис. 3-5. Режим бланшування парою було порівняно із обраним режимом бланшування моркви у воді.

Найбільший вихід соку 70-72 % досягається при бланшуванні м'язги парою протягом 2,5-3,0 хв. При бланшуванні понад 3 хв вихід соку зменшується, що зумовлено руйнуванням структури м'язги. При бланшуванні ж моркви у воді максимальний вихід соку 68 % можна отримати при бланшуванні протягом 10 хв.

З рис. 3 видно, що при бланшуванні парою, вже на третій хвилині спостерігається руйнування пероксидази на 85 %, в той же час при бланшуванні моркви у воді при 80 °C лише на 41 %.

Бланшування моркви парою призводить до втрат β-каротину – 22 % при бланшуванні протягом 10 хв, а при бланшуванні у воді – до 20 %. Але слід враховувати той факт, що при бланшуванні парою за рахунок її конденсації зростає маса зразка та знижується вміст сухих речовин, у тому числі і β-каротин.

Аналізуючи одержані дані, встановлено, що оптимальним режимом є бланшування моркви парою протягом 3 хв. При цьому втрати β-каротину складають 5-7 % порівняно з небланшованою сировиною, активність пероксидази зменшується на 85 %, а

вихід соку складає 72 %.

Було зроблено математичну обробку процесу бланшування моркви як у воді, так і парою. Значення, одержані у результаті досліджень, були апроксимовані і за отриманими апроксимуючими поліномами методом золотого перерізу було знайдено оптимальні значення тривалості бланшування моркви водою та парою, при яких буде досягнуто максимальний вихід соку. Так, бланшування моркви у воді з температурою 80 °С протягом 9,6 хв забезпечує вихід соку 69,0 %, а при бланшуванні моркви парою протягом 2,7 хв забезпечується вихід соку 71,0 %. Похибка апроксимації складає 0,026 % та 1,15 % відповідно.

Також були проведені порівняння якісних показників як вихідної сировини, так і отриманого соку (пресуванням) та вичавок за зміною активності пероксидази, вмісту  $\beta$ -каротину, вітаміну С та цукрів, оброблених як водою, так і парою.

Зниження активності пероксидази у всіх зразках відбувається досить інтенсивно і пояснюється впливом температури. Так, при бланшуванні парою активність зменшується на 94-98 % порівняно з контрольною пробою (не бланшованим зразком), а при бланшуванні водою – на 83-85 %. Втрати  $\beta$ -каротину у моркві, вичавках та соку при бланшуванні моркви водою складають 18-22 %, а при бланшуванні парою ці показники зменшуються до 5-10 %. Втрати вітаміну С у моркві, вичавках та соку при бланшуванні парою складають 19-22 %. При бланшуванні моркви водою втрати вітаміну С складають 30-35 %. Втрати цукрів (6,5 % у моркві, 7,7 % у вичавках та 6,8 % у соку) спостерігаються при бланшуванні парою. При бланшуванні водою втрати цукрів більші на 5-7 %, що пояснюється переходом розчинних сухих речовин, а саме цукрів, у бланшувальну воду.

Тому для подальших досліджень було обрано теплову обробку парою протягом 3 хв, яка є більш ефективна, ніж теплова обробка водою і забезпечує інактивацію пероксидази (на 94-98 %) та збереження  $\beta$ -каротину (на 90- 95 %), вітаміну С (на 70-75 %) та цукрів (на 90-95 %).

**В четвертому розділі “Зміна хімічного складу моркви та вичавок при їх сушінні”** розглянуто зміну хімічного складу моркви при її сушінні різними способами. При виборі оптимальних режимів сушіння різними способами – конвективним, кондуктивним, інфрачервоним та в полі НВЧ, критеріями якості отриманого продукту був вміст  $\beta$ -каротину, відсутність наслідків карамелізації цукрів та меланоїдиноутворення. Досліджено криві сушіння та криві кінетики сушіння бланшованої моркви без попередньої теплової обробки та вичавок з неї. При цьому встановлено тривалість сушіння, температурний режим, вміст  $\beta$ -каротину та товщину шару продукту. Всі зразки висушували до вмісту вологи 6,5 %, що відповідає 6,95 % вологовмісту.

Для визначення оптимального режиму конвективного сушіння проводили зміну товщини шару вичавок в межах від 0,5 до 2,5 см, температури сушильного агента (повітря) – від 60 до 90 °С та швидкості його руху від 1,0 до 2,5 м/с. Встановлено, що оптимальною товщиною шару для висушування є 1,0-1,5 см при температурі повітря 70 °С та швидкості його руху 2,0 м/с. За таким режимом втрати  $\beta$ -каротину складають 37%. За обраним режимом проводили сушіння моркви, морквяних вичавок з бланшованої та небланшованої моркви. Криві сушіння та криві кінетики сушіння зображені на рис. 6, 7.

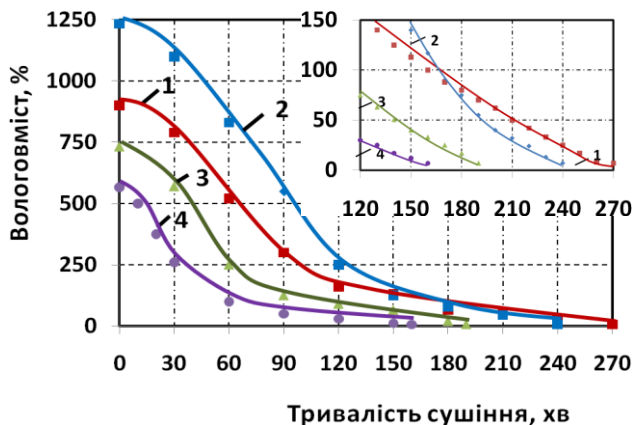


Рис. 6. Криві конвективного сушіння моркви та морквяних вичавок:  
1 – морква небланшована,  
2 – морква бланшована,  
3 – вичавки з небланшованої моркви,  
4 – вичавки з бланшованої моркви

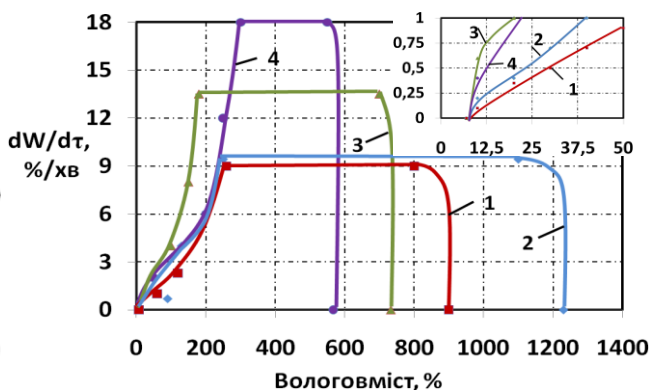


Рис. 7. Криві кінетики конвективного сушіння моркви та морквяних вичавок:  
1 – морква небланшована,  
2 – морква бланшована,  
3 – вичавки з небланшованої моркви,  
4 – вичавки з бланшованої моркви

З рис. 6 видно, що залежність параметрів зберігається, але тривалість процесу різна, що пояснюється різним початковим вологовмістом сировини. Кінетика процесу сушіння моркви та морквяних вичавок складається з трьох етапів: прогрівання зразка, видалення вільної вологи та видалення зв'язаної вологи. З рис. 6 видно, що швидкість сушіння морквяних вичавок в 1,5-2 рази вища, ніж швидкість сушіння моркви.

Як видно з рис. 6, 7, бланшування прискорює процес сушіння на 30 хв. Отримані продукти мали жовто-оранжеве забарвлення, приємні смак і аромат, властиві сушеній моркві. Найбільший вміст  $\beta$ -каротину одержали в зразку з морквяних вичавок із попередньо бланшованої моркви – 103,8 мг/100 г, що складає 63 % від вихідної сировини. При цьому відбувається інактивація пероксидази на 93-98 %.

При дослідженні кондуктивного способу та вибору оптимального режиму сушіння морквяного пюре проводили з товщиною шару 1, 2 та 3 мм зі зміною температури гріючої поверхні 80-90 °С, 100-110 °С, 120-130 °С та 140-150 °С. Встановлено, що оптимальним є висушування продукту при температурі гріючої поверхні 100-110 °С та товщиною шару 2 мм. При такому режимі втрати каротину складають 34,8 %. За обраним режимом проводили сушіння моркви, морквяних вичавок з бланшованої та небланшованої моркви. Було досліджено кінетику сушіння, втрати каротину та зміну активності пероксидази для моркви та вичавок. Так, втрати каротину при сушінні зразків з небланшованої моркви складають 49-52 %, а з бланшованої – 35-54 %. Максимальний вміст  $\beta$ -каротину одержали в зразку з морквяних вичавок із попередньо бланшованої моркви – 107,6 мг/100 г, при цьому інактивація пероксидази складає 98 %.

При дослідженні сушіння інфрачервоними променями здійснювалось двостороннє ІЧ-нагрівання зразків. В якості генераторів ІЧ-випромінювання було використано трубчаті електричні нагрівачі (ТЕНи).

Встановлено, що як якість готового продукту, так і тривалість сушіння, суттєво залежать від величини його опроміненості. Проведено дослідження процесу ІЧ-сушіння морквяних вичавок, при сталій та змінній величині опромі-

неності, яку враховували як суму опроміненості з верхніх і нижніх ТЕНів в межах від  $4600 \text{ Вт/м}^2$  до  $1500 \text{ Вт/м}^2$ . Зміну опроміненості здійснювали шляхом рівняння напруги підведеної до верхніх та нижніх ТЕНів. Температуру вимірювали за допомогою трьох мідь-константанових термопар по висоті шару зразка: по 1 мм від верхньої та нижньої поверхонь шару зразка та в центрі. Товщина шару під час сушіння складала  $0,8 - 1 \text{ см}$ .

Досліджено зміну вмісту  $\beta$ -каротину (рис. 8) та температури по шарам зразків, залежно від величини опроміненості. Високий вміст каротину у порошках можна отримати при підведенні до продукту величини опроміненості  $1500-1900 \text{ Вт/м}^2$ . Але тривалість проведення такого сушіння складає  $130-150 \text{ хв}$ , що є економічно не вигідним, при цьому температура продукту не перевищує  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ , що є недостатньою для інактивації ферментів.

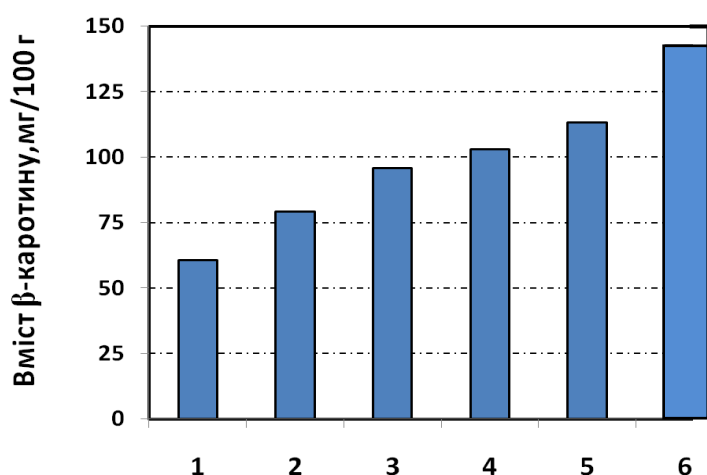


Рис. 8. Зміна вмісту  $\beta$ -каротину в морквяних вичавках залежно від режиму ПЧ-сушіння:

- 1 –  $4600 \geq E \geq 4000 \text{ Вт/м}^2$ ,
- 2 –  $3660 \geq E \geq 3270 \text{ Вт/м}^2$ ,
- 3 –  $2900 \geq E \geq 2300 \text{ Вт/м}^2$ ,
- 4 –  $2200 \geq E \geq 2000 \text{ Вт/м}^2$ ,
- 5 –  $1900 \geq E \geq 1700 \text{ Вт/м}^2$ ,
- 6 –  $1600 \geq E \geq 1500 \text{ Вт/м}^2$ .

Встановлено, що більш ефективним є сушіння морквяної сировини при комбінованому енергопідведенні (рис. 9).

При цьому прогрівання ТЕНів відбувалось при  $E=3660 \text{ Вт/м}^2$  протягом  $5-10 \text{ хв}$ . Потім величину опроміненості протягом  $30 \text{ хв}$ , поступово знижували до  $1600 \text{ Вт/м}^2$ , і надалі лишали незмінною до вершення процесу сушіння вичавок. Регулювання величини  $E$  під час ня вичавок, здійснювали зміною напруги від  $220$  до  $120 \text{ В}$  на нижніх ТЕНах і до  $100 \text{ В}$  – на верхніх. Температура середнього

ру зразка змінювалась від  $72$  до  $58 \text{ }^\circ\text{C}$ , а тривалість сушіння складала  $75 \text{ хв}$ .

Комбінованим способом проводили сушіння бланшованої та небланшованої моркви та вичавок з неї. Проведено дослідження кривих сушіння та кривих кінетики сушіння по кожному зразку. При цьому спостерігалась залежність, аналогічна вищенаведеним способам. В отриманих сухих продуктах визначали вміст каротину та ступінь інактивації пероксидази. Максимальний вміст  $\beta$ -каротину одержали в зразку з морквяних вичавок із попередньо бланшованої моркви –  $132,0 \text{ мг/100г}$ , що складає  $80,6 \%$  від вихідної сировини, а інактивація пероксидази –  $99,8 \%$ .

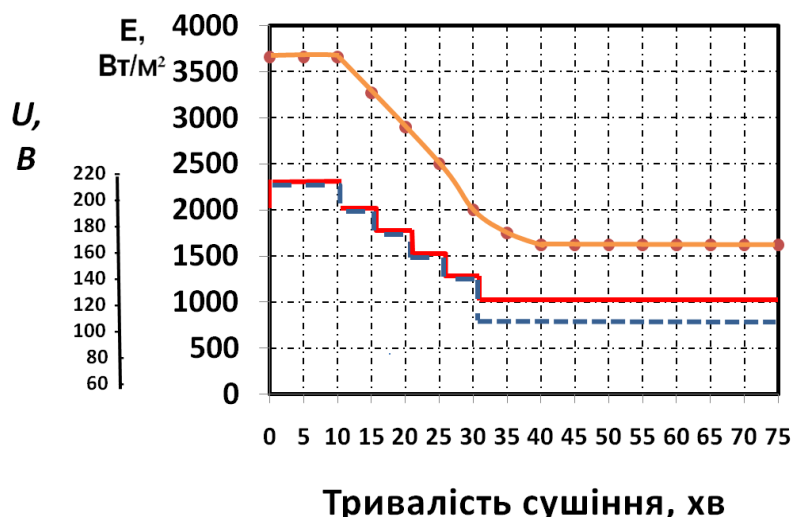


Рис. 9. Зміна сумарної величини опроміненості та напруги на ТЕНах під час ІЧ-сушіння вичавок комбінованим способом:

- сумарна величина опроміненості,
- верхні тени,
- - - нижні тени

Оптимальним є висушування вичавок при величині теплового потоку  $300 \text{ Вт/см}^2$  та товщині шару  $0,8\text{-}1,0 \text{ см}$ . Такий режим забезпечує збереження  $\beta$ -каротину на  $82,5 \%$  та інактивіацію пероксидази на  $99,8 \%$ .

Використовуючи вбудовані функції інтегрованої системи MathCad, було знайдено загальний вигляд математичної моделі

Для сушіння способом НВЧ була зроблена математична обробка експериментальних даних за допомогою системи MathCAD. Отримано математичну модель залежності температури ( $t$ ) морквяних вичавок в процесі їх сушіння в залежності від тривалості перебування ( $\tau$ ) їх в сушильній камері, величини теплового потоку ( $BB$ ) і товщини шару вичавок ( $\delta$ )

$$t(\tau, BB, \delta) = \frac{\tau}{A(BB, \delta) \cdot \tau^{B(BB, \delta)} + C(BB, \delta)}$$

Отримано математичну залежність вмісту  $\beta$ -каротину в морквяних вичавках ( $K$ ) від величини теплового потоку ( $BB$ ) та товщини шару вичавок ( $\delta$ ):

$$K = 185,557 - 0,124 \cdot BB - 18,667\delta,$$

що адекватно описує експериментальні дані.

Нормалізація рівняння дозволила отримати математичну модель, яка дає змогу розрахувати вміст  $\beta$ -каротину у висушених вичавках і з похибкою  $\Delta = 0,017 \%$  в діапазоні величини теплового потоку при сушінні від  $100$  до  $800 \text{ Вт/см}^2$  та товщини шару вичавок  $0,6\text{-}1,35 \text{ см}$ .

За допомогою програми «Статистика» побудована поверхня відгуку математичної моделі залежності вмісту  $\beta$ -каротину від величини теплового потоку та товщини морквяних вичавок (рис. 10) та кривизна поверхні відгуку (рис. 11).

Дослідження процесу сушіння вичавок способом НВЧ проводились на напіввиробничій установці «Артеміда» з частотою  $2540 \text{ МГц}$ . Сушіння зразків відбувалось в імпульсно-періодичному режимі з інтервалом  $1\text{--}2 \text{ хв}$ , при зміні величини теплового потоку від  $100 \text{ Вт/см}^2$  до  $800 \text{ Вт/см}^2$  та шару продукту від  $0,5$  до  $1,5 \text{ см}$ .

У результаті проведених досліджень встановлено тривалість сушіння, зміну температури продукту та вмісту  $\beta$ -каротину, досліджено криві сушіння та криві кінетики сушіння.

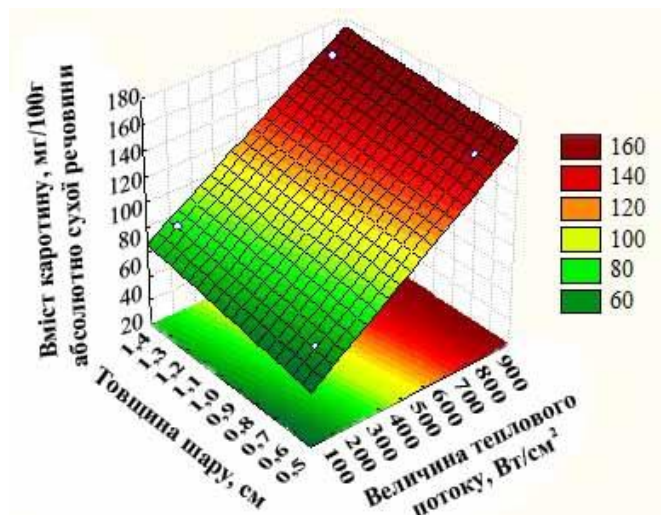


Рис. 10. Поверхня відгуку математичної моделі залежності вмісту  $\beta$ -каротину від величини теплового потоку і товщини шару морквяних вичавок

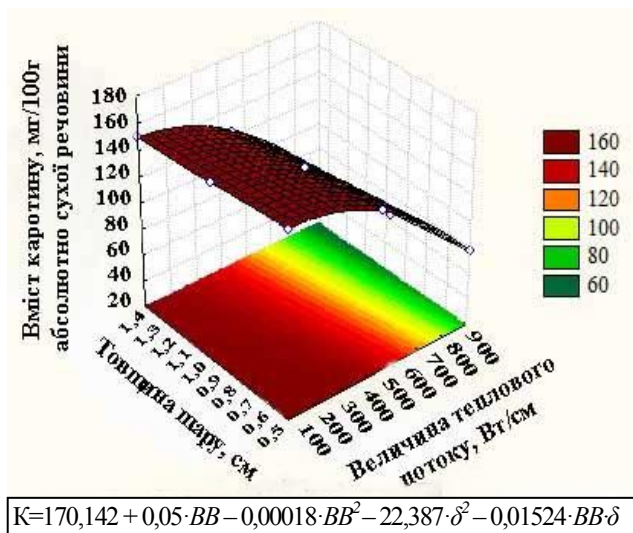


Рис. 11. Кривизна поверхні відгуку математичної моделі залежності вмісту  $\beta$ -каротину від величини теплового потоку та товщини шару морквяних вичавок

$$K=170,142+0,05 \cdot BB-0,00018 \cdot BB^2-22,387 \cdot \delta^2-0,01524 \cdot BB \cdot \delta$$

Отримано оптимальні параметри проведення процесу сушіння в полі НВЧ, а саме величина теплового потоку  $300 \text{ Вт/см}^2$  і товщина шару вичавок  $1,0 \text{ см}$ .

Таким чином, було встановлено оптимальні режими сушіння моркви й морквяних вичавок при отриманні сухих продуктів різними способами та проведено порівняння їх якості. Критерієм оцінювання був вміст  $\beta$ -каротину, ступінь інактивації пероксидази, відсутність карамелізації та реакцій меланоїдиноутворення.

Встановлено, що максимальний вміст  $\beta$ -каротину мають порошки з вичавок бланшованої моркви, при чому він у  $1,5$  рази вищий порівняно із морквяними порошками, що пояснюється великою кількістю цукрів, які по суті збільшують енергетичну цінність, але є баластними речовинами.

Порівняння якісних показників порошоків, отриманих з вичавок бланшованої моркви наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

### Залежність вмісту $\beta$ -каротину від способу одержання морквяного порошку з вичавок бланшованої моркви

Спосіб сушіння	Тривалість сушіння, хв	Максимальна температура зразка, °С	Вміст $\beta$ -каротину, мг/100 г
Конвективний	180	75	103,8
Кондуктивний	3,3	110	107,6
ІЧ-променями	75	72	132,0
В полі НВЧ	14	67	136,4

Аналізуючи дані таблиці 1, видно переваги порошоків, отриманих НВЧ-способом, які містять  $136,4 \text{ мг/100 г}$   $\beta$ -каротину. Порошки, отримані способом ІЧ-сушінням містять  $\beta$ -каротину на  $3,23 \%$  менше, а кондуктивним та конвективним способами – на  $21,11 \%$  й  $23,9 \%$  відповідно.

Одержані дані підтверджуються спектрами поглинання молекул  $\beta$ -каротину у порошках, отриманих різними способами (рис. 12).

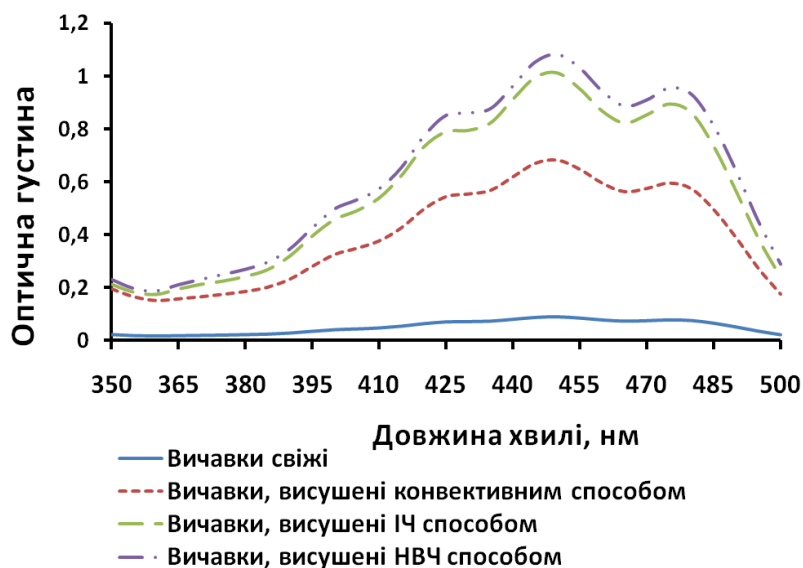


Рис. 12. Спектри поглинання молекул  $\beta$ -каротину у порошках, отриманих різними способами

Для максимально можливого збереження БАР сировини здійснювали додаткове оброблення морквяної м'язги антиоксидантами безпосередньо після її бланшування та повторне оброблення ними морквяних вичавок перед сушінням.

Як антиоксиданти застосовували такі речовини – 0,1 % розчин аскорбінової кислоти, 0,1 % розчин токоферолу, 1 % розчин лимонної кислоти, як окремо, так і в поєднанні між собою.

Встановлено, що застосування антиоксидантів, як по одному, так і в поєднанні, позитивно впливає на якісні показники сухого морквяного продукту, який має більш яскравий, насичений колір та високий вміст  $\beta$ -каротину (82-88 % від його початкового вмісту). Отриманий продукт містив максимальну кількість  $\beta$ -каротину – 145,2 мг/100г.

Дослідження впливу умов зберігання порошків на зміну їх якісних показників проводили при їх герметичному упакуванні в поліетиленові пакети під вакуумом та без нього при різних температурах зберігання протягом 12 місяців.

Встановлено, що при зберіганні порошків у вакуум упаковці, втрати  $\beta$ -каротину були у 2-2,5 рази менші, ніж при зберіганні без вакууму. Втрати  $\beta$ -каротину при зберіганні порошків у вакуум-упаковці протягом 12 місяців наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

**Втрати  $\beta$ -каротину у порошках з вичавок бланшованої моркви у герметичній вакуум-упаковці під час зберігання протягом 12 місяців**

Температура зберігання, °С	Втрати $\beta$ -каротину в %, при зберіганні порошків, протягом				
	1 міс	3 міс	6 міс	9 міс	12 міс
20	15,78	21,59	30,86	39,35	50,38
5	8,42	13,06	19,23	26,26	35,18
-18	5,68	9,65	14,35	20,47	28,7

З таблиці 2 видно, що при зберіганні порошків з морквяних вичавок у вакуум-упаковці при понижених температурах призводить до мінімальних втрат  $\beta$ -каротину – 28,7 % за рік. При температурі зберігання 5 °С процес руйнування  $\beta$ -каротину збільшується на 6-7 % кожен місяць. При зберіганні таких порошків без вакууму втрати  $\beta$ -каротину за рік досягають 88 %.

Мікробіологічні дослідження отриманих порошків з вичавок бланшованої моркви показали зниження загальної кількості мікроорганізмів у вичавках при

сушінні НВЧ з  $5 \times 10^3$  КУО / $\text{см}^3$  до 130 КУО / $\text{см}^3$ . Колонії грибів (20) та дріжджів (10) після НВЧ-сушіння були відсутні. Протягом всього строку зберігання у вакуум-упаковці незалежно від температури зберігання загальна кількість мікроорганізмів не збільшувалась.

**В п'ятому розділі “Удосконалення технології комплексної переробки моркви”** в результаті проведених досліджень розроблені технології виробництва каротиновмісних добавок та консервованих продуктів з моркви. У результаті виконаних робіт запропонована технологія переробки моркви, згідно якої з однієї сировини – моркви, можна одержати одночасно декілька продуктів, у тому числі і біологічно активні добавки. Принципово-технологічна схема зображена на рис.14.

Моркву інспектують, миють, відрізають кінці, очищають від шкірки, інспектують та подають на дробарку. Подрібнення проводять в атмосфері пари для запобігання окисленню біологічно активних речовин та дії ферментів. Одержану морквяну м'язгу з розмірами шматочків  $1,5 \times 0,2 \times 0,1$  см негайно бланшують парою протягом 3,0 хв та обробляють сумішшю антиоксидантів для запобігання втрат  $\beta$ -каротин. Після бланшування м'язгу направляють на розділення фаз шляхом пресування. На виробництві було перевірено вплив бланшування парою на вихід соку. Так, вихід соку при цьому складає 70 %, а вичавок – 30 %.

Морквяні вичавки після пресування повторно обробляють сумішшю розчинів антиоксидантів – аскорбіновою, лимонною кислотами та токоферолом. Сушіння проводять за одним із способів – конвективним, кондуктивним, інфрачервоним та в полі НВЧ, за оптимальним режимом. Після сушіння вичавки подрібнюють на дезинтеграторі до розміру часток 250-80 мкм. Так як морквяний порошок є гігроскопічним, то його негайно подають на фасування в окреме приміщення з низькою відносною вологістю. Фасують порошок на вакуум-фасувальній установці в поліетиленові пакети з металевим напиленням для запобігання потрапляння світла та направляють на зберігання при  $-18$  °С протягом 6 місяців.

Паралельно отриманий натуральний морквяний сік, який містить натуральну вологу морквяної сировини, цукри, каротиноїди, мікро- та макроелементи, можна використовувати у багатьох виробництвах консервованих продуктів. У роботі запропоновано використання натурального морквяного соку для нектарів, морсів, коктейлів, напоїв, відновлених соків, желейних продуктів, натуральних консервів із заміною заливки на натуральний морквяний сік, що передбачає комплексну переробку моркви.

Оскільки натуральний морквяний сік може використовуватись тільки після його безпосереднього отримання, з можливістю забезпечення його зберігання запропоновано технологію концентрованого каротиновмісного наповнювача «Морквяний мед» з натурального морквяного соку, що дає можливість отримати густий продукт з високим вмістом  $\beta$ -каротину. Для його отримання натуральний морквяний сік проціджували, піддавали миттєвому підігріву та охолодженню. Під час нагрівання білки соку коагулюють та утворюють складні комплексні сполуки, адсорбуючи  $\beta$ -каротин. Для запобігання цьому такий сік обробляють протеолітичними ферментами. Після цього для інактивації ферменту проводять повторне підігрівання.

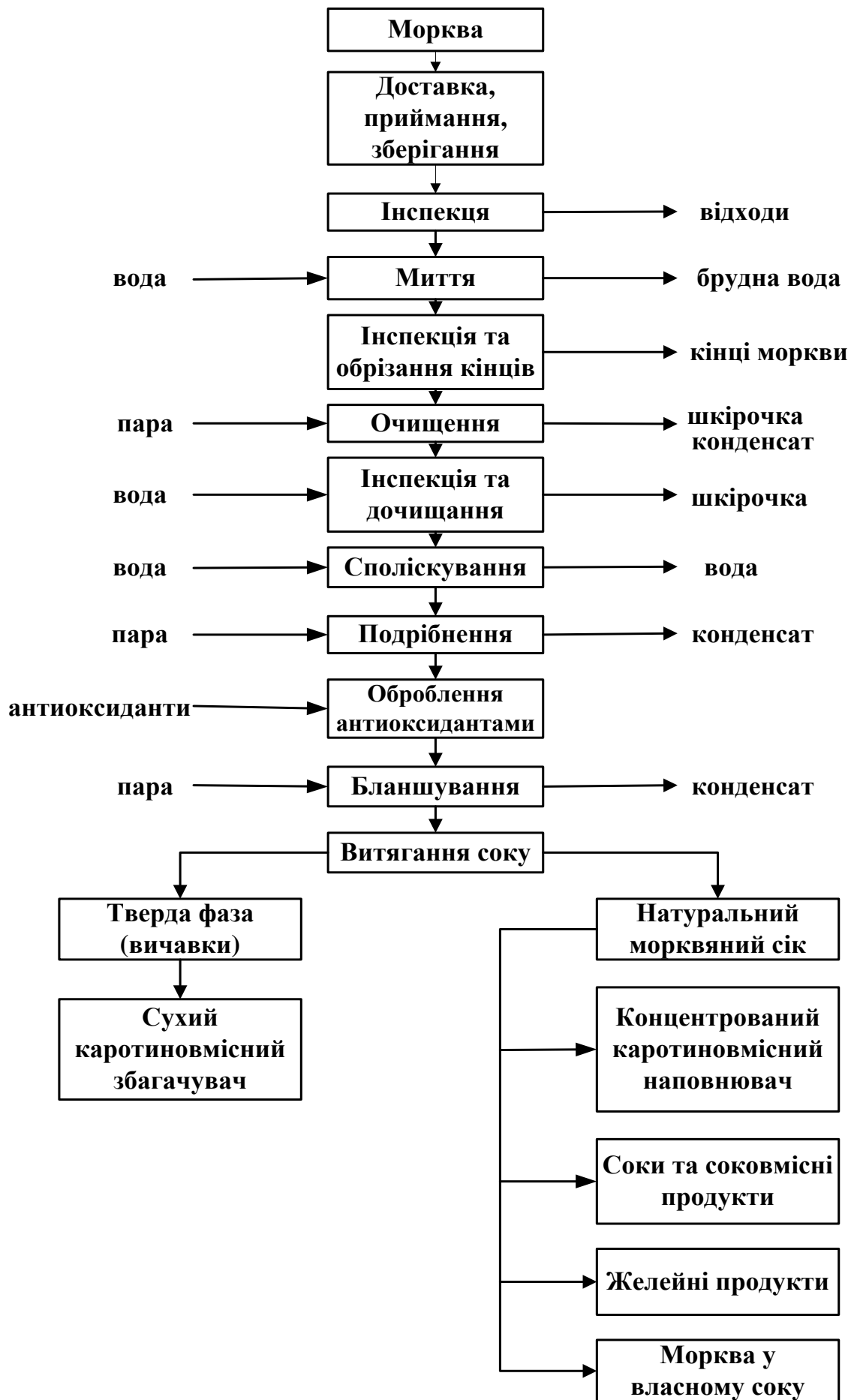


Рис.14. Принципово-технологічна схема виробництва каротиновмісних добавок та консервованих продуктів з моркви

Перед концентруванням морквяний сік підкислювали лимонною кислотою у кількості 1 % за масою та направляли на концентрування до вмісту розчинних сухих речовин 70 %. Концентрування проводили також двома способами: під вакуумом при різних температурах – 40, 50, 60 °С та при атмосферному тиску. При порівнянні режимів найкращим є концентрування при 40-45 °С. При такій температурі β-каротин зберігається на 98, %, а вітамін С – на 96 %. Одержані дані підтверджуються спектрами поглинання молекул β-каротину у концентрованих соках, отриманих різними способами. Зберігання проводили аналогічно режимам концентрованих соків.

Використання таких каротиновмісних продуктів, як сухий «Каротинка» та концентрований «Морквяний мед», консервними підприємствами дає можливість забезпечити безперервність їх роботи протягом року. Запропоновано ряд кондитерських виробів (печиво та мармелад) з використанням сухого каротиновмісного збагачувача «Каротинка» та концентрованого каротиновмісного наповнювача «Морквяний мед». Застосування таких каротиновмісних добавок дозволяє збагатити продукти β-каротином та істотно розширити асортимент кондитерських виробів. Сумісно із кафедрою хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчових концентратів було розроблено рецептуру печива «Сонячне», «Моніка», «Усмішка» та отриманий патент на корисну модель. У промислових умовах це печиво було виготовлено на ПП «Деліція». Також було розраховано рецептуру на мармелад з використанням наповнювача «Морквяний мед».

На нові продукти одержані патенти на корисну модель України. На сухий каротиновмісний збагачувач «Каротинка» та концентрований каротиновмісний наповнювач «Морквяний мед» розроблено проекти нормативно технічної документації (технічні умови та технологічні інструкції). Промислово-дослідні партії сухого та концентрованого каротиновмісних продуктів були виготовлені на ТОВ «Продсірвіс ІР».

Собівартість 1т сухого каротиновмісного збагачувача «Каротинка» становить 38896,02 грн та концентрованого каротиновмісного наповнювача «Морквяний мед» – 23457,45 грн. При цьому прибуток від виробництва 1т продукту складає 7779,2 та 4691,49 грн відповідно.

## ВИСНОВКИ

1. На підставі теоретичних, узагальнених аналітичних та експериментальних досліджень розроблена технологія комплексної переробки моркви з виробництвом каротиновмісних збагачуючих добавок.

2. Експериментально визначено ефективний сорт моркви, який розповсюджений в більшості областей України, найбільш багатий на β-каротин – 16,5 мг/100г та цукри – 7,7 г/100г – Шантане 2461.

3. Встановлено оптимальні режими попередньої підготовки моркви – подрібнення до розмірів 1,5×0,2×0,1см, бланшування в атмосфері пари та обробка антиоксидантами, що забезпечує інактивацію пероксидази на 85 %, збереження β-каротину на 95 %, вітаміну С – на 75 % та цукрів – на 93 %.

4. Досліджено процеси сушіння моркви та вичавок різними способами – конвективним, кондуктивним, ІЧ-випромінюванням та в полі НВЧ, для кожного з них підібрано оптимальні режими. Найбільший вміст β-каротину – 136,4 мг/100г можна отримати шляхом висушування у полі НВЧ морквяних вичавок

з попередньо бланшованої моркви. На підставі чого отримано патенти на корисну модель України № 51027 У від 25.06.2010 та № 51739 У від 26.07.2010.

5. Експериментально визначено строки зберігання морквяних порошків залежно від упакування та режимів їх зберігання. Встановлено оптимальний спосіб зберігання у вакуум упаковці без доступу світла при температурі  $-18^{\circ}\text{C}$ , що дозволяє зберегти початковий вміст  $\beta$ -каротину на 85 %.

6. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію комплексної переробки моркви з виробництвом сухого каротиновмісного збагачувача «Каротинка» та концентрованого каротиновмісного наповнювача «Морквяний мед», та проекти нормативно технічної документації. Проведені виробничі випробування в умовах ТОВ «Продсервіс ІР».

7. Розроблені рецептури нових консервованих продуктів (сокові, соковмісні, желейні продукти та морква у власному соку) та кондитерських виробів, збагачених сухим каротиновмісним збагачувачем «Каротинка» та концентрованим каротиновмісним наповнювачем «Морквяний мед». На підставі чого отримано 9 патентів на корисну модель України. Проведені виробничі випробування по виробництву печива «Сонячне», «Усмішка» та «Моніка» із застосуванням сухого каротиновмісного збагачувача на ПП «Деліція».

8. Розрахована собівартість 1т сухого каротиновмісного збагачувача «Каротинка», концентрованого каротиновмісного наповнювача «Морквяний мед» та печива «Сонячне», «Усмішка», «Моніка», яка становить 38896,02 грн, 23457,45 грн, 19840,94грн, 19841,25грн та 19840,42 грн відповідно.

## **ПЕРЕЛІК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Левківська Т.М. Розробка способу одержання порошку з морквяних вичавок з підвищеним вмістом  $\beta$ -каротину / Т.М. Левківська, Л.О. Косоголова, В.Є. Носенко. // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Випуск 34 – 2005. – С.140-143.

2. Косоголова Л.О. Стабільність  $\beta$ -каротину при одержанні порошку з морквяних вичавок/ Л.О. Косоголова, Т.М. Левківська // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Випуск 1. – 2006. – С.54.

3. Левківська Т.М. Дослідження процесу сушіння інфрачервоними променями морквяних вичавок / Т.М. Левківська, Л.О. Косоголова, І.Ф. Малезик, Ю.П. Луцик, А.Т.Безусов // Наукові праці ОНАХТ. Випуск 28, Т.2 – 2006р. – С. 294-297.

4. Малезик І.Ф. Дослідження кінетики сушіння морквяних вичавок за допомогою інфрачервоного випромінювання / І.Ф. Малезик, Т.М. Левківська, А.Т.Безусов // Наукові праці ОНАХТ. Випуск 35, Т.2 – 2009р. – С. 107-110.

5. Левківська Т.М. Комплексна ресурсозберігаюча переробка моркви з отриманням поліфункціональних харчових добавок. / Т.М.Левківська, Г.М.Бандуренко, А.Т.Безусов // Наукові праці ОНАХТ. Випуск 37 – 2010р. – С 211-214.

6. Бандуренко Г.М. Нова каротиновмісна біологічно активна добавка з моркви та перспективи її використання / Г.М. Бандуренко, І.Л. Корецька, Т.М.Левківська // Харчова промисловість НУХТ. Київ.: НУХТ, 2012. – С.113-115.

7. Музика Т.М. Застосування низькотемпературного сушіння для морквяних вичавок / Т.М. Музика, Л.О. Косоголова, В.Є. Носенко. // Програма і матеріали 70-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, 18 – 19 квітня 2004р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2004. – Ч. 2. – 129с.

8. Левківська Т.М. Розробка консервів з підвищеним вмістом біологічно активних речовин із вторинних продуктів / Т.М. Левківська, І.М. Ткаченко, Ю.О. Федорець, Л.О. Косоголова. // Програма і матеріали 71-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 18 – 19 квітня 2005р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2005. – Ч. 2. – С.125 – 126.

9. Левківська Т.М. Зміни  $\beta$ -каротину при виробництві морквяного порошку / Т.М. Левківська, Л.О. Косоголова, А.Т.Безусов // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції "Харчові технології", 12-14 жовтня 2005р. – Одеса: ОНАХТ – 2005. – С.21.

10. Левківська Т.М. Застосування ІЧ променів для сушіння морквяних вичавок/ Т.М. Левківська, Л.О. Косоголова, Ю.П.Луцик // Тези доповідей ІХ міжнародної науково-технічної конференції "Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи", 17-19 жовтня 2005р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2005. – Ч. 2. – С.26.

11. Левківська Т.М. Отримання нових видів продуктів за рахунок комплексної переробки моркви / Т.М. Левківська, А.Т.Безусов, Г.М.Бандуренко // Програма і матеріали 76 наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті».17-18 квітня 2010 р. – К:НУХТ, 2010. – Ч.2. – С.18.

12. Левківська Т.М. Удосконалення способу одержання сухого каротино-вмісного збагачувача з моркви / Т.М. Левківська, А.Т.Безусов, Г.М. Бандуренко // Програма і матеріали 76 наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті».17-18 квітня 2010 р. – К:НУХТ, 2010. – Ч.2. – С.10.

13. Левковская Т.Н. Расширение ассортимента каротинсодержащих продуктов на основе моркови / Левковская Т.Н., Бандуренко Г.М. // Тезисы докладов VII международной научной конференции студентов и аспирантов "Техника и технология пищевых производств", 22-23 апреля 2010г, в 2-х ч.,: Могилёв – 2010г. – Ч.1 – С.23с.

14. Левковская Т.Н. Влияние способа получения морковного порошка на его пищевую ценность / Левковская Т.Н., Бандуренко Г.М. // Тезисы докладов VII международной научной конференции студентов и аспирантов "Техника и технология пищевых производств", 22-23 апреля 2010г, в 2-х ч.,: Могилёв – 2010г. – Ч.1 – С.24.

15. Левківська Т.М. Шляхи покращання якості соків та соковмісних продуктів / Т.М. Левківська, Г.М.Бандуренко // Тези доповіді на III Всеукраїнській студентській науково-технічній конференції ТДТУ імені Івана Пулюя "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання" Тернопіль :ТДТУ. – 2010р.– С. 38.

16. Левківська Т.М. Нові рішення в технології відновлених соків / Т.М.Левківська, Г.М.Бандуренко // Міжнародна науково-практична конференція "Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи" 22-23 жовтня 2010р, Київ – 2010р. – Ч.1 – С. 24.

17. Хоменко С.О. Викоритання каротиновмісних порошків при виробництві борошняних кондитерських виробів. / С.О. Хоменко, І.Л. Корецька, Г.М. Бандуренко, Т.М.Левківська // Програма і матеріали 76 наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті».17-18 квітня 2010 р. – К:НУХТ, 2010. – Ч.3. – С.18.

18. Корецька І.Л. Каротиновмісні порошки – перспективна нетрадиційна сировина. / І.Л. Корецька, І.П. Мельник, В.М.Гарбарук, Г.М. Бандуренко, Т.М.Левківська // Програма і матеріали 76 наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті».17-18 квітня 2010 р. – К:НУХТ, 2010. – Ч.3. – С.18.

19. Левківська Т.М. Вплив основних технологічних параметрів при тепловому сушінні та зберіганні каротиновмісних морквяних збагачувачів на якість продукту./ Левківська Т.М., Безусов А.Т., Бандуренко Г.М. // Програма і матеріали 77-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 11 – 12 квітня 2011р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2011. – Ч. 2. – С.90.

20. Похилько В.В. Удосконалення способу виробництва концентрованого морквяного соку./ В.В. Похилько, С.Г.Соколова, Г.М.Бандуренко, Т.М. Левківська // Програма і матеріали 77-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 11 – 12 квітня 2011р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2011. – Ч. 2. – С.90.

21. Левківська Т.М. Аналіз процесу сушіння морквяних вичавок в полі НВЧ із застосуванням інтегрованої системи Mathcad / Т.М.Левківська, Н.В.Попова, Т.Г. Мисюра // Програма і матеріали 77-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 11 – 12 квітня 2011р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2011. – Ч. 2. – С.89.

22. Бандуренко Г.М. Новая ресурсосберегающая технология переработки моркови / Г.М. Бандуренко, Т.Н. Левковская // Материалы VIII международной конференции "Стратегия качества в промышленности и образования", 8-15 июня 2012г, в 3-х т., Международный научный журнал Acta Universitatis Pontica Euxinus. Специальный выпуск: Днепропетровск (Украина), Варна (Болгария) – 2012г. – Т.3 – С.24-27с.

23. Пат. . 71381 U Україна, A23 L 2/00. Фруктовий напій / Л.О. Косоголова, А.Т. Безусов, І.Ф. Малежик, Т.М. Музика (Україна). – Опубл. 15.11.2004, Бюл. № 11.

24. Пат. 51026 U Україна, A23L 2/00. Морквяний сік з м'якоттю / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.

25. Пат. 51027 U Україна, A23B 7/02. Спосіб сушіння морквяних вичавків / І.Ф. Малежик, А.Т. Безусов, Ю.П. Луцик, Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.

26. Пат. 51028 U Україна, A23L 2/02. Спосіб отримання морквяного соку натурального / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 25.06.2010, Бюл. № 12.

27. Пат. 51739 U Україна, A23B 7/02. Спосіб сушіння морквяних вичавків / І.Ф. Малежик, А.Т. Безусов, В.Є. Носенко, Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14.
28. Пат. 52812 U Україна, A23L 1/06. Морква у власному соку / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.09.2010, Бюл. № 17.
29. Пат. 52813 U Україна, A23L 2/02. Сік відновлений морквяно-фруктовий / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.09.2010, Бюл. № 17.
30. Пат. 55070 U Україна, A23L 2/02. Спосіб отримання морквяного соку концентрованого / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
31. Пат. 55071 U Україна, A23L 1/06. Морквяне желе / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
32. Пат. 55072 U Україна, A23L 1/06. Желе фруктово-морквяне / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
33. Пат. 55199 U Україна, A23L 1/06. Конфітюр плодово-морквяний / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
34. Пат. 55201 U Україна, A23L 2/02. Фруктово-морквяний сік / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
35. Пат. 55203 U Україна, A23L 1/06. Конфітюр морквяний / Г.М. Бандуренко, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.
36. Пат. 57628 U Україна, A23G 3/36. Здобне печиво / Корецька І.Л., Литвин Г.М., Бандуренко Г.М., Зінченко Т.В, Т.М. Левківська (Україна). – Опубл. 10.06.2011, Бюл. № 5

*Особистий внесок здобувача:* (1-22) аналіз літературних джерел, участь у проведенні теоретичних і експериментальних дослідженнях, узагальнення результатів, підготовка матеріалів до публікації; (23-36) аналіз літературних джерел, розроблення рецептур, підготовка матеріалів до публікації.

## АНОТАЦІЯ

**Левківська Т.М. Удосконалення технології каротиновмісних добавок та консервованих продуктів з моркви. – Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів. – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України, Київ, 2012.

Дисертацію присвячено розробці науково обґрунтованої технології каротиновмісних добавок та консервованих продуктів з моркви, та їх використання при виробництві продуктів харчування. На основі аналізу літературних даних показано актуальність отримання каротиновмісних продуктів з моркви. Вивчено вплив попередньої обробки моркви на вихід соку та встановлено оптимальні показники проведення цього процесу. Досліджено різні способи сушіння морквяної сировини (конвективне, кондуктивне, інфрачервоне та у полі НВЧ) та визначено оптимальні режими для кожного з них, які б змогли максимально зберегти біологічно активні речовини моркви, особливо каротин.

Розроблено технологію отримання сухого каротиновмісного збагачувача з морквяних вичавок та концентрованого каротиновмісного наповнювача з морквяного соку.

Розроблені рецептури консервованих продуктів та кондитерських виробів з використанням сухого каротиновмісного збагачувача, концентрованого каротиновмісного наповнювача та натурального морквяного соку та розрахована їх собівартість.

**Ключові слова:** морква, каротин, каротиновмісні продукти, бланшування, сушіння, харчові добавки, технологія.

## АННОТАЦІЯ

**Левковская Т.Н. Усовершенствование технологии каротинсодержащих добавок и консервированных продуктов из моркови. - Рукопись.**

Диссертация на получение научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 - технология консервированных и охлажденных пищевых продуктов. - Национальный университет пищевых технологий Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, Киев, 2012.

Диссертация посвящена разработке научно обоснованной технологии каротинсодержащих добавок и консервированных продуктов из моркови, и их использования при производстве продуктов питания. На основе анализа литературных данных показана актуальность получения каротинсодержащих продуктов из моркови. Для реализации поставленной цели из ряда сортов моркови был избран сорт Шантане 2461, который наиболее богат  $\beta$ -каротином – 16,5 мг/100г и сахарами – 7,7 мг/100г, обладает высокой урожайностью и лежкостью. Изучено влияние предварительной обработки моркови на выход сока и установлены оптимальные показатели проведения этого процесса. Проведение процесса измельчения моркови до размера частиц  $1,5 \times 0,2 \times 0,1$  см в атмосфере пара позволяет сократить потери  $\beta$ -каротина до 5% и получить максимальный выход сока.

Для повышения выхода морковного сока путём прессования рационально проводить дополнительно тепловую обработку морковной мезги. Так максимальный выход сока 72% возможен при проведении предварительного процесса бланширования паром в течение 3 минут. При этом обеспечивается инактивация фермента пероксидазы на 85%, сохранность  $\beta$ -каротина на 95%, витамина С – на 75%, а сахаров – на 93%.

Исследованы разные способы сушки моркови и морковных выжимок (конвективный, кондуктивный, инфракрасный и в поле СВЧ) и определены оптимальные режимы для каждого из них, которые бы смогли максимально сохранить биологически активные вещества моркови, особенно каротин. Установлено, что наиболее щадящим способом является сушка в поле СВЧ, которая позволяет получить сухой продукт с содержанием каротина 136,4 мг/100г.

Для предотвращения потерь  $\beta$ -каротина (до 6%), красящих веществ и сахаров в процессе сушки целесообразно после измельчения моркови, а также перед сушкой морковных выжимок, применять обработку веществами с антиоксидантными свойствами – лимонной, аскорбиновой кислотами и токоферолом.

Отслежена динамика изменения пищевой ценности сухого обогатителя в зависимости от вида упаковки и температурных режимов на протяжении года. Установлено, что хранение порошка из морковных выжимок в вакуум-упаковке без доступа света при температуре  $-18^{\circ}\text{C}$  позволяет сократить потери  $\beta$ -каротина до 70%.

Также была исследована возможность концентрирования морковного сока разными способами. При сравнении режимов концентрирования под вакуумом наилучшим является концентрирование при  $40-45^{\circ}\text{C}$ . При такой температуре  $\beta$ -каротин сохраняется на 98,5%, а витамин С – на 96%. Такой сок богатый на  $\beta$ -каротин, сахара и пектиновые вещества и может быть использован как концентрированный каротиносодержащий наполнитель для разных продуктов пищевой промышленности.

Разработана технология получения сухого каротиносодержащего обогатителя «Каротинка» из морковных выжимок и концентрированного каротиносодержащего наполнителя «Морковный мёд» из морковного сока. Себестоимость 1т этих добавок составляет 38896,02 грн 23457,45 грн соответственно. А также разработаны рецептуры консервированных продуктов и кондитерских изделий с использованием полученных добавок и натурального морковного сока.

**Ключевые слова:** морковь, каротин, каротиносодержащие продукты, бланширование, сушка, пищевые добавки, технология.

#### ANNOTATION

**Levkivska T.M. Improvement of technology of containing carotin additions and canned foods from a carrot. – Manuscript.**

The Dissertation on the receipt of scientific degree of candidate of engineering sciences after speciality 05.18.13 is technology of the canned and chilled food foods. – National university of Food technologies of Department of education and science, young people and sport of Ukraine, Kyiv, 2012.

Dissertation is sanctified to development of scientifically reasonable technology of containing carotin additions and canned foods from a carrot, and their using for the production of foodstuffs. On the basis of analysis of literary data actuality of receipt of containing carotin foods is shown from a carrot. Influence of rough-down of carrot is studied on the exit of juice and the optimal indexes of realization of this process are set. The different methods of drying of carrot raw material (convective, conductus, infra-red and in the microwave field) and the optimal modes are certain for each of them, that would be able maximally to save the bioactive substances of carrot, especially carotin.

Technology of receipt of dry containing carotin preparator is worked out from carrot spues and concentrated containing carotin filler from carrot juice.

The worked out compounding of the canned foods and pastry wares is with the use of dry containing carotin preparator, concentrated containing carotin filler and natural carrot juice and also their prime price is expected.

**Keywords:** carrot, carotin, containing carotin foods, blanhing, drying, food additions, technology.