

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

ВИКОРИСТАННЯ КАРОТИНВМІСНОЇ  
СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЯХ МАКАРОННИХ  
ТА БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ  
ВИРОБІВ

Монографія

Харків  
ХДУХТ  
2018

УДК 547.979.8:[664.69+664.68]

ББК 38.83-1

Г 79

Автори:

Гревцева Н. В., Шидакова-Каменюка О. Г., Набоков Д. О.

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. О. М. Шаніна,

д-р техн. наук, проф. Є. П. Пивоваров

Рекомендовано до друку вченою радою Харківського державного університету харчування та торгівлі, протокол №6 від 28.12.2017 р.

Г79 **Гревцева Н. В.**

Використання каротинвмісної сировини в технологіях макаронних та борошняних кондитерських виробів / Н.В. Гревцева, О.Г. Шидакова-Каменюка, Д.О. Набоков. – Х. : ХДУХТ, 2018. – 120 с.

ISBN

У монографії узагальнено результати наукових досліджень щодо обґрунтування технології макаронних та борошняних кондитерських виробів з використанням каротинвмісної сировини.

Видання пропонується для викладачів, аспірантів та студентів спеціальності «Харчові технології». Видання також може бути використане студентами споріднених спеціальностей, працівниками харчової галузі.

УДК 547.979.8:[664.69+664.68]

ББК 38.83-1

© Гревцева Н. В.,  
Шидакова-Каменюка О. Г.,  
Набоков Д. О., 2018  
© Харківський державний  
університет харчування  
та торгівлі, 2018

## ЗМІСТ

Вступ .....	6
Розділ 1. Обґрунтування доцільності використання натуральних рослинних каротиноїдних добавок в технології макаронних та борошняних кондитерських виробів.....	8
1.1. Характеристика та класифікація каротиноїдів.....	8
1.2. Шляхи стабілізації каротиноїдів у харчових системах.....	11
1.3. Використання каротинвмісної сировини в технологіях борошняних виробів.....	14
1.4. Наукові та практичні аспекти отримання каротинвмісних добавок за кріопастною технологією.....	23
Висновки за розділом 1.....	28
Розділ 2. Вплив кріопаст з моркви та гарбуза на якість тіста з пшеничного борошна.....	29
2.1. Роль компонентів сировини у формуванні структури тістових систем.....	29
2.2. Дослідження закономірностей впливу кріопаст з моркви та гарбуза на властивості клейковини і крохмалю пшеничного борошна.....	31
2.3. Дослідження структурно-механічних показників тіста з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза .....	35
2.4. Вплив кріопаст з моркви та гарбуза на стан води у тісті .....	38
2.5. Результати ІЧ-спектроскопії зразків тіста з пшеничного борошна в присутності кріопаст з моркви та гарбуза .....	39
Висновки за розділом 2.....	41
Розділ 3. Розробка технології макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів.....	42
3.1. Сучасні підходи до використання збагачувальних добавок в технології макаронних виробів.....	42
3.2. Обґрунтування раціональних дозувань кріопаст з моркви та гарбуза в технології макаронних виробів .....	52
3.3. Дослідження ступеня збереженості каротиноїдів під час виробництва макаронних виробів та обґрунтування способу їх стабілізації .....	56
3.4. Дослідження процесу сушіння макаронних виробів .....	67
3.5. Зміна показників якості макаронних виробів під час зберігання .....	72

3.6. Оптимізація технологічних параметрів виготовлення макаронних виробів, збагачених на каротиноїди .....	76
3.7. Розробка рецептур та технологічних схем виготовлення макаронних виробів .....	78
3.8. Дослідження харчової та біологічної цінності макаронних виробів.....	81
3.9. Розрахунок комплексного показника якості макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів.....	83
Висновки за розділом 3.....	88
Заключення.....	89
Список використаної літератури .....	91

## **Перелік умовних скорочень**

- БАР – Біологічно-активні речовини
- ІЧ-спектроскопія – Інфрачервона спектроскопія
- ЯМР – Ядерно-магнітний резонанс
- ІДК – Індекс деформації клейковини
- ВДК – Вимірювач деформації клейковини
- ПКД – Пастоподібна каротиноїдна добавка
- СР – Сухі речовини
- ВСЕ – Водно-спиртовий екстракт
- ЛРС – Лікарська рослинна сировина

## ВСТУП

Сьогоднішні досить гостро стоїть проблема зниження імунітету людини, викликана суттєвим погіршенням екологічної ситуації та незбалансованим харчуванням. Для її вирішення у багатьох країнах світу на державному рівні прийнято програми створення оздоровчих харчових продуктів, в першу чергу, масового споживання, збагачених необхідними для здоров'я людини дефіцитними вітамінами, макро- і мікроелементами та іншими біологічно активними сполуками.

Серед них особливе місце посідають каротиноїди, що зумовлене їх антиоксидантною, імуномоделюючою, детоксикуючою, антиканцерогенною активністю. За статистичними даними надходження каротиноїдів до організму людини з їжею в 2...3 рази нижче рекомендованих норм споживання.

До найпопулярніших продуктів харчування в Україні відносяться макаронні вироби, які виробляють переважно з хлібопекарського борошна, що негативно відбивається на їх органолептичних, структурно-механічних та варильних властивостях. Значний внесок у вирішення питань підвищення якості та харчової цінності макаронних виробів внесли вітчизняні та закордонні вчені Г.М. Медведєв, С.Я. Корячкина, В.Г. Юрчак, Т.В. Матвєєва, Г.О. Осипова, Н.К. Казеннова, Mitsuru Tanaka, Peter Harris Brown та інші. Проведені дослідження показали перспективність використання каротиноїдних добавок синтетичного, мікробного та рослинного походження у макаронному виробництві для покращення кольору, якості та харчової цінності продукції.

На жаль, макаронні вироби, збагачені каротиноїдами, сьогодні майже не випускаються. Труднощі виробництва такої продукції пов'язані з тим, що, по-перше, більшість з каротиноїдних добавок є жиророзчинними, а технологія макаронних виробів не передбачає використання жирової сировини; по-друге, вони не стійкі під час зберігання та швидко окиснюються у ході технологічної обробки.

Результати багаторічних масштабних досліджень провідних вчених у сфері створення оздоровчих продуктів Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарської, Ю.Л. Гальчинецької, Г.О. Сімахіної дозволили розробити дрібнодисперсні гідрофільні каротиноїдні добавки нового покоління шляхом криогенного подрібнення моркви та гарбуза, що є традиційною сировиною для України. Враховуючи підвищений вміст водорозчинних каротиноїдів та інших біологічно-активних речовин, високий ступінь їх засвоюваності, інтеграції та взаємодії з компонентами тістових систем за рахунок переводу із зв'язаного у вільний стан ці

добавки обрано як збагачувальні для макаронного виробництва. В сухих макаронних виробках каротиноїди швидко окиснюються. З метою попередження цього процесу запропоновано використовувати водно-спиртові екстракти календули та кори дуба. Це потребує системних досліджень функціонально-технологічних властивостей обраних добавок, їх впливу на основні компоненти макаронного тіста, показники якості готової продукції, а також коректування параметрів технологічного процесу.

У зв'язку з вищевикладеним, є актуальними дослідження, спрямовані на наукове обґрунтування використання нових кріопаст з моркви та гарбуза, водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба для збагачення каротиноїдами, біологічно-активними речовинами, підвищення рівня збереженості каротиноїдів під час зберігання, покращення кольору, варильних властивостей макаронних виробів з хлібопекарського борошна.

В основу монографії покладено матеріали дисертаційної роботи Набокова Д.О., яку виконано на кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Харківського державного університету харчування та торгівлі під керівництвом к.т.н., доцента Гревцевої Н.В.

## РОЗДІЛ 1.

### Обґрунтування доцільності використання натуральних рослинних каротиноїдних добавок в технології макаронних та борошняних кондитерських виробів

#### 1.1. Характеристика та класифікація каротиноїдів

До каротиноїдів відносяться більше 600 різних жиророзчинних пігментів, які зумовлюють забарвлення значної частини об'єктів живої природи від жовтого до червоного [1, 2].

Всі каротиноїди поділяють на дві групи – каротини (каротиноїдні вуглеводороди) та ксантофіли (похідні каротинів, що містять кисень).

До каротиноїдних вуглеводородів відносяться  $\beta$ -каротин,  $\alpha$ -каротин,  $\gamma$ -каротин,  $\epsilon$ -каротин та лікопін. Основні представники ксантофілів – лютеїн, віолаксантин, неоксантин, фукоксантин, криптоксантин [3].

Найбільшу А-вітамінну активність має  $\beta$ -каротин (умовно її приймають рівною 100%), активність  $\alpha$ -каротину – 53%,  $\gamma$ -каротину – 48%, криптоксантину – 40%.

Вперше  $\beta$ -каротин був виділений Вакенродером (1831 р.) з моркви, що відбилося у назві цієї речовини (*carot* – морква, англ., і *Daucus carota* – Морква дика, лат.). Його емпірична формула і будова були встановлені, відповідно, Вальдштеттером (1906 р.), Каррером і Куном (1928-1930 рр.) [4].

Наприкінці 70-х років ХХ століття каротин здобув статусу «GRAS», це означає, що цей інгредієнт «повсюдно визнано безпечним» і він може використовуватися як харчова добавка або з метою вітамінізації продуктів [5].

Каркас каротиноїдів, як правило, побудовано з вісьмох фрагментів ізопрену (C<sub>5</sub>) (тому каротиноїди є тетратерпеноїдами) і може бути графічно подано у вигляді лінійної центральної частини (для повних транс-ізомерів) і двох крайніх структурних фрагментів X і X' (рис 1.1).

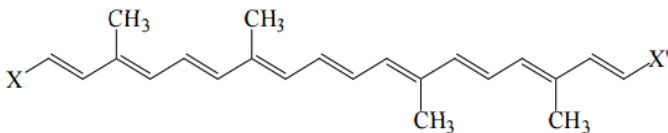


Рисунок 1.1 – Графічне подання каркасу каротиноїдів



Існування великої кількості каротиноїдів зумовлено розходженням будови фрагментів X і X'. Число можливих структур фрагментів X велике, але не всі з них мають однакове значення для організму людини і частоту виявлення в природі [6].

Спектр поглинання каротиноїдів складається зазвичай з трьох смуг в зоні 400...500 нм, за винятком деяких цис-ізомерів, у яких з'являється додатковий максимум поглинання в ультрафіолетовій зоні спектру 320...380 нм. Положення максимумів поглинання залежить від природи використовуваного розчинника. Спектри поглинання каротиноїдів змінюються за різних структурних перебудовах молекули пігменту і мають близьку подібність із спектрами абсорбції флавопротеїнів [7].

Джерелом каротиноїдів є переважно рослинна сировина, зокрема, плодово-овочева (табл. 1.1.)

**Таблиця 1.1 – Вміст каротиноїдів у деяких видах плодово-овочевої сировини [6, 8]**

Сировина	Вміст каротиноїдів, мкг в 1 г	
	ті, що мають вітамінну активність	ті, що не мають вітамінну активність
Брокколи	β-каротин (30±8)	лютеїн+віолаксантин (48±8)
Кабачки	β-каротин (0,8...2,5)	лютеїн (0,7...7,4)
Гарбуз	β-каротин (до 294), α-каротин (до 82)	лютеїн (до 129), зеаксантин (до 9,7)
Томати	β-каротин (до 22)	лікопін (до 40), лютеїн (до 1,5)
Абрикос	β-каротин (64)	-
Грейпфрут	β-каротин (до 9,6)	лікопін (до 33)

Інтерес до всебічного вивчення каротиноїдів виник після того, як було виявлено, що крім провітамінної активності вони беруть участь в декількох складних біохімічних процесах в організмі [9]. Перетворення каротину у вітамін А відбувається під дією ферменту каротинази у кишкових стінках. Однак перетворенню піддається не весь каротин, прийнятий з їжею, а тільки 50% [10]. Він має антиоксидантні, антиканцерогенні, антимуутагенні та імуностимулюючі властивості [11-17].

Зважаючи на це, каротиноїди стали широко використовуватися для вітамінізації харчової продукції. Розроблено широкий асортимент напоїв, молочних, борошняних продуктів [18-22] з додаванням каротинвміщуючої сировини та продуктів її переробки. Найчастіше

каротиноїди застосовують у вигляді спиртових, масляних екстрактів, порошків з рослинної сировини [23-26].

Суміші натуральних каротиноїдів можна отримати екстракцією різними розчинниками (ацетоном, метилетилкетоном, дихлорметаном, діоксидом вуглецю, метанолом, етанолом, пропанолом, гексаном тощо) із різних видів рослинної сировини – моркви, гарбуза, олій [27].

Частіше за все екстракти натуральних каротинів містять близько 85%  $\beta$ -каротину, близько 15%  $\alpha$ -каротину і близько 0,1%  $\gamma$ -каротину [27–29]. Але використовувати каротиноїди для збагачення харчових продуктів краще не вилучаючи їх з вихідної сировини, а переробляючи її у пастоподібні або порошкоподібні добавки.

Загально відомо, що каротиноїди відносяться до жиророзчинних (гідрофобних) речовин [30–33]. Цей факт обмежує сферу їх застосування жировміщуючими продуктами, а саме: молочними, кондитерськими тощо. Тому науковцями приділяється багато уваги створенню водорозчинних форм каротиноїдів. Наприклад, досягти підвищення гідрофільних властивостей природних каротиноїдів можливо за рахунок утворення комплексів пігментів між гідрофобним  $\beta$ -каротином і гідрофільними ксантофилами (зеаксантином, лютеїном), в умовах реакції термоокиснення під час вилучення каротиноїдних пігментів з коренеплодів моркви посівної малополярними розчинниками [34, 35].

Фахівцями DSM Nutritional Products розроблено і запатентовано технологію, яка дозволяє отримати водорозчинні форми жиророзчинних інгредієнтів. Суть методу полягає в тому, що активна субстанція (внутрішня фаза) впроваджується в матрицю-носії, яка захищає її від вологи, кисню, впливу перекисів, активних форм металів. В результаті змінюються деякі фізичні характеристики (розчинність, дисперсність), підвищується механічна стійкість [36].

Науковою школою проф. Павлюк Р.Ю. проведено багаторічні дослідження, спрямовані на виявлення механізму перетворення жиророзчинного каротину у водорозчинний [37]. Встановлено, що це перетворення складається з двох етапів – на першому за рахунок руйнування ослаблених термообробкою зв'язків між частинами каротиноїдів та біополімерами відбувається перехід із зв'язаного стану у вільний. При цьому відбувається руйнування водневих зв'язків, ослаблення індукційної взаємодії між ними [38]. Другий етап пов'язано із структурною перебудовою молекул каротиноїдів. Під час термообробки у них за місцем ненасичених подвійних зв'язків відбувається комплексоутворення та структурна перебудова

молекул з біополімерами (білком, крохмалем, пектином, целюлозою), фенольними сполуками та їх фрагментами, що мають гідрофільні властивості за рахунок гідрофільних груп, які входять до їх складу. Під час цих перебудов утворюються різні водорозчинні форми каротиноїдів у вигляді водорозчинних комплексів. При цьому співвідношення жиро- та водорозчинних форм каротиноїдів складає приблизно 1 : 1,7 [39].

## **1.2. Шляхи стабілізації каротиноїдів у харчових системах**

Відомо, що каротиноїди не є стійкими сполуками, під час технологічної обробки вони руйнуються, що призводить до значного зниження їх кількості у готовому виробі. Проблемі стабілізації каротиноїдів приділено увагу у багатьох наукових роботах, проте вона, як і раніше залишається до кінця не вирішеною. У зв'язку з тим, що каротиноїди можуть знаходитися як у жиророзчинній (гідрофобній), так і у водорозчинній (гідрофільній) формі, механізм дії антиоксидантів може бути різний.

Для запобігання окисненню речовин широко використовуються антиоксиданти – речовини для боротьби з вільними радикалами, тобто сполуками, які мають один неспарений електрон, тому вони прагнуть «забрати» електрон в однієї з молекул в клітинах організму. Якщо це відбувається, порушується внутрішньоклітинний баланс, відбувається миттєва ланцюгова реакція, і в ослаблену клітину проникають мільярди нових руйнівників здоров'я – вільних радикалів. Доведено, що практично всі основні хвороби людини на різних стадіях їх розвитку пов'язані з вільно-радикальними процесами [40–42]. Механізм дії найбільш поширених антиоксидантів полягає в обриві реакційних ланцюгів: молекули антиоксиданту взаємодіють з активними радикалами з утворенням малоактивних радикалів. Навіть в невеликій кількості (0,001%...0,01%) антиоксиданти зменшують швидкість окиснення, тому протягом деякого періоду часу продукти окиснення не виявляються.

Сьогодні відомі синтетичні інгібітори перекисного окиснення, однак не всі вони можуть застосовуватися в харчовій промисловості через токсичність. Із синтетичних інгібіторів перекисного окиснення застосовують, наприклад, бутилоксіанізол, бутилокситолуол, ефіри галової кислоти і низка інших сполук, що пригнічують розвиток вільнорадикальних станів в олієжирових продуктах [43].

Авторами [44, 45] пропонується як інгібітори окиснення олій використовувати олійний ароматичний, водний та водно-спиртовий екстракти м'яти, меліси, чебрецю, розмарину, кави, ефірну олію апельсину або лимону чи екстракт із листя горіха волоського. Існують дані щодо антиоксидантної дії ефірних олій з розмарину, гвоздики і кориці на олію фундука та маку. Ефективність цих ефірних олій проявляється у наступному порядку: кориця > гвоздика > розмарин. Олії розмарину, лимону, базиліку і чебрецю підвищують стабільність оливкової олії під час нагрівання. Ефективність цих рослин має таку послідовність: розмарин > чебрець > лимон > базилік [46–48].

Для стабілізації до окиснення олій використовують також фруктові екстракти, наприклад, шкірка граната є ефективним джерелом антиоксидантів для стабілізації соняшникової олії [49].

Авторами [50] проведено дослідження, які свідчать, що як антиоксидантні добавки можуть використовуватися олійні екстракти листя шавлії, листя чорної смородини, плодів часнику та плодів шипшини.

Існує спосіб стабілізації каротиноїдів шляхом додавання діальдегідного кукурудзяного крохмалю 25% ступеня окиснення, який додають в кількості 0,15% до маси борошна [167].

Основними шляхами збереження каротиноїдів є їх розчинення, концентрування і диспергування в різних гідрофобних носіях або харчових оліях – рапсовій, кукурудзяній, соняшниковій, соєвій або пальмоядровій, що перешкоджають впливу кисню повітря і води на каротиноїди. Наприклад, зазначений підхід дозволяє концентрувати і стабілізувати лікопін в процесі його отримання і тим самим збільшувати термін його зберігання [50–54]. Для попередження окиснення  $\beta$ -каротину в його масляних розчинах та в олії пшеничних зародків може застосовуватися соєвий лецитин [55].

Стабілізація каротину в борошні можлива шляхом додавання до нього сантоніну або фільтрату каротину мікробного походження [56, 57]. Сантонін вноситься в кількості 0,013...0,020% від маси борошна у чистому вигляді, як водна емульсія чи спиртовий розчин, а також з розтопленим жиром [58–60]. Проте втрати каротину після 5 місяців зберігання становлять майже 50%.

Стабілізуючими агентами каротиноїдів можуть виступати також пектинові речовини у чистому вигляді або у складі морквяного соку [61, 62].

Фахівцями ХДУХТ [63] для збереження кількості  $\beta$ -каротину, стабілізації кольору гарбуза і моркви запропоновано використовувати комплекс фенольних речовин м'яти та лимонної кислоти.

Нижче розглянуто підходи до стабілізації каротиноїдів під час виготовлення макаронних виробів. Наприклад, з метою інгібування процесів окиснення  $\beta$ -каротину на етапі замісу макаронного тіста, де має місце значна аерація, і, як вважають автори [64], відбувається найбільше його руйнування, використовують антиоксиданти [65, 66]. Найбільш поширеними і ефективними добавками-антиоксидантами є аскорбінова кислота та D- $\alpha$ -токоферол, які беруть участь в ланцюгових реакціях окисних процесів. У роботах П. Назарова досліджувалась можливість використання рослинного лецитину для запобігання ферментативному окисненню каротиноїдів борошна під час виготовлення макаронних виробів. Механізм дії соєвого лецитину в попередженні процесів окиснення полягає в тому, що лецитин – поверхнево-активна речовина – обгортає дисперсні частинки, перешкоджаючи доступу кисню [55, 67-69].

Дослідження, проведені Левадною Т.І., свідчать про те, що додавання соєвого лецитину та аскорбінової кислоти не тільки сприяє збереженню  $\beta$ -каротину на технологічних стадіях виготовлення макаронних виробів, а й приводить до покращення якості готової продукції. Причому, соєвий лецитин більшою мірою сприяє покращенню збереженості, а аскорбінова кислота є більш ефективною добавкою для попередження руйнування каротину [70].

Потужні антиоксидантні властивості мають фенольні сполуки [71–76]. Вони своїми активними групами (гідроксильними, карбоксильними та ін. приєднуються до місця подвійних зв'язків  $\beta$ -каротину і тим самим перешкоджають приєднанню кисню, тобто запобігають перекисному розщепленню ліпідних речовин, до класу яких відносяться каротиноїди [77]. Як антиоксиданти пропонується використовувати екстракти з лікарської і пряно-ароматичної рослинної сировини, а саме: кори дубу, кореню солодки лікарської, м'яти перцевої, коріандру, а також аскорбінову кислоту. Наприклад, запропоновано під час виробництва порошкоподібних фітоконцентратів лікувально-профілактичної дії використовувати екстракти з лікарської рослинної сировини, що містять велику кількість фенольних сполук, особливо флаванолових глікозидів [78–80].

Досліджено антиоксидантні властивості водно-етанольних екстрактів кори дуба. Доведено, що ці екстракти інгібують ланцюгові вільно-радикальні реакції окиснення за рахунок великого загального

вмісту фенольних сполук і високого вмісту орто-поліфенолів – кверцетину, галової кислоти, рутину [58, 81–85].

Високу антиоксидантну активність для водорозчинних з'єднань та водно-спиртових екстрактів мають також екстракти календули [54, 86–91] та вилучені з неї речовини, наприклад, лютеїн [92].

Авторами [93] для запобігання окиснення каротиноїдів у порошкоподібних добавках з каротиновмісних овочів у процесі зберігання запропоновано використовувати добавки у формі водно-спиртових екстрактів з лікарської рослинної сировини, а саме календули та кори дуба.

Таким чином, огляд літературних джерел свідчить про необхідність додавання речовин з антиоксидантними властивостями в харчові системи, що містять каротиноїди, для запобігання їх окиснення. Тому під час розробки технології макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів було прийнято рішення ввести в рецептуру антиокисні добавки. На підставі вищесказаного та з урахуванням доступності сировини в нашому регіоні для стабілізації каротиноїдів у макаронних виробках обрано водно-спиртові екстракти календули та кори дуба.

### **1.3. Використання каротинвмісної сировини в технологіях борошняних виробів**

Згідно зі статистичними даними у першому півріччі (січень – червень) 2017 року споживання продовольчих товарів в Україні знизилося на 6% порівняно з аналогічним періодом 2016 року [94]. Зокрема, споживання м'яса зменшилося на 11 тис. т, картоплі – на 7 тис. т, ковбасної продукції – на 5,8 тис. т. Однак, рівень споживання борошняної продукції підвищився: макаронних виробів – на 0,65 тис. т, борошняних виробів (хлібобулочних, кондитерських) – на 6 тис.т.

Відмічено, що у 2017 році Україна експортувала 240,913 тис. тонн кондитерських виробів, що на 10% більше, ніж минулого року [95]. Зокрема, Україна наростила постачання за кордон кондитерських виробів без умісту какао на 2,5%, шоколаду на 4,2%, хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів – на 20,5%. Тобто, борошняна продукція користується значним попитом не тільки на території України, а й за її межами. Зважаючи на це, борошняні кондитерські вироби є перспективним об'єктом з позицій коригування їх хімічного складу у бік підвищення вмісту фізіологічно-корисних нутрієнтів, зокрема каротиноїдів.

Сьогодні актуальним є використання в харчових технологіях натуральної каротинвмісної сировини, яка крім каротиноїдів містить низку інших біологічноцінних компонентів – харчових волокон, фенольних сполук, мінеральних речовин тощо.

Зокрема, як каротинвмісні добавки рекомендовано використовувати наступну сировину та продукти її переробки: зернову (кукурудза, люпин), ягоди (лохина, обліпиха, горобина, калина), фрукти (мушмула, хурма, цитрусові), овочі (гарбуз, морква) та ін. Внесення добавок може здійснюватися у вигляді пюре, порошоків, екстрактів тощо.

Як джерело каротиноїдів може розглядатися деяка зернова сировина. Відмічається, що відносно високий вміст  $\beta$ -каротину – 0,30...0,50 мг/100 г характерний для насіння люпину. У бобах люпину містяться також у достатній кількості кальцій, калій, йод, мідь, цинк, марганець, залізо. Насіння малоалкалоїдного люпину мають в своєму складі, на суху речовину білка – 27,8...61,2%; жиру – 3,7...21,5%; клітковини – 10,6...18,2%. Білки люпину містять в своєму складі в достатній кількості всі незамінні амінокислоти. За перетравлювальністю білки люпину знаходяться в одному ряду з білками сої, кукурудзи, гороху. Справжня засвоюваність становить 78% (засвоюваність еталонних білків – 82%) [96, 97].

Найбільш широкого застосування в технології борошняної продукції знайшло борошно з люпину. Рекомендовано, під час випікання виробів з тіста замінювати 10...15% пшеничного борошна 1 гатунку на люпинове борошно. Це дозволить підвищити вміст білків на 4...4,5%, жирів – на 1,0...1,5%, клітковини – на 2,9...3,9%, пектину – на 1,0...1,5%. [98]. Введення структурованого люпинового борошна в рецептуру пісочного напівфабрикату [99] та зтяжного печива [100] дозволяє отримати продукти з підвищеним вмістом білка, вітамінів та мінеральних речовин. Покращуються структурно-механічні характеристики виробів – підвищується намоцуність, знижується щільність. Крім того, завдяки високому вмісту ліпідів люпинового борошна знижуються витрати вершкового масла.

Рекомендовано використання люпинового борошна в технології здобних сухарів. Внесення борошна здійснюється у суміші з пшеничним борошном у кількості 15...17%. При цьому забезпечується поліпшення органолептичних показників якості сухарів (колір, смак і запах), підвищення їх біологічної цінності, а також скорочення тривалості процесу бродіння тіста [101].

Розглянуто можливість використання борошна люпину як додаткової сировини у виробництві макаронної продукції. Внесення люпинового борошна здійснюється у кількості 15% [102].

Високим вмістом каротину характеризується люпиново-меланжевий гідролізат, який отримано шляхом гідролізу протеолітичними ферментами суміші люпинового борошна і меланжу курачих яєць (1 : 3). Використання зазначеного гідролізату замість частини меланжу в технології бісквітного напівфабрикату дозволяє на 43% підвищити вміст в ньому каротину, на 19% – вітамінів групи В. У розробленому виробі також значно збільшується вміст білка (на 35%), макро- і мікроелементів, таких як натрій (на 16%), калій (на 108%), кальцій (на 21%), залізо (на 33%), магній (на 41%) і фосфор (на 6%). Крім того, встановлено, що люпиново-меланжевий гідролізат позитивно впливає на властивості яєчно-цукрової маси й бісквітного тіста – щільність яєчно-цукрової маси знижується на 4%, а бісквітного тіста – на 2%. Новий виріб порівняно з контролем має кращі органолептичні показники якості – янтарно-жовтий кольор, приємний смак і аромат [103].

Розглянуто можливість застосування люпиново-меланжевого гідролізату також і в технології хлібобулочних виробів. Рекомендовано його використання сумісно з соєвим ізолятом, гірчичною олією та борошна з насіння гарбуза в технології здобної булочки «Мрія», що дозволяє не лише надати готовій продукції функціонального призначення за рахунок суттєвого покращення біологічної цінності, а й повністю виключити з рецептури маргарин [104]

Перспективним джерелом β-каротину є кукурудзяне борошно. Кукурудзяне борошно відноситься до легкозасвоюваних продуктів, знижує рівень холестерину в крові, нормалізує рівень цукру, сприяє поліпшенню роботи кишечника та має низку інших корисних властивостей.

Розроблено технологію пісочного печива з повною заміною пшеничного борошна на кукурудзяне. Вміст β-каротину у новому виробі підвищується до 0,114 мг/100 г (у контрольному зразку печива β-каротин відсутній). Встановлено, що в печиві з кукурудзяного борошна також збільшується вміст вітамінів А, В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub> – в 11,4; 2,1 і 3,04 рази відповідно; мінеральних елементів: кальцію, магнію, натрію, калію, фосфору і заліза – в 1,9; 1,1; 1,2; 1,3; 2,1 рази відповідно і харчових волокон – в 1,5 рази. Крім того, печиво з кукурудзяного борошна має високі органолептичні характеристики – приємний колір, гармонійний смак та аромат, ніжну, розсипчасту структуру [105, 106].



Запропоновано використання у технології молочних коржиків кукурудзяного борошна в комплексі з порошком глоду. Встановлено, що оптимальне дозування кукурудзяного борошна становить 20% від маси пшеничного борошна, а оптимальне дозування порошку глоду – 6% від маси цукру. Визначено, що вміст  $\beta$ -каротину у новому виробі становить 0,244 мг/100 г, а вміст вітаміну С – 1,53 мг/100 г. Значення цих показників у контролі становлять відповідно 0,003 та 0,13 мг/100 г [107].

Щелаковою Р.П. надано рекомендації щодо використання кукурудзяного борошна в технології пшеничного хліба. Відзначається покращення органолептичних та структурно механічних (пористість, питомий об'єм, формостійкість) характеристик пшеничного хліба у разі внесення в його рецептуру до 10% кукурудзяного борошна [108]. Дробот В.І та Писарець О.П. рекомендують 50% кукурудзяного борошна перед його використанням в технології хліба заварювати, що сприятиме інтенсифікації виробничого процесу [109].

Цінним джерелом каротиноїдів та інших біологічно цінних речовин є кукурудзяна паста з гібриду цукрової кукурудзи. Запропоновано її використання в технології бісквітного напівфабрикату основного. Добавку вводили до яечно-цукрової суміші в кількості 10, 15, 20% від маси пшеничного борошна з одночасним зниженням кількості цукру (5%). Оптимальною концентрацією біологічно активної добавки є 10%. Використання кукурудзяної пасти сприяє підвищенню харчової та біологічної цінності, збільшенню кількості незамінних амінокислот,  $\beta$ -каротину, поліненасичених жирних кислот, мінеральних речовин та вітамінів групи В [110].

Для збагачення борошняних кондитерських виробів рекомендується використовувати продукти переробки дикорослої сировини, зокрема, глоду, лохини, чорноплідної горобини, калини, обліпихи, ожини, лохини та ін.

В. Пашенко, Г. Магомедовим і Т. Єрмоленко обґрунтовано використання цілнормованого борошна плодів глоду в приготуванні бісквіту. Борошно з плодів глоду має певні поверхнево-активні властивості, які сприяють зміцненню пористої структури виробів, а також покращують пластичність тіста. Було відмічено, що у разі заміни пшеничного борошна на борошно з плодів глоду в бісквітах збільшився вміст вітаміну С, вітамінів групи В, макроелементів і  $\beta$ -каротину [111].

Шидловська О. Б., Медвідь І. М., Шадура А. М. рекомендують використовувати продукти переробки глоду (порошки із м'якоті зі

шкіркою, із кісточок та плодів) в технології пісочного печива в кількості 5% до маси борошна. При цьому дослідні зразки мають покращені споживчі властивості, в тому числі фізико-хімічні показники знаходяться у межах, регламентованих нормативними документами [112].

Малежик І., Євчук Я., Костецька К. пропонують використання порошок глоду в технології пшеничного хліба у кількості до 12% до маси борошна. Частина порошку вносили на стадії активації дріжджів, іншу частину – у вигляді суспензії, отриманої змішуванням добавки з водою і витриманою в термостаті. Такий спосіб приготування тіста забезпечує найвищу якість виробів, оскільки внесення порошку на стадії активації дріжджів прискорює розмноження дріжджових клітин за рахунок збагачення поживного середовища біофлавоноїдами, вітамінами, органічними кислотами, амінокислотами, мінеральними речовинами, які беруть участь у біосинтезі складових компонентів дріжджів. Відмічається, що внесення порошку глоду сприяє збільшенню пористості та питомого об'єму хліба, готові вироби відповідають встановленим органолептичним вимогам [113].

Лебеденко Т., Кожевнікова В., Новічкова Т. рекомендують використовувати глід у технології хліба у вигляді екстракту в кількості 60% до маси борошна. Внесення екстракту глоду дає можливість інтенсифікувати дозрівання напівфабрикатів як у традиційних, так і прискорених технологіях, створити більш повноцінне поживне середовище для активації дріжджів, отримати хлібобулочні вироби високої якості, більш стійкі до мікробіологічного псування та подовжити термін їх зберігання [114].

Полякова А.В. та Шубін О.О. пропонують використання порошоків плодів глоду, обліпихи та калини в технології листкового тіста. Нові вироби збагачуються поліфенолами у кількості 10,56...44,98 мг/100г, каротиноїдами – 0,065...0,069 мг/100г, також збільшується кількість вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, токоферолу та харчових волокон. Відмічено, що застосування досліджуваних добавок приводить до гальмування окисних процесів в жировому компоненті листкових виробів та уповільнює черствіння готової продукції [115].

У Національному університеті харчових технологій розглянуто можливість використання під час виготовлення бісквітного напівфабрикату порошоків з калини, обліпихи та горобини. Додавання зазначених плодів порошоків дозволяє збагатити хімічний склад бісквітних виробів вітамінами (С, групи В, РР, А, Е), β-каротином, мінеральними речовинами (К, Na, Ca, Mg, P, Fe), незамінними

амінокислотами, харчовими волокнами та поліфенольними сполуками. Внесення добавок здійснювали в кількості 3, 6, 9% до маси борошна. Органолептична оцінка показала, що збільшення дозування порошоків до 9% викликає появу неприємного кислуватого присмаку у готовій продукції. Рекомендоване дозування порошоків у технології бісквітних виробів становить 6% до маси борошна [116].

Відмічено [117], що використання порошку з вичавків ягід калини в технології пшеничного хліба в кількості 2, 4 та 6% від маси борошна сприяє отриманню виробів з більшим об'ємом і кращою пористістю, запах та смак хліба не погіршується, відчувається приємний присмак ягід калини. Використання порошку з вичавків ягід калини сприяє скороченню тривалості визрівання тіста на 25%; зумовлює уповільнення окисних процесів, що відбуваються під час випікання та зберігання виробів – термін зберігання хліба збільшується у 1,7 разів.

Коренець Ю., Горяйнова Ю., Никифоров Р. та ін. запропонували використання чорноплідної горобини у технології виробів із пісочного тіста. Добавку рекомендовано використовувати у вигляді порошку та водних і спиртових витягів. Вивчено вплив добавок на якість клейковини пшеничного борошна. Встановлено, що внесення чорноплідної горобини у вигляді порошку та водного витягу послаблює клейковину борошна, що є позитивним чинником для формування пісочного тіста. Здатність клейковини до розтягування зростає, тісто стає більш пластичним. Рекомендоване дозування добавок з чорноплідної горобини в технології виробів з пісочного тіста становить 5% від маси борошна [118].

Порошки з чорноплідної горобини та ягід калини також знайшли використання в технології кексів. Батуриною Н. та Власовою М. рекомендовано під час виготовлення виробів з кексового тіста використовувати порошок калини звичайної в кількості 5%, а порошок чорноплідної горобини в кількості 5% і 10% замість цукру [119].

Голіковою Т.П. надано рекомендації щодо використання порошку горобини в технологіях макаронних виробів. Завдяки внесенню 6% горобинового порошку у разі споживання 100 г макаронних виробів добова потреба в  $\beta$ -каротині задовольняється на 11% і в вітаміні С – на 5%, що дозволяє віднести такі вироби до функціональних продуктів харчування [120].

Додавання 3% порошку горобини під час виготовлення батону з пшеничного борошна підвищить вміст в ньому  $\beta$ -каротину до 0,23 мг на 100 г, що за умов споживання добової норми таких хлібобулочних

виробів дозволить забезпечити 21,3% добової потреби людини в  $\beta$ -каротині. Внесення даного інгредієнту сприятливо відбилося на всіх органолептичних показниках, особливо на кольорі, смаку і пористості. Вироби вийшли більш високі, округлої форми, з яскраво забарвленою скоринкою, розвиненою тонкостінною, однорідною пористістю. М'якуш таких виробів більш ніжний, еластичний, після зняття деформації легко приймає початкову форму [121].

Щербаковою Є.І. і Тошевим А.Д. запатентовано спосіб виробництва пісочного напівфабрикату з додаванням обліпихового порошку. Порошок отримується зі змичу ягід обліпихи шляхом висушування в мікрохвильовій печі до вологості 13,5...14,5% за частоти НВЧ-випромінювання 2400...2500 МГц впродовж 12...15 хв. Обліпиховий порошок вноситься в суміші з сухим знежиреним молоком в кількості 3% від маси пшеничного борошна. Використання молочно-обліпихової суміші дозволяє підвищити біологічну цінність пісочного напівфабрикату за рахунок збільшення вмісту білків, ліпідів, каротиноїдів і токоферолів [122].

Ученими Красноярського державного аграрного університету запропоновано використання порошку з лохини в технології кексів у кількості 3,5% до маси борошна. Внесення порошку лохини здійснюється на стадії замісу тіста. У 100 г лохини міститься 0,04 мг  $\beta$ -каротину, 13 мг вітаміну С, 1 мг вітаміну Е. Внесення добавки дозволяє збільшити вміст у кексах  $\beta$ -каротину, вітамінів С та Е і харчових волокон. Також покращуються органолептичні та фізико-хімічні характеристики продукції [123].

Високим вмістом  $\beta$ -каротину характеризується порошок ягід ожини (2,59 мг/100 г). Шидловською О.Б., Іщенко Т.І., Медвідь І.М. та Андросюк А.М. запропоновано використання порошоків із продуктів переробки ожини під час виготовлення пісочного напівфабрикату в кількості 3, 5, 7 та 9% до маси борошна. Порошки плодів ожини вносили на стадії приготування емульсії. Відмічено, що найбільш раціональним є внесення продуктів переробки ожини в кількості 5% до маси борошна. При цьому дослідні зразки мають покращені споживчі властивості, в тому числі фізико-хімічні та структурно-механічні показники [124].

Значну кількість  $\beta$ -каротину містять фрукти та продукти їх переробки – пюре, соки, порошки.

Запропоновано використання в технології бісквітного напівфабрикату порошоків з плодів, м'якоті з шкірочкою та кісточок мушмули, які вводили в меланж за 10 хв до початку збивання з

заміною рівних частин цукру та борошна. Використання порошків сприяє отриманню бісквітів правильної форми з рівномірною тонкостінною пористістю, від світло-жовтого до світло-коричневого кольору, з легким присмаком та запахом добавок. Отримані бісквіти мали підвищений вміст вітаміну С,  $\beta$ -каротину, Р-активних сполук, ПНЖК, харчових волокон та мінеральних речовин [125].

Ученими Кубанського державного технологічного університету розроблено технологію виробництва житньо-пшеничного хліба з фруктовими добавками. Вносили фруктовий порошок – сухе абрикосове або аличеве пюре (1:1), білковий шрот з ядер кісточок абрикосів та аличі [126]. Махилько В.М. рекомендовано використання у технології здобних хлібобулочних виробів плодово-ягідних сиропів (вишні, полуниці, малини, смородини чорної та шипшини) у кількості 10..16%, що дало змогу повністю замінити рецептурну кількість цукру. Відзначається, що внесення сиропів покращує реологічні властивості тіста, підвищує гідратаційну здатність та інтенсифікує процеси бродіння [127].

Перспективним джерелом  $\beta$ -каротину є порошок хурми – 1,9 мг/100 г. Також до його складу входить йод – 0,54 мг/100 г, пектин – 5,0 г/100 г, фруктоза – 28,95 г/100 г і глюкоза – 20,00 г/100 г. Використання порошку хурми у кількості 10% від маси борошна в технології пісочного печива дозволить більше ніж в 10 разів підвищити в ньому вміст  $\beta$ -каротину (з 0,1 до 1,12 мг/100 г). При цьому знижується енергетична цінність виробу, має місце його збагачення йодом (в 10 разів більше ніж у контрольному зразку) та залізом (вище від контролю на 78%) [128]. Також розроблено пропозиції щодо використання порошку хурми в технології кексів у кількості 8% від маси борошна. Кекси з таким вмістом добавки не лише суттєво збагачуються каротиноїдами, а й за вмістом харчових волокон відносяться до функціональних харчових продуктів [129].

Незвичним джерелом каротиноїдів є продукти бджільництва, зокрема квітковий пилок. Лоцмановим А.С. рекомендовано його використання під час виготовлення бісквітного напівфабрикату у кількості 6% від маси борошна за умов внесення у складі борошняної суміші. Відмічено, що у бісквітах з таким вмістом квіткового пилку кількість  $\beta$ -каротину збільшується на 180%. Разом з тим виріб збагачується білком (на 12%), вітамінами ( $B_1$  – на 77%,  $B_2$  – на 37%, РР – на 96%) та деякими мінеральними речовинами (залізом – на 24%, кальцієм – на 67%, калієм – на 42%) [130].

Найбільшим вмістом каротиноїдів характеризуються морква та гарбуз. Вони застосовуються для збагачення борошняної продукції у різному вигляді – пюре, пасти, соки та порошки.

Ученими рекомендовано використовувати пюре з моркви або гарбуза під час виготовлення вівсяного печива. Пюре з моркви вноситься сумісно з олією обліпихи (вміст пюре – 90 г на 1 кг готового печива, дозування обліпихової олії – 1,3 г на 1 кг печива) [131]. Пюре гарбуза вносили в кількості до 40% до маси борошна. Внесення добавки надало вівсяному печиву більш виражений смак та аромат, золотавий колір, стабілізувало форму та поверхню, мало позитивний вплив на подовження свіжості виробів [132].

Антонюк І. та Медведєва А. рекомендують використовувати пюре з моркви в технології кексів у кількості 20% від маси цукру зі зменшенням його рецептурного вмісту. Для досягнення найкращого ефекту з позицій збагачення продукції корисними речовинами додатково в рецептурі 20% пшеничного борошна замінювали на кукурудзяне. У разі використання морквяного пюре та кукурудзяного борошна в технології кексів їх поживна цінність значно покращилася. Зокрема, вміст калію у контрольному зразку 53,26 мг становить (на 100 г), а у дослідному – 136,08 мг; кальцію відповідно – 18,57 та 34,56 мг; вітаміну А – 0,184 та 1,89 мг;  $\beta$ -каротину – 0,077 та 4,58 мг [133].

Пюре моркви також пропонується застосовувати під час виготовлення бісквітних виробів у кількості 5...30 % від загальної маси меланжу в тісті, за умов його внесення на стадії збивання яєчно-цукрової суміші. Відмічається, що крім  $\beta$ -каротину готові вироби суттєво збагачуються пектиновими речовинами [134].

Використання морквяного пюре та олії з насіння гарбуза в технології кексу його харчова цінність значно покращилася, збільшився вміст мінеральних речовин (натрію на 30,2 %, калію на 111,5 %, магнію на 233,63 %); вітамінів (вітаміну А більше ніж в 10 разів, Р-каротину – в 68 разів, вітаміну РР – на 66,6 %). Дослідний виріб також збагатився селеном, цинком, поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами Е, С. Додавання морквяного пюре до кексу дає ефект зменшення кількості вуглеводів, що зменшує калорійність виробу [135].

Дорохович В.В. пропонує використовувати для збагачення бісквітних виробів сік моркви. Кількість морквяного соку відповідала відновленню яєчного жовтку до сухих речовин меланжу. Встановлено, що тривалість збивання яєчно-цукрової суміші в цьому

випадку скорочується на 8%. Крім того, використання морквяного соку має позитивний вплив на стійкість піни та на органолептичні і структурні характеристики бісквітів. Загальна кількість вітаміну А в 100 г бісквіту (вітамін А в яєчному жовтку та  $\beta$ -каротин морквяного соку в перерахунку на вітамін А) буде дорівнювати 0,42 мг (враховуючи 40% втрат при тепловому обробленні), що задовольняє 42% його добової потреби для дорослого населення. Внаслідок цього можна зробити висновок, що бісквіт на основі використання морквяного соку та яєчного жовтка заслуговує статус «функціональний харчовий продукт» [21].

Ученими кафедри технологій переробки плодів, овочів і молока Харківського державного університету харчування та торгівлі розроблено технологію отримання натуральних рослинних каротиноїдних нанодобавок із обліпихи, гарбузу, моркви та цитрусових фруктів (лимонів з цедрою). Каротиноїдні дрібнодисперсні нанодобавки відрізняються рекордною кількістю  $\beta$ -каротину, що знаходиться у вільному стані [136, 137].

Запропоновано використання зазначених каротиноїдних добавок в технології булочок для сендвічів. Розроблено три рецептури каротиноїдних булочок – з добавкою із моркви, з добавкою із гарбуза, з добавкою із обліпихи. Показано, що каротиноїдні булочки для сендвічів відрізняються високим вмістом  $\beta$ -каротину, вітаміну С, фенольних сполук та інших БАР. Зокрема, 100 г булочки з добавкою із моркви або з добавкою із обліпихи містить відповідно 5,0 та 5,5 мг  $\beta$ -каротину, що задовольняє добову потребу людини в цій речовині. У булочки з добавкою із гарбуза вміст  $\beta$ -каротину становить 4,5 мг/100 г, що покриває майже 90 % добової потреби [138].

#### **1.4. Наукові та практичні аспекти отримання рослинних добавок за кріогенною технологією**

У разі отримання добавок з рослинної сировини ступінь збереженості вихідних компонентів значною мірою залежить від способу її переробки. Тому важливим є вибір такого способу одержання рослинних добавок, який забезпечив би максимальну збереженість біологічно-активних речовин, насамперед, каротиноїдів. Аналіз різних рослинних джерел каротиноїдів показав, що найперспективнішою сировиною для отримання каротинвмісних добавок в Україні є морква і гарбуз. Їх переробляють у соки,

порошки, пасти, які використовують для збагачення харчових продуктів біологічно активними речовинами. Найпростішим способом переробки гарбуза та моркви є їх теплова обробка з наступним подрібненням. Отримані таким чином пюре використовують під час виробництва борошняних виробів, в тому числі й макаронних [139, 140, 141].

Сьогодні в Україні і, особливо, за кордоном, великої популярності набувають плодови та овочеві пасти і їх суміші завдяки високій харчовій цінності, технологічності виробництва [142]. Їх отримують шляхом згущення пюре до більш високого вмісту сухих речовин.

Існують дані, які свідчать про наявність залежності між вмістом в пюре розчинної фракції пектинових речовин, тривалістю варіння овочів і температурним режимом їх подрібнення. Пюре з коренеплодів, подрібнених за  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ , містить більше розчиненої фракції пектинових речовин, ніж пюре з коренеплодів, подрібнених за  $(80 \pm 2)^\circ\text{C}$ . Підвищений вміст розчинної фракції пектинових речовин в пюре, отриманим холодним подрібненням коренеплодів, пояснюється підвищенням руйнуванням клітин тканини і переходом з них розчинного пектину в навколишнє середовище [143].

Ще однією формою переробки овочів є концентровані соки. Так, існує спосіб отримання концентрованого морквяного соку з високим вмістом  $\beta$ -каротину (до 11 мг/100г), який містить також велику кількість пектинових речовин (до 4 г/100г) і цукрів (52...55 г/100г). Для цього натуральний морквяний сік після додаткової обробки ферментними препаратами концентрують до вмісту сухих речовин 70%. Отриманий сік має яскраво виражений помаранчевий колір. Морквяні вичавки, які залишаються після віджимання соку, висушують шляхом НВЧ-сушіння, і отримують морквяний порошок. Він відрізняється високим вмістом  $\beta$ -каротину – 130...140 мг/100г і клітковини – 11 г/100г [144, 145].

Доведено, що для отримання порошків доцільно використовувати не цілі овочі, а їх вичавки або інші побічні продукти сокового виробництва [146]. Це дозволяє комплексно використовувати цінну сировину. Наприклад, розроблено технологію отримання гарбузового порошку з витерок – шкірки і грубих частинок м'якоті з масовою часткою сухих речовин в сировині 30%. Їх висушують в інфрачервоній сушарці (до залишкової вологості 10%), де під дією інфрачервоного випромінювання відбувається мікробіологічна стабілізація і максимальне збереження вітамінної цінності висушеної сировини. Потім проводять



подальше подрібнення до порошкоподібного стану з розміром частинок порошку не більше 200 мкм і подальше фасування до споживчої тари [147].

Традиційно під подрібненням розуміють процес механічного поділу оброблюваного продукту на частини з метою кращого його технологічного використання. За класичною технологією в харчовій промисловості залежно від сировини, що використовується, і крупності готового продукту подрібнення здійснюють зтиранням, роздавлюванням, ударом або різанням з використанням обладнання різних конструкцій (валкові, дискові, шарові млини; молоткові, ножові дробарки; гомогенізатори; гідродинамічні перетворювачі; різальні машини тощо). Недоліками традиційних способів подрібнення є неоднорідність кінцевого продукту за ступенем дисперсності, нагрівання сировини внаслідок виділення теплоти під час механічного впливу. Температура в зоні контакту продукту з подрібнюючим робочим органом машини може перевищувати 100°C, а локальні температури можуть досягати 300°C. Вплив високих температур і кисню повітря призводить до інтенсивного руйнування біологічно активних речовин (особливо термолабільних вітамінів антиоксидантного ряду), до агрегації і карамелізації сировини, погіршення якості готового продукту. Особливо виразно ці процеси спостерігаються під час тонкого та надтонкого подрібнення вуглеводмісної рослинної сировини [148, 149].

Розглянуті технології не дозволяють максимально зберегти біологічно активні компоненти та звести до мінімуму їх втрати. Порівняння вмісту каротиноїдів у свіжій моркві та гарбузі, а також у отриманих з них різних добавок наведено у табл. 1.2.

З таблиці видно, що порівняно з вихідною сировиною використання заморожування призводить до збільшення масової частки каротиноїдів у 2...2,2 рази, а застосування методу кріоподрібнення – у 3,2...3,6 разів.

Збільшення вмісту біологічно активних речовин пов'язано з переходом їх у водорозчинну форму, тому іноваційні технології переробки рослинної сировини, що дозволяють збільшити біологічну цінність і доступність речовин, які містяться в рослині, та підвищити їх фізіологічний вплив на організм людини, є найбільш цікавими [152].

**Таблиця 1.2 – Вміст каротиноїдів у свіжій моркві та гарбузі, а також у отриманих з них добавок [150, 151]**

<b>Продукт</b>	<b>Кількість каротиноїдів, мг в 100 г</b>
Морква свіжа	6,5
Морква заморожена (дольками)	14,6
Кріопаста з моркви	20,8
Гарбуз свіжий	8,0
Гарбуз заморожений	16,4
Кріопаста з гарбуза	28,8

У світовій практиці, особливо під час виробництва лікарських препаратів та дієтичних добавок, все більше застосування знаходить подрібнення рослинної сировини за низьких температур (криогенне подрібнення). Воно на відміну від традиційного, дозволяє зберегти максимальну кількість біологічно активних і ароматичних речовин, практично виключити їх руйнування, попередити процеси окиснення, агрегації і карамелізації сировини. Це дає можливість максимально зберегти корисні речовини вихідної сировини, а також її натуральний смак і аромат [153-157].

Сьогодні перевага надається заморожуванню з використанням газоподібного та рідкого азоту [154-163]. У Національному університеті харчових технологій розроблено криогенну технологію переробки рослинної сировини в біологічно активні добавки до їжі з підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних елементів та інших цінних речовин, важливих для функціонування людського організму [164, 165]. Переробка рослинної сировини здійснюється в два етапи: спочатку заморожування рідким азотом, а потім – сублімація води до кінцевої вологості 8...12%. Висушені продукти, отримані за такою технологією, відзначаються високою якістю, позитивним впливом на організм людини, можливістю уникнути накопичення радіонуклідів та інших токсичних речовин і їх видалення з організму.

Вченими науково-дослідної лабораторії «Інноваційні кріо- та нанотехнології рослинних добавок та оздоровчих продуктів» Харківського державного університету харчування та торгівлі Р. Ю. Павлюк та В. В. Погарською виявлено, що під час «шокового» заморожування з використанням високих та надвисоких швидкостей до температури -35...-40°C із застосуванням рідкого та газоподібного азоту відбувається повна інактивація окислювальних ферментів. Під час

розморожування продуктів ферменти не відновлюються. З урахуванням цього розроблено технологію гомогенізованих наноструктурованих кріопаст із плодів та овочів з використанням рідкого та газоподібного азоту, яка забезпечує збереження всіх біологічно активних речовин і дозволяє отримати пасти з принципово новими споживчими властивостями, в яких значна кількість всіх біологічно активних речовин переходить із зв'язаного стану у вільний. За рахунок цього вміст у пастах біологічно-активних речовин в 2...4 рази вищий, ніж у вихідній сировині, а 40...60% біополімерів руйнується до низькомолекулярних складових (амінокислот, моноцукрів, галактуранової кислоти та ін.). Розмір часток у кріопастах коливається від 1 до 100 нм [36, 166].

За даними [167-169], використання «шокового» заморожування до температури  $-35^{\circ}\text{C}$  призводить до збільшення у кріопастах масової частки каротиноїдів у 2...2,5 рази, а аскорбінової кислоти – у 2,2 рази порівняно з вихідною сировиною. Збільшення вмісту біологічно-активних речовин автори пов'язують з переходом їх у водорозчинну форму.

У працях Берестової А.А. та Юр'євої О.О. доведено високу ефективність кріогенного «шокового» заморожування та низькотемпературного подрібнення, що супроводжується кріомеханодеструкцією рослинних клітин під час переробки плодів та овочів [170, 171].

За результатами проведеного огляду літератури як збагачувальні добавки макаронного виробництва обрано пюре заморожені дрібнодисперсні з підвищеним вмістом каротиноїдів з моркви та гарбуза, отримані найбільш прогресивним способом – кріомеханодеструкцією, що дозволяє не лише максимально зберегти біологічно активні речовини вихідної сировини, а й збільшити їх кількість за рахунок переведу у вільний стан.

## Висновки за розділом 1

1. Збагачення макаронних та борошняних кондитерських виробів є доцільним, зважаючи на те, що вони користуються незмінним попитом практично в усіх груп населення і мають доступну ціну.

2. Завдяки антиоксидантній, радіозахисній, антисклеротичній, антиканцерогенній активності серед збагачувальних добавок макаронного та кондитерського виробництва особливе місце посідають каротиноїди. Вони одночасно підвищують якість, біологічну цінність продукції та надають їй приємного забарвлення.

3. Для збагачення макаронних та борошняних кондитерських виробів каротиноїдами широко використовується різноманітна рослинна сировина – овочі, плоди, дикоросла сировина тощо. Внесення добавок може здійснюватися у будь-якому вигляді – пюре, соки порошки, вичавки, екстракти тощо.

4. Швидке руйнування каротиноїдів в процесі зберігання продукції змушує стабілізувати їх. Перспективними стабілізаторами є водно-спиртові екстракти з календули та кори дуба.

4. Найбільш перспективним способом переробки рослинної сировини, в тому числі каротинвмісної, є криогенне подрібнення, яке дозволяє збільшити кількість біологічно-активних речовин за рахунок переходу їх із зв'язаного стану у вільний.

## РОЗДІЛ 2.

### Вплив кріопаст з моркви та гарбуза на якість тіста з пшеничного борошна

#### 2.1. Роль компонентів сировини у формуванні структури тістових систем

Основною сировиною для виготовлення прісного тіста типу макаронного є борошно і вода. У формуванні структури тіста беруть участь білки, крохмаль, ліпіди, що містяться у борошні. Вміст білкових речовин в пшеничному борошні складає близько 10% [172, 173]. Вони представлені протеїнами та протеїдами (нуклеопротеїдами, ліпопротеїдами, глікопротеїдами). Відомо, що протеїни пшеничного борошна поділяються на чотири групи: альбуміни, глобуліни, гліадини і глютеніни [172, 174]. У формуванні структури макаронного тіста основна роль належить водонерозчинним білкам – гліадину і глютеніну, які під час замісу тіста утворюють клейковинний каркас. При цьому відбувається процес агрегації їх молекул і включення в цей комплекс розчинних білків, нуклеопротеїдів, ліпідів і вуглеводів [175, 176]. Однак унаслідок того, що макаронне тісто має вологість 28,0...32,5%, повного формування клейковинного каркасу не відбувається [177], і водопоглинальна здатність клейковини використовується приблизно наполовину [178, 179]. Слід зазначити, що клейковина борошна м'яких сортів пшениці набухає швидко, але поглинає менше води, а клейковина борошна з твердих сортів пшениці, навпаки, набухає поволі, але поглинає більше води [179]. Під час виробництва макаронних виробів вона виконує дві функції: по-перше, формує тісто, по-друге – дозволяє зберегти форму виробів не тільки після пресування, а й після варіння [173, 180].

Властивості гліадину та глютеніну обумовлюють пружні, в'язкі, когезійні та пластичні властивості клейковини пшеничного борошна. Гідратований глютенін є гумоподібною масою, він надає пшеничному тісту характерної пружності і еластичності. Гліадин – рідкий, сиропоподібний, сильнорозтяжний, в'язкотекучий, липкий та непружний блок, який визначає текучість і зв'язаність тіста [175, 178, 181, 182]. Для отримання макаронних виробів високої якості найціннішою білковою фракцією є гліадин [173, 178, 183]. Однак глютенін надає сирим макаронним виробам необхідну пружність і еластичність, а також з ним взаємодіють присутні у борошні ліпіди, які

утворюють міцно зв'язані ліпідно-білкові комплекси, що оберігають каротиноїдні пігменти від окиснення [178, 184, 185].

Для забезпечення міцнісних та пластичних характеристик сирих виробів, а також готових макаронних виробів високої якості до використання рекомендується борошно з кількістю сирої клейковини на рівні 27...29% [173, 177, 178]. Зменшення вмісту сирої клейковини нижче цих значень збільшує ступінь злипаємості виробів, втрати сухих речовин. Якщо збільшити кількість сирої клейковини до 40% і вище, потрібний більш довгий час для доведення макаронних виробів, до готовності, до того ж вони набувають гумоподібної консистенції.

Іншим компонентом, який формує структуру макаронного тіста, є крохмаль пшеничного борошна. Він визначає технологічні властивості тіста на всіх етапах його приготування [186, 187]. За умов низької вологості (28,0...32,5%) та температури 50...65°C макаронного тіста зерна крохмалю характеризуються невисокою здатністю до набухання [179, 188, 189].

Крохмальні зерна утримують вологу в основному своєю поверхнею (адсорбційно), осмотичне їх набухання починається за температури 55°C і вище [183, 189-191]. В ході досліджень [177-179, 188, 190] встановлені закономірності між станом крохмалю та втратами сухих речовин: чим раніше настає клейстеризація, тим сильніше руйнуються грати клейковини, і більша кількість крохмалю виходить на поверхню [189, 191, 192], а також ступенем злипаємості їх після варіння, який, ймовірно, викликаний переходом амілози у варильне середовище [193, 194].

Крім білків та крохмалю у пшеничному борошні міститься до 2% ліпідів. Вони, взаємодіючи з білками клейковини в процесі приготування тіста, змінюють показники якості сирої клейковини, формують її структуру, стабілізують білкову решітку і певною мірою формують її пластичні та еластичні властивості [143, 175, 184, 185, 195]. Продукти окиснення ліпідів, тобто перекиси і гідроперекиси є реакційноздатними та також впливають на фізичні властивості тіста, зміцнюючи клейковину [185]. Крім цього, ліпіди утворюють комплексні сполуки з амілозою крохмалю, перешкоджаючи її переходу у варильне середовище.

Відомо, що і вільні жирні кислоти можуть утворювати ліпопротеїнові з'єднання з білковими речовинами в результаті адсорбційної взаємодії під час застосування інтенсивної волого-теплової обробки або за рахунок реакційної групи COOH [143, 184, 185].

Якщо використовуються збагачувальні добавки, їх компоненти також впливають на структурно-механічні властивості тіста та готових виробів. Так, органічні кислоти, що входять до складу овочевих добавок, можуть надавати вплив на властивості макаронного тіста з різних боків. З одного боку, за рахунок взаємодії кислот з білками, утворюються нові –S–S– зв'язки [196, 197], що призводить до укріплення клековинної решітки, з іншого – вони впливають на автолітичну активність крохмалю, що пояснюється наявністю в структурі молекул  $\alpha$ -, та  $\beta$ -амілази активних сульфгідрильних груп, які під впливом органічних кислот знижують кількість реактивних сульфгідрильних груп, зокрема глютатіона, що знижує активність амілаз [198].

Суттєвий вплив на показники якості макаронного тіста здійснюють пектинові речовини. Так, здатність їх карбоксильних груп утримувати воду призводить до збільшення водопоглинальної здатності, а поліпшення структурно-механічних властивостей тіста обумовлено зміцненням його клейковинного каркасу за рахунок взаємодії вільних карбоксильних груп з функціональними групами білків пшеничного борошна, а також здатності метоксильованих карбоксильних груп у водному середовищі зближуватися з утворенням полімерних ланцюгів молекул пектину [199-203]. До того ж пектинові речовини можуть впливати на властивості крохмалю у напрямку підвищення температури початку клейстеризації та зниження міцності крохмального клейстеру [204].

## **2.2. Дослідження закономірностей впливу кріопаст з моркви та гарбуза на властивості клейковини і крохмалю пшеничного борошна**

У разі замішування борошна з водою його компоненти утворюють гідратовану зв'язану масу – тісто. Першорядна роль в утворенні пшеничного тіста відводиться нерозчинним білкам – гліадину та глютеніну. Висока гідратаційна здатність цих білків зумовлена наявністю гідрофільних груп, розташованих на поверхні білкової глобули. Білкові молекули утримують подвійну-потрійну кількість води у відношенні до своєї маси, внаслідок цього вони значно збільшуються в об'ємі та в результаті механічної дії під час замішування виходять за межі міжкрохмальної щільності у вигляді плівок і джгутиків, злипаються між собою утворюючи губчасто-сітчасту структуру – клейковинний каркас. Міцність цього каркасу

зумовлюється силою клейковини [205]. Тобто, клейковина є головним структуроутворюючим компонентом борошняного тіста.

Відзначається (табл. 2.1), що внесення кріопаст з моркви та гарбуза приводить до укріплення клейковини, що підтверджується зниженням її розтяжності та показника ІДК. Так, за умов використання кріопасти з моркви розтяжність клейковини борошна зменшується з 13,1 см у контрольного зразка до 11,9 см у зразка з додаванням 15,0% кріопасти.

**Таблиця 2.1 – Вплив кріопаст на властивості клейковини пшеничного борошна**

(n=5, P<0,05, σ=3...5,0%)

Кількість кріопасти, % до маси борошна	Вміст сирій клейковини	Розтяжність, см	Н <sub>деф</sub> , од.пр. ВДК-1	Гідратаційна здатність, %	Колір
Кріопаста з моркви					
0 (контроль)	23,5	13,1	80	195,4	Сірий
5,0	24,0	12,7	79	193,8	Жовтий
10,0	24,5	12,3	77	191,1	
15,0	24,8	11,9	75	186,9	Помаранчевий
Кріопаста з гарбуза					
0 (контроль)	23,5	13,1	80	195,4	Сірий
5,0	24,0	12,5	78	191,8	Жовтий
10,0	24,1	11,7	76	187,0	
15,0	24,6	11,2	73	186,0	Помаранчевий

Додавання кріопасти з гарбуза приводить до зменшення розтяжності клейковини з 13,1 до 11,2 см (на 4,6...14,5%) порівняно з контрольним зразком. Про укріплення клейковини свідчать і дані, отримані на приладі ВДК-1. У разі збільшення концентрації кріопасти з моркви від 5,0 до 15,0% індекс деформації клейковини зменшується на 1,3...6,3% порівняно з контрольним зразком. За умов додавання кріопасти з гарбуза показник ІДК клейковини зменшується з 76 од. приладу (контрольний зразок) до 70 од. (зразок з додаванням 15,0% кріопасти).

Зниження розтяжності та укріплення клейковини можна пояснити взаємодією між білками пшеничного борошна та компонентами кріопаст



– дубильними речовинами, некрохмальними полісахаридами (пектином, геміцелюлозами, целюлозою), в результаті чого утворюються білково-полісахаридні та інші комплексні сполуки [206]. Цукри та ліпіди, що містяться у кріопастах, можуть взаємодіяти з білками з утворенням глюкопротеїдів та ліпопротеїдів відповідно. Вуглеводні зв'язки-містки, що виникають при цьому, сприяють зміцненню структури клейковинних білків [143, 184, 185, 195, 196, 207, 208]. До того ж, в середині клейковинної матриці можливе утворення нових міцних -S-S- зв'язків за рахунок дії органічних кислот (фосфорної, сірчаної, борної, яблучної, фітинової), які наявні у кріопастах [143, 196, 169]. Укріплення клейковини може бути пов'язано також з окислювальною дією аскорбінової кислоти, що міститься в добавках [209].

Зміцнення клейковини супроводжується зменшенням показнику її гідратаційної здатності з 195,4% (контроль) до 186,0% (за умови додавання 15,0% кріопаст). Це може бути викликано, з одного боку, додаванням харчових волокон у складі кріопаст, які мають високу гідрофільність, а з іншого – органічних кислот та цукрів, які сприяють зниженню гідратаційної властивості клейковини. Аналогічні дані отримані у дослідженнях [143, 196, 210, 169].

Вміст клейковини за умови додавання 5,0...15,0% кріопаст з моркви та гарбуза зростає на 2,1...5,5% порівняно з контролем. Збільшення кількості клейковини можливе за рахунок утворення білково-полісахаридних комплексів [211, 75, 76].

Майже однакова дія кріопаст з моркви та гарбуза на властивості клейковини пояснюється подібним хімічним складом цих добавок.

Іншим важливим компонентом пшеничного борошна, що впливає на формування структури тіста, є крохмаль, властивості якого оцінюють за допомогою амілографа Брабендера. Відзначається (табл. 2.2), що час від початку клейстеризації крохмалю до досягнення максимальної в'язкості з введенням добавок практично не змінюється. Максимальна в'язкість крохмального клейстеру за умови додавання кріопаст з моркви та гарбуза незначно знижується, причому сильніше – у разі додавання кріопасту з гарбуза.

Так, у присутності 5,0% кріопаст гарбуза максимальна в'язкість клейстеру зменшується на 7,3% порівняно з контролем, 10,0% – на 8,6%, 15,0% – на 13,9%. За умов додавання 5,0% кріопасту з моркви максимальна в'язкість клейстеру зменшується на 2,0% порівняно з контролем, 10,0% – на 2,6%, 15,0% – на 3,3%.

Таблиця 2.2 – Результати розшифрування амілограм тіста з добавками

(n=5, P≤0,05, σ=3...5,0%)

Зразок	Час до початку клейстеризації крохмалю, 1×60 <sup>-1</sup> с	Час від початку клейстеризації до досягнення максимальної в'язкості, 1×60 <sup>-1</sup> с	Максимальна в'язкість, од. а.	Температура суспензії за максимальної в'язкості, °С
Контроль (без добавок)	22,0	21,0	755,0	89,5
З додаванням кріопасті з моркви, % до маси борошна				
5,0	22,0	22,0	740,0	91,0
10,0	22,0	21,0	735,0	90,3
15,0	22,0	20,0	730,0	88,0
З додаванням кріопасті з гарбуза, % до маси борошна				
5,0	22,0	21,0	700,0	86,5
10,0	21,5	20,0	650,0	88,0
15,0	21,0	20,0	660,0	88,0

Температура суспензії за максимальної в'язкості незначно збільшується (на 1,0...2,5°С) порівняно з контрольним зразком. Ймовірно, це пов'язано зі складом овочевих кріопаст, гідрофільні компоненти (амінокислоти, органічні кислоти) яких, адсорбуючись на поверхні крохмальних зерен, перешкоджають процесу клейстеризації крохмалю. Цукри, які наявні у складі кріопаст, також сприяють зменшенню швидкості клейстеризації крохмалю. Крім цього, полісахариди, які наявні в складі використовуваних добавок, діючи аналогічно поверхнево-активним речовинам, перешкоджають виділенню води з набряклих зерен крохмалю і утворенню водневих зв'язків шляхом обволікання молекул крохмалю, та гальмують процес клейстеризації [143].

Властивості крохмалю оцінюються також на приладі для визначення «числа падіння» за Харбергом-Пертеном. Цей показник дає можливість оцінити стан вуглеводно-амілазного комплексу борошна і активність α-амілази.

Зі збільшенням дозування кріопасті як з гарбуза, так і з моркви (табл. 2.3), спостерігається зниження показника «число падіння» водно-борошняної суспензії.

**Таблиця 2.3 – Показник «число падіння» водно-борошняної суспензії з добавками**

(n=5, P≤0,05, σ=3...5,0%)

Зразок	Дозування кріопаст, %		
	5,0	10,0	15,0
Контроль	364,0		
З кріопастою з гарбуза	335,0	322,0	308,0
З кріопастою з моркви	357,0	351,0	345,0

Це свідчить про збільшення швидкості розрідження борошняної суспензії і зменшення її в'язкості. Ймовірно, це пов'язано з частковим гідролізом крохмалю внаслідок дії на нього органічних кислот, які наявні у кріопастах.

Як відомо, властивості основних компонентів пшеничного борошна – клейковинних білків та крохмалю – впливають на структурно-механічні показники тіста. Введення добавок може змінити процес тістоутворення та вплинути на формування структури тіста [212].

### **2.3. Дослідження структурно-механічних показників тіста з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза**

Дослідження проводили на модельних зразках прісного тіста вологістю 40%.

Результати розшифрування фаринограм зразків тіста з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза в кількості від 5,0 до 15,0 % наведено в табл. 2.4.

Як видно з наведених даних, додавання кріопаст з моркви та гарбуза в борошняне тісто збільшує час його утворення на (0,5...1,5)×60 с (на 12,5...37,5%) порівняно з контрольним зразком. Стабільність тіста при цьому практично не змінюється.

Водопоглинальна здатність (ВПЗ) тіста з введенням обох кріопаст зменшується на 2,8...8,9%, що, скоріше за все, пов'язано зі зниженням гідратаційної здатності клейковини під дією органічних кислот добавок з одного боку, а з іншого – з наявністю у добавках цукрів, які, ймовірно, здійснюють дегідратуючу дію та знижують ступінь набухлості колоїдів борошна.

На основі отриманих результатів можна припустити, що додавання кріопаст з моркви та гарбуза потребує незначного подовження часу замісу тіста для отримання тістової маси з необхідними властивостями.

**Таблиця 2.4 – Результати розшифрування фаринограм тіста з добавками**

(n=5, P≤0,05, σ=3...5,0%)

Зразок	ВПЗ, %	Час утворення тіста, τ×60 <sup>-1</sup> с	Стабільність, τ×60 <sup>-1</sup> с	Еластичність, мм	Розрідження, од. ф.
Контроль (без добавок)	57,9	4,0	6,0	20,0	60,0
З додаванням кріопасті з моркви, % до маси борошна					
5,0	55,1	4,5	6,0	20,0	82,0
10,0	51,7	5,0	6,0	22,0	100,0
15,0	49,0	5,5	6,0	24,0	120,0
З додаванням кріопасті з гарбуза, % до маси борошна					
5,0	55,3	4,5	6,0	20,0	85,0
10,0	53,6	5,0	6,0	21,0	110,0
15,0	52,3	5,5	6,0	22,0	135,0

Для уточнення впливу добавок на структурно-механічні властивості тіста досліджували модуль його миттєвої пружності, еластичності та пластичну в'язкість (табл. 2.5).

Як видно з таблиці, модуль миттєвої пружності у разі додавання кріопасті з моркви в кількості від 5,0 до 15,0% збільшується у 1,3...1,9 рази, кріопасті з гарбуза – в 1,2...1,6 разів порівняно з контрольним зразком. Це свідчить про збільшення пружності тіста з внесенням добавок. Модуль еластичності майже не змінюється порівняно з контролем, але прослідковується тенденція до його незначного збільшення в обох зразках. Слід зазначити, що значення модуля еластичності набагато вищі, ніж значення модуля миттєвої пружності, що свідчить про переважання в тісті еластичних властивостей над пружними. Показник пластичної в'язкості проявляє тенденції до зниження. Зростання характеристик структурно-механічних властивостей тіста свідчить про зміцнення системи, що, ймовірно, викликане структуроутворювальною здатністю кріопаст. У макаронному виробництві це позитивно впливатиме на міцність готових виробів.

Таблиця 2.5 – Вплив кріопаст на структурно-механічні властивості тіста

(n=5, P≤0,05, σ=3...5,0%)

Показник	Дозування кріопаст, % до маси борошна			
	0 (контроль)	5,0	10,0	15,0
З моркви				
Модуль миттєвої пружності, $G_{пр} \times 10^2$ , Па	457,8	600,8	683,3	880,4
Модуль еластичності, $G_{ел} \times 10^2$ , Па	2408,8	2412,0	2439,0	2441,6
Пластична в'язкість, $\eta \times 10^6$ , Па×с	389,6	381,5	376,3	366,2
З гарбуза				
Модуль миттєвої пружності, $G_{пр} \times 10^2$ , Па	457,8	531,1	594,5	715,3
Модуль еластичності, $G_{ел} \times 10^2$ , Па	2408,8	2425,7	2486,0	2555,2
Пластична в'язкість, $\eta \times 10^6$ , Па×с	389,6	386,2	382,4	372,4

Важливу роль в обробленні тіста та формуванні виробів відіграють адгезійні властивості тіста. Чим нижче адгезія тіста, тим менше воно прилипає до робочих органів обладнання і тим вище якість готової продукції. Додавання кріопаст з моркви та гарбуза в кількості від 5,0 до 15,0% до маси борошна сприяє зниженню адгезії тіста в 1,3...2,1 і в 1,2...1,9 разів відповідно (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Вплив кріопаст на адгезію (Па) тіста

(n=5, P≤0,05, σ=3...5,0%)

Вид кріопаст	Дозування кріопаст % до маси борошна			
	0 (контроль)	5,0	10,0	15,0
З моркви	700	530	510	330
З гарбуза	700	570	400	370

## 2.4. Вплив кріопаст з моркви та гарбуза на стан води у тісті

Зміна структурно-механічних властивостей борошняного тіста, ймовірно, пов'язана зі зміною кількості вільної та зв'язаної води. Результати досліджень залежності часу спін-спінової релаксації від кількості кріопаст з моркви та гарбуза подано на рис. 2.1.

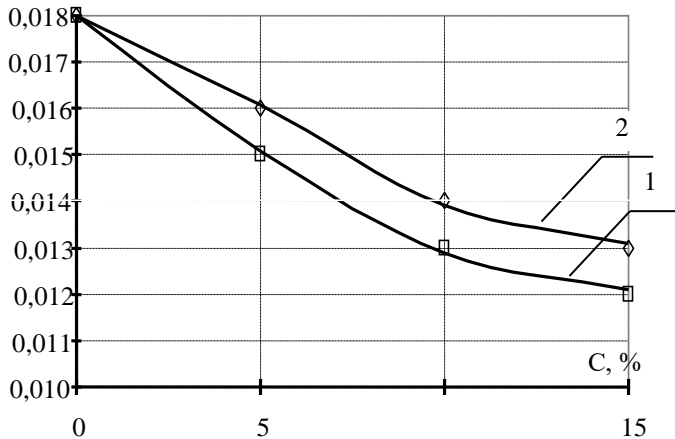


Рисунок 2.1 – Залежність часу спін-спінової релаксації від концентрації кріопаст з моркви (1) та гарбуза (2)

Як видно з рисунку, збільшення дозування добавки викликає зниження рухливості води в тісті [213]. Це пов'язано з тим, що до складу кріопаст з гарбуза та моркви входять пектинові речовини, целюлоза, геміцелюлози, які здатні утримувати вологу. Під час взаємодії з різними функціональними групами білків і крохмалю борошна вони утворюють термостійкі білково-полісахаридні комплекси, що підвищує частку зв'язаної вологи в тісті і готових виробів та перешкоджає виділенню води з набряклих зерен крохмалю [180, 214, 215].

Слід зазначити, що рухливість води у зразку з додаванням кріопасті з моркви дещо менше, ніж у зразку з додаванням кріопасті з гарбуза.

З літературних джерел [216] відомо, що внесення овочевих добавок викликає зміну форм зв'язку води та сприяє зростанню кількості осмотично й адсорбційно зв'язаної вологи. Збільшення частки осмотичної вологи, яка більш міцно утримується матеріалом,

потребує збільшення енергії на випікання кондитерських виробів або на сушіння макаронних виробів [177]. А адсорбційна волога легко видаляється під час теплової обробки. Отримані дані є передумовою вивчення процесів випікання кондитерських виробів або сушіння макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза та уточнення їх режимів.

## 2.5. Результати ІЧ-спектроскопії зразків тіста з пшеничного борошна в присутності кріопаст з моркви та гарбуза

Одним із важливих сучасних методів ідентифікації хімічних сполук і вивчення будови молекул є інфрачервона спектроскопія. Зміна стану води у тісті, укріплення його структурно-механічних властивостей, ймовірно, пов'язані з утворенням нових зв'язків між компонентами кріопаст та складовими пшеничного борошна. Результати ІЧ-спектроскопії зразків прісного тіста з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза у кількості 15,0% до маси борошна подано на рис. 2.2 та табл. 2.7.

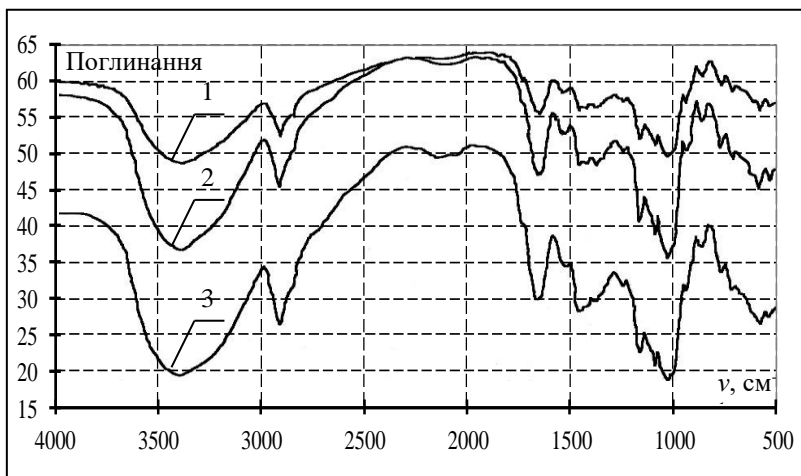


Рисунок 2.2 – ІЧ-спектри зразків прісного тіста: 1 – з додаванням кріопасту з гарбуза, 2 – з додаванням кріопасту з моркви, 3 – без добавок (контроль)

Таблиця 2.7 – Валентні коливання груп у смугах поглинання зразків

Валентні коливання груп, см <sup>-1</sup>				
ОН	NH	CH	S-H	C=O
3645...2500	3500...3300	3350...2850	2600...2550	1750...1720
Валентні коливання груп, см <sup>-1</sup>				
C-O	COOH	S=S	C=N	CH <sub>3</sub>
1300...1000	1750...1700	550...450	1230...1030	1470...1355

Порівняння ІЧ-спектрів зразків прісного тіста без добавок та з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза показало: в зоні частот від 3500...3300 см<sup>-1</sup>, характерних для валентних коливань функціональних груп -ОН, що входять до складу вільної та зв'язаної вологи і беруть участь в утворенні внутрішньомолекулярних і міжмолекулярних водневих зв'язків у комплексах біополімер-БАР, таких, як фенольні сполуки, дубильні речовини, цукри та інші біологічно-активні речовини, відбувається збільшення інтенсивності спектрів. Це свідчить про утворення нових міжмолекулярних і внутрішньомолекулярних водневих зв'язків, що підтверджує збільшення кількості зв'язаної вологи, виявлене методом ЯМР (рис. 2.1).

Інтенсивність смуг поглинання під час додавання кріопаст з моркви та гарбуза зростає також у діапазонах хвильових чисел 2975...2950 см<sup>-1</sup>, 1700...1600 см<sup>-1</sup>, 1200...975 см<sup>-1</sup>, 950...900 см<sup>-1</sup>, 500...550 см<sup>-1</sup>. Ці інтервали характерні для валентних та деформаційних коливань груп -СН<sub>3</sub>, -NH<sub>2</sub>, -C=N, α-1-4 глюкозидних зв'язків, S=S відповідно. Це свідчить про процеси міжмолекулярної перебудови і комплексоутворення різних асоціатів або комплексів сполук («білок-білок», «білок-полісахарид», «біополімер-БАР» тощо), і підтверджує результати, що отримані під час дослідження впливу кріопаст з моркви та гарбуза на кількість клейковини пшеничного борошна [217]. Інтенсивність спектрів підвищується в зоні частот від 500 до 550 см<sup>-1</sup>, характерних для каротиноїдів, що вносяться разом з добавками. Широка полоса поглинання в зоні 1100...1000 см<sup>-1</sup>, притаманна С-О-С зв'язкам піранозного кільця макромолекули пектину, вказує на збільшення його кількості в системі за рахунок введення кріопаст.



## Висновки за розділом 2

1. Додавання кріопаст з моркви та гарбуза приводить до зміни властивостей білків та крохмалю пшеничного борошна. Клейковина у присутності добавок змінюється, її кількість зростає. Збільшується час до початку клейстеризації крохмалю та підвищується температура його суспензії за максимальної в'язкості.

2. У разі додавання кріопаст збільшується час утворення тіста, зменшується його водопоглинальна здатність. Тому для отримання тістової маси з необхідними структурно-механічними властивостями доцільно збільшити тривалість замісу тіста.

3. Під час додавання кріопаст з моркви та гарбуза знижується адгезія тіста, що полегшує процеси оброблення тіста, формування виробів та зменшується показник його пластичної в'язкості, завдяки чому вироби краще зберігатимуть форму.

4. У присутності кріопаст знижується рухливість води, причому більш помітно у зразку з додаванням кріопасті з моркви. Це пов'язано з наявністю харчових волокон, пектинових речовин, геміцелюлоз, що містяться в овочевих кріопастах, та з їх здатністю зв'язувати воду.

5. За результатами ІЧ-спектроскопії зразків прісного тіста встановлено утворення додаткових зв'язків груп  $-CH_3$ ,  $-NH_2$ ,  $-C=N$ ,  $S=S$ , та  $\alpha$ -1-4 глюкозидних зв'язків, що свідчить про протікання процесів міжмолекулярної перебудови під час приготування тіста та підтверджує укріплення його структурно-механічних властивостей.

## РОЗДІЛ 3.

### Розробка технології макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів

#### 3.1. Сучасні підходи до використання збагачувальних добавок в технології макаронних виробів

Стан здоров'я людини та здатність організму протистояти шкідливим діям навколишнього середовища значною мірою визначається харчуванням. Тому виробництво доступних продуктів підвищеної біологічної цінності з високими споживчими властивостями, що містять у своєму складі значну кількість біологічно-активних речовин імуномодельуючої та антиоксидантної дії, є актуальним питанням для України, що знаходиться у стані економічної та екологічної криз.

Погіршення екологічної ситуації у всьому світі обумовило необхідність коректування щоденних раціонів та суттєве збільшення популярності продуктів профілактичної дії. На початку 80-х років науковцями було започатковано створення продуктів здорового, або функціонального харчування. Тоді ж з'явився термін «фізіологічно функціональні харчові продукти» або «функціональні продукти», що містять фізіологічно функціональні інгредієнти [218, 219]. Пізніше було розроблено документ під назвою «Scientific Concepts of Functions Food in Europe» («Наукова концепція функціональних продуктів харчування Європи»). Роль функціональних інгредієнтів в організмі, як правило, не обмежується однією функцією, вони можуть забезпечувати різноманітну фізіологічну дію [220-223].

До функціональних інгредієнтів відносяться вітаміни (насамперед С, Е, Д, групи В, А), мінеральні речовини (особливо калій, залізо, йод, селен), глікозиди та ізопреноїди, поліненасичені жирні кислоти, есенціальні амінокислоти, незасвоєвані олігосахариди, стійкі крохмалі, ферменти, антиоксиданти природного походження ( $\beta$ -каротин, токоферол, фенольні сполуки та ін.), пробіотичні бактерії, харчові волокна [224-229].

Перспективним шляхом корекції харчового раціону є забезпечення у продуктах щоденного харчування підвищеного вмісту одного або комплексу необхідних для функціонування організму людини речовин [230, 231]. Але під час вибору збагачувальних добавок більшу увагу слід приділяти вибору натуральних збагачувачів, оскільки їх складові знаходяться у легкозасвоєваній формі і ступінь засвоєваності значно вищий ніж у синтетичних [232-235].

Під час розробок нових харчових продуктів використовують такі напрямки: відновлення у продуктах втрачених харчових речовин під час виробництва та зберігання; збагачення продуктів харчування різними життєво важливими харчовими речовинами; стандартизацію – доведення у продукції вмісту есенціальних інгредієнтів до єдиного, стандартного рівня; вітамінізацію – збагачення продуктів тими вітамінами, які у природних умовах в них практично відсутні; «фортифікацію» – збагачення продуктів харчування мікронутрієнтами до рівня, що перевищує їх вміст в даному продукті [220, 222].

Програми фортифікації харчових продуктах присутні на державному рівні у багатьох країнах світу [218, 219, 236]. В Україні існує концепція Державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012-2016 роки», якою передбачено виготовлення харчової продукції з підвищеним вмістом макро- та мікронутрієнтів і корисних для здоров'я природних функціональних сполук [237].

Важливим є охоплення профілактикою вітамінної та мінеральної недостатності широких верств населення, тому під час створення функціональної продукції потрібна орієнтація на продукти повсякденного і масового попиту.

За даними компанії Research&Branding Group [238], макаронні вироби в тому чи іншому вигляді споживає 96,5% населення України. Вони мають тривалий термін зберігання, легкі в приготуванні, поживні, входять до меню людей різного віку та рівня достатку, не забороняються дієтами.

Відомо, що макаронні вироби мають високу енергетичну цінність [239]. Наряду з цим вони досить бідні на вітаміни, мікро- та макроелементи, незамінні амінокислоти [240]. Згідно з ДСТУ 7043 [241] для виробництва макаронних виробів дозволено використовувати борошно з твердої пшениці (дурум), борошно з м'якої скловидної пшениці, борошно пшеничне, ячну масу, ячний білок і жовток, молоко коров'яче питне, молоко та вершки сухі, продукти томатні концентровані, а також іншу сировину згідно з чинними нормативними документами. Для збагачення макаронних виробів поживними та біологічно-активними речовинами використовують велику кількість добавок. Ще у 1992 році Рибак А.І. запропонував [242] всі відомі і широко вживані в практиці макаронного виробництва добавки розділити на наступні види:

- добавки тваринного походження: яйцепродукти (яйця свіжі, меланж, яечний порошок); молочні продукти; м'ясні продукти; рибні білкові концентрати;

- добавки рослинного походження: борошно, подрібнене насіння люпину і маїсу, пшеничні й кукурудзяні зародки, сухі дріжджі, борошно маніока і сорго, сухе картопляне пюре, пшеничні висівки, харчові волокна; соки, гомогенати, пюре, пасти, екстракти, порошки з томатів, столового і цукрового буряка, шпинату, моркви, капусти, гарбуза, селери, лаврового листа, зелені петрушки і кропу; екстракт і шрот обліпихи; морські водорості і їх полісахариди;

- інші види добавок: лути, етоксильовані моногліцериди, лецитин, метилцелюлоза і солі сильної основи і слабкої кислоти, моногліцерогідрат, суміш  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -циклодекстринів, лігнін, модифіковані крохмалі, вітамінні препарати тощо.

Д.т.н., проф. Юрчак В.Г. [243] пропонує нову класифікацію сировини для макаронного виробництва (рис. 3.1), в якій виділяє три групи сировини – основну, додаткову (традиційну та нетрадиційну) і харчові добавки (вітамінні препарати, стабілізатори структури та кольору, емульгатори, комплексоутворювачі, антиоксиданти тощо). Автор вважає, що для поліпшення якості макаронних виробів з борошна зі зниженими технологічними властивостями доцільніше використовувати харчові добавки. Це пов'язано з тим, що нетрадиційна сировина, до якої відноситься борошно з безклейковинних культур, білкові ізоляти рослинного походження, продукти переробки овочевої, плодово-ягідної та тваринної сировини здебільшого знижує якість продукції.

На наш погляд, варто підбирати для макаронного виробництва натуральну сировину поліфункціональної дії, яка забезпечувала б високу якість продукції та підвищення її харчової і біологічної цінності. Аналіз літературних джерел показав, що така сировина набуває все більш широкого використання.

Наприклад, розроблено низку технологій макаронних виробів з додаванням продуктів переробки зернових культур. Доведено, що застосування екструдату зерна кукурудзи сумісно з сухою сироваткою забезпечує збільшення міцності макаронних виробів на 24%, підвищує вміст незамінних амінокислот: лізину – на 15%, лейцину – на 3%, валіну – на 10,5%, що сприяє підвищенню ступеня задоволення фізіологічної потреби організму в білках [244].

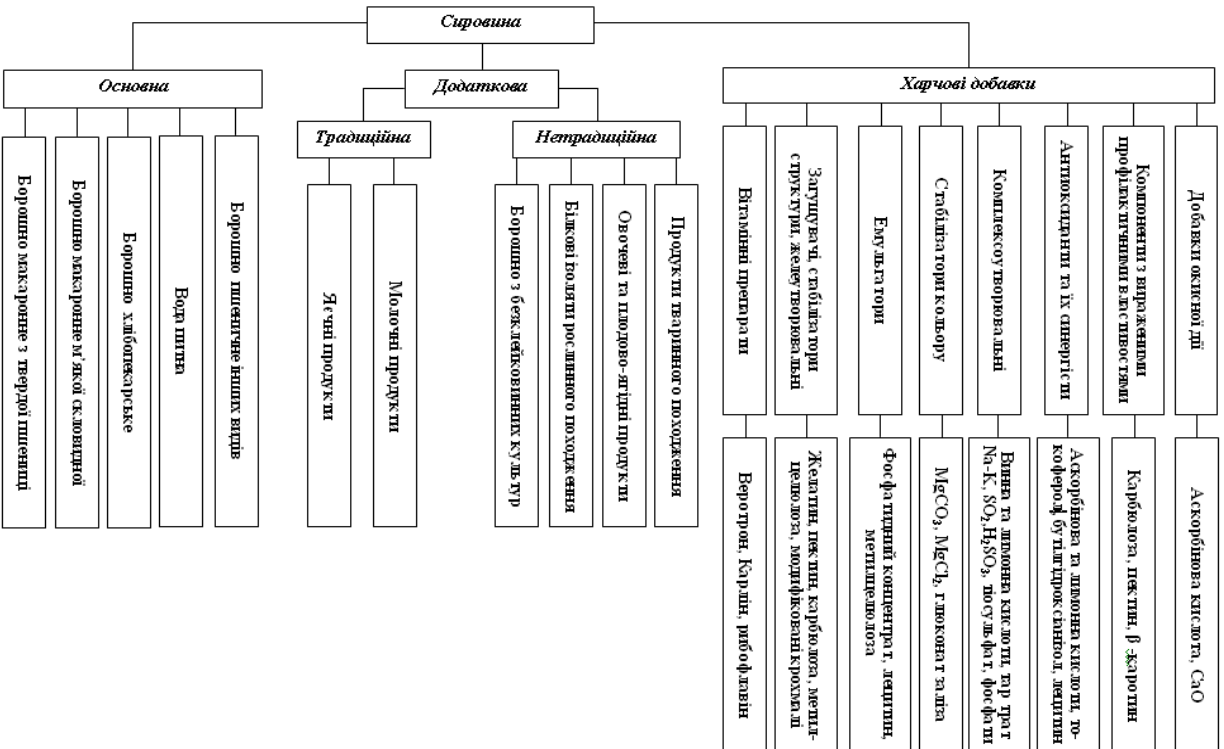


Рисунок 3.1 – Класифікація сировини макаронного виробництва [243]

S. Kong запропоновано технологію приготування локшини з додаванням 2...15% лущиння чорного рису. Для такої локшини властива знижена клейкість, поліпшені технологічні характеристики і більший, ніж у звичайній локшині, вміст поліфенольних сполук, флавоноїдів і антоціанінів, вища антиокисна активність [246].

Існує спосіб, у якому макаронне борошно замінюють на ячмінне. Внесення ячмінного борошна у кількості до 7,5% від маси пшеничного борошна не змінює органолептичні, фізико-хімічні та варильні показники макаронних виробів. Підвищення концентрації добавки спричиняє негативний вплив на органолептичні та варильні характеристики продукції [247].

Фахівцями [248] запропоновано використання високоамілозного горохового крохмалю у кількості 5...20% від маси пшеничного борошна для виготовлення макаронних виробів підвищеної біологічної цінності.

Розроблено технологію макаронних виробів з додаванням пшеничних дістичних висівок у кількості 5...30% від маси борошна. Висівки збагачують продукцію клітковиною, пектином, вітамінами групи В, холіном, вітаміном Е [249].

Проведені дослідження з вивчення впливу борошна з різних зернових культур на якість макаронних виробів категорії А і В і запропоновано під час виготовлення макаронних виробів категорії А – використовувати борошно із зерна проса в кількості до 30%, борошно з зерна гречки до 9%; макаронних виробів категорії В – борошно із зерна проса до 30%, борошна із зерна льону до 10%, суху клейковину 3...4% від маси основної сировини [250].

З метою підвищення харчової цінності макаронних виробів використовують композитну суміш з нутовим борошном [251].

Існують дані про застосування в технології функціональних макаронних виробів вівсяного борошна у кількостях 10% від маси борошна [252], а також комбінованих сумішей які складаються з пюре подорожника та вівса [253, 254].

Розроблено технологію виготовлення макаронних виробів, згідно з якою пшеничне борошно змішують із сумішшю подрібненого насіння амаранту та проса у співвідношенні 30:70 або 70:30 у кількості 5...10% до маси борошна і додають корегуючу добавку, яка містить 0,01...0,10% геміцелюлоз та 0,01...0,02% аскорбінової кислоти [255].

Рекомендується борошно з твердих сортів пшениці замінити на суміш борошна з проса пальцеподібного (*Eleusine coracana*), *Pennisetum tuphoides*) та порошку з вичавок моркви, що приводить до зниження

переходу сухих речовин у варильну воду, збільшення об'єму готових виробів та зміни їх кольору [256].

Доведено можливість використання замоченої зернової маси замість пшеничного борошна [257]. Хімічний склад такої зернової маси дозволяє виготовляти макаронні вироби підвищеної харчової цінності.

Ученими [258] досліджено можливість використання соку з картоплі як джерела ліпоксигенази під час виготовлення макаронних виробів. Показано, що сік сприяє суттєвому підвищенню пружних властивостей сирієї клейковини пшеничного борошна і температури максимальної в'язкості крохмального гелю, а це, у свою чергу, забезпечує отримання високоякісної продукції з хлібопекарського борошна зі зниженими макаронними властивостями.

Науково обґрунтовано використання крупнодисперсного порошку з буряку столового та високодисперсного порошку із горобини чорноплідної як збагачувальних добавок у технології макаронного виробництва. Встановлено, що додавання цих порошоків у кількості 1...3% до маси борошна позитивно впливає на міцність, стан поверхні та збереження форми макаронних виробів після варіння [259]. Іншими дослідниками виявлено помітний позитивний вплив додавання 4,5% порошку з горобини червоної на кількість і якість клейковини хлібопекарського й макаронного борошна [243, 260].

Як свідчать дані [261], використання цитрусового та бурякового пектинів збільшує вміст харчових волокон у макаронних виробках і одночасно сприяє підвищенню склоподібності, зменшенню шорсткості, збільшенню на 40...55% міцності виробів, покращанню їх варильних властивостей, збереженню форми, зменшенню на 20% кількості сухих речовин, що переходять у варильну воду під час варіння. Добавки не впливають на смак та запах продукції, але на 1...2 град. підвищують її кислотність.

Позитивний вплив на якість, харчову та біологічну цінність макаронних виробів мають шрот та борошно з льону, амаранту, винограду, волоського горіху, розторопші, кокосового горіху, кунжуту [262-266]. Наприклад, проведені дослідження, спрямовані на вивчення впливу залишків продуктів переробки винограду (сушених виноградних вичавків) у технології макаронних виробів. Доведено, що виноградні вичавки не впливають на якість готових макаронних виробів, але сприяють підвищенню в них вмісту дубильних речовин, антоціанів тощо [267, 268].

Авторами [269, 270] розглянуто можливість використання тонкодисперсних овочевих і фруктових порошків, отриманих інноваційним дезінтеграційним способом сушіння за температури 40°C, що дозволяє зберегти корисні інгредієнти вихідної сировини у виробництві макаронних виробів з метою підвищення харчової цінності.

Отримати макаронні вироби, які мають високі якісні характеристики, підвищену харчову цінність і профілактичну спрямованість, можливо шляхом додавання суміші порошків лікарської сировини. Наприклад, суміші кореня валеріани, плодів глоду, трави пустирника і квіток ромашки у кількості 5% до маси борошна, суміші кореня валеріани, трави пустирника, плодів шипшини, трави звіробою, листя подорожника і трави чебрецю в кількості 15% до маси борошна або суміші квіток ромашки, листя подорожника, квіток календули, трави череди і трави деревію у кількості 5% до маси борошна [244, 271].

Існують технології макаронних виробів широкого спектру адаптаційно-профілактичної та детоксикаційної дії, що розширюють номенклатуру борошняної продукції, збагаченої за рахунок введення оригінальних вітчизняних добавок природного походження, що включають хвощ в кількості 0,02...1,4%, пророщене зерно пшениці у кількості 0,01...2,4 %, йодовмісну крейду у кількості 0,12...0,4%. Більш різноманітна і насичена гамма внесених цінних компонентів досягається, коли разом із хвощем і пророщеними зернами використовують 0,01...0,12% обліпихи, 0,01...1,4% конюшини, 0,1...1,6% кореневища пірію, 0,01...0,8% листа кропиви, 0,01...0,16% кореню кульбаби, 0,01...0,08% плодів аронії від маси борошна відповідно [272].

Також розроблено спосіб виробництва макаронних виробів з додаванням суміші порошку плодів горобини сибірської, листя зніту, шроту листа брусниці зі ступенем подрібнення не більше 150 мкм у кількості 0,5...3,0% від маси борошна. Це дозволяє отримати вироби з міцною текстурою, глянцевою поверхнею без мікротріщин, чітко фіксованою формою, підвищеною біологічною цінністю, зменшити час сушіння виробів і перехід сухих речовин під час варіння у варильну воду [273].

Вченими НУХТ разом із спеціалістами «Укрхлібпром» розроблено технології короткорізаних макаронних виробів «Супові», виготовлених з додаванням морквяних або бурякових порошків; макаронних виробів «Десертні», у складі яких використано суничне пюре та порошок горобини чорноплідної з ароматичними добавками.



Завдяки додаванню овочевих і ягідних порошків, соків, сиропів, поре у макаронних виробках збільшується вміст мінеральних речовин,  $\beta$ -каротину та вітамінів [274, 275].

Додавання 3...5% порошку топінамбура сумісно з 0,6% порошку шафрану дозволяє збагатити макаронні вироби незамінними амінокислотами, вітамінами, мікро- та мікроелементами, а також покращити органолептичні показники та структуру готових виробів [276].

Одним із напрямків технології макаронного виробництва є створення безбілкових та безглютенових макаронних виробів. Основною сировиною для них є борошно з безклейковинних культур: рисове, гречане, кукурудзяне, горохове, пшоняне, соєве, люпинове, амарантове, порошки овочеві і фруктові. Це потребує використання функціональних добавок для отримання певної структури [277-282].

Окремим напрямком збагачення макаронних виробів є підвищення в них масової частки білка за рахунок внесення білкових збагачувачів тваринного або рослинного походження. Так, фахівцями Астраханського державного технічного університету досліджено вплив сухого яєчного білка на структурно-механічні властивості макаронних виробів. Його вносили у кількості 5...20% до маси борошна з метою підвищення харчової та біологічної цінності. Встановлено, що використання сухого яєчного білка потребує корегування параметрів сушіння макаронних виробів [283].

Для збагачення макаронних виробів білковими речовинами, розроблено технологію застосування льняного борошна. Амінокислотний склад білків льняного борошна характеризується високим вмістом аргініну, валіну, лейцину, фенілаланіну, тирозину і ізолейцину. За вмістом триптофану, метіоніну і цистину білки льняного борошна перевершують білки пшениці. Такі вироби відрізняються високою біологічною цінністю та високими варильними властивостями [245].

Д.т.н., професором Осиповою Г.О. [191] проведено комплексне дослідження щодо теоретичного та експериментального обґрунтування розробки нових видів макаронних виробів підвищеної харчової цінності. Як джерело білка автор пропонує використовувати м'ясні продукти (м'ясо курей і телятину), борошно бобових культур (горохове, соєве, сочевичне), ізоляти рослинних білків, дріжджі хлібопекарські (сушені, пресовані) та пивні. Доведено, що додавання м'ясних добавок у кількості 15% від маси борошна підвищує міцність виробів на 16,3% у порівнянні з контролем та знижує кількість сухих речовин, що переходять у варильну воду, на 1,93%. Додавання

борошна бобових культур також приводить до зміцнення макаронних виробів та зниження кількості речовин у варильній воді. Рациональне додавання борошна соєвого, горохового, сочевичного – 7,5; 10,0 та 10,0% відповідно; сушених дріжджів – 5%, пресованих хлібопекарських та пивних – 10%.

Окреме використання сухої підсирної і демінералізованої сироваток позитивно впливає на органолептичні, реологічні та фізико-хімічні показники якості тіста і макаронних виробів. Визначення ступеню впливу сироваток на білково-протеїназний комплекс пшеничного борошна дозволяє коригувати технологічні режими виробництва і покращувати якість продукції [284].

Серед вище розглянутих добавок особливе місце займають каротинвмісні добавки. Велику увагу питанню збагачення макаронних виробів каротиноїдами приділяли вчені Юрчак В.Г., Корячкина С.Я., Осипова Г.О. [177, 183, 191]. Це пов'язано з технологічними і фізіологічними функціями цих речовин. Їх застосовують як натуральні барвники, додають до продуктів лікувально-профілактичного призначення як провітамін А, а також використовують як антиоксидант. Серед каротиноїдів особливе місце займає  $\beta$ -каротин, який використовують у виробництві багатьох видів макаронних виробів – «Янтарні», «Бекар», «Вітамінізовані з  $\beta$ -каротином», «Каротинові» [285, 286] та інших для надання виробам світло-жовтого забарвлення й одночасної їх вітамінізації. Включення  $\beta$ -каротину у рецептуру макаронних виробів функціонального призначення у кількості 1...3 г на 100 г борошна забезпечує 25...50% денної норми споживання провітаміну А за рахунок вживання 100 г макаронних виробів [287].

Нажаль,  $\beta$ -каротин не є стійким. Його кількість в процесі виготовлення макаронних виробів значно знижується. На технологічній стадії замісу та ущільнення макаронного тіста руйнується близько 22,8%  $\beta$ -каротину. На етапі пресування виробів втрати  $\beta$ -каротину незначні, а під час сушіння втрачається 24 % провітаміну А [288, 289].

Тому більш доцільно збагачувати макаронні вироби каротиноїдами, які входять до складу рослинних добавок. Наприклад, порошку гарбуза. У разі його внесення в кількості 7% макаронні вироби можна віднести до категорії функціональних харчових продуктів із забезпечення добової потреби в  $\beta$ -каротині [290]. Науково-дослідним інститутом кондитерської промисловості та науково-дослідним інститутом хлібопекарської промисловості було вивчено вплив на якість макаронних виробів добавок порошоків гарбуза у

кількості 3, 5, 10, 15% до маси борошна. Отримані результати показали, що під час виготовлення макаронних виробів доцільно використовувати кріопорошок гарбуза, дозування якого складає до 10% до маси борошна. Порошок гарбуза, що отриманий без кріозаморожування, можна додавати не більше 5% до маси борошна [291].

Позитивно впливають на якість, харчову та біологічну цінність макаронних виробів такі продукти переробки гарбуза, як борошно, паста з м'якоті, мезга, борошно отримане методом хладонової екстракції [262, 292, 293].

Як джерело  $\beta$ -каротину під час приготування макаронних виробів запропоновано використання до 25,0% люпинового борошна [294, 295], до 15,0% пасти обліпихової у вигляді водної суспензії у кількості 3...15% від маси борошна [296].

В технології макаронних виробів доцільно використовувати вітчизняну сировину, яка суттєво не підвищить вартість продуктів масового споживання. У нашій країні основною каротинвмісною сировиною є морква та гарбуз.

Морква – дворічна рослина сімейства зонтичних. Серед овочів – лідер за вмістом каротиноїдів, в деяких сортах його кількість досягає 37 мг/100г, коренеплоди містять цукор (до 15%), білки, клітковину, невеликі кількості жиру та ефірних олій, флавоноїди, азотисті речовини, мінеральні солі (кобальт, калій, залізо, мідь, фосфор, йод), ферменти і вітаміни В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, Е, К, РР, пантотенову кислоту. Найбільша кількість вітамінів знаходиться в зовнішніх шарах коренеплодів, причому в червоній моркві їх набагато більше. З червоних коренеплодів отримують фарбу для підфарбовування вершкового масла, маргарину. У складі моркви є унікальна речовина – фалькарінол. Цей природний пестицид захищає коренеплід від розвитку грибкових захворювань. Відповідно до проведених медичних наукових досліджень, саме фалькарінол має здатність знижувати ризик розвитку онкозахворювань на 30%. Причому ця речовина не руйнується навіть за термічної обробки. Високий вміст у моркві аскорбінової кислоти сприяє зміцненню імунітету [297, 298].

Гарбуз – однорічна трав'яниста рослина родини гарбузових. До його складу входять вуглеводи – 4...11%, клітковина – 1,2%, пектини – 0,7...1,2%, органічні кислоти – 0,1%, мінеральні речовини (калій, кальцій, магній, фосфор, цинк, залізо), аскорбінова кислота та вітаміни групи В [297, 299].

І морква, і гарбуз широко вирощуються всією територією України, є невибагливими та добре зберігаються впродовж року

[300]. Обсяги виробництва цих культур в Україні знаходяться на рівні 1,5 млн. т. у рік [301].

Тому саме на ці культури варто звернути увагу. На основі проведеного аналізу добавок, які використовуються для збагачення макаронних виробів, у роботі для створення макаронних виробів підвищеної біологічної цінності обрано каротинвмісні продукти переробки моркви та гарбуза, які є потужним джерелом каротиноїдів.

Численні дослідження показали, що в процесі зберігання макаронних виробів уміст каротиноїдів в них зменшується. Пояснюється це наявністю в молекулі каротину довгого ланцюгу кон'югованих подвійних зв'язків, який легко окиснюється і розщеплюється під дією різних окиснювачів [300, 301]. Тому для гальмування окиснювальних процесів у технології макаронних виробів, збагачених на каротиноїди, доцільним є використання речовин антиокиснювальної дії.

### **3.2. Обґрунтування раціональних дозувань кріопаст з моркви та гарбуза в технології макаронних виробів**

Використання будь-яких видів добавок під час виготовлення макаронних виробів з метою збагачення їх хімічного складу біологічно-активними речовинами не має бути причиною зниження якісних показників готової продукції. Тому для визначення раціональних дозувань кріопаст з моркви та гарбуза досліджували їх вплив на якість готової продукції, а також оцінювали ступінь забезпечення потреби організму людини у каротиноїдах. Дослідження проводили на хлібопекарському борошні, як основній вітчизняній макаронній сировині.

Відповідно до [241] якість макаронних виробів оцінюють за органолептичними, фізико-хімічними та варильними показниками.

Початковий дослідний інтервал дозувань кріопаст з моркви та гарбуза, обраний на підставі аналізу літературних джерел щодо використання овочевих добавок у технології макаронного виробництва [143, 256, 302-206], складав 5,0...20,0% до маси пшеничного борошна. Результати визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості виробів наведено у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза

(n=5, P≤0,05, σ=3...5,0%)

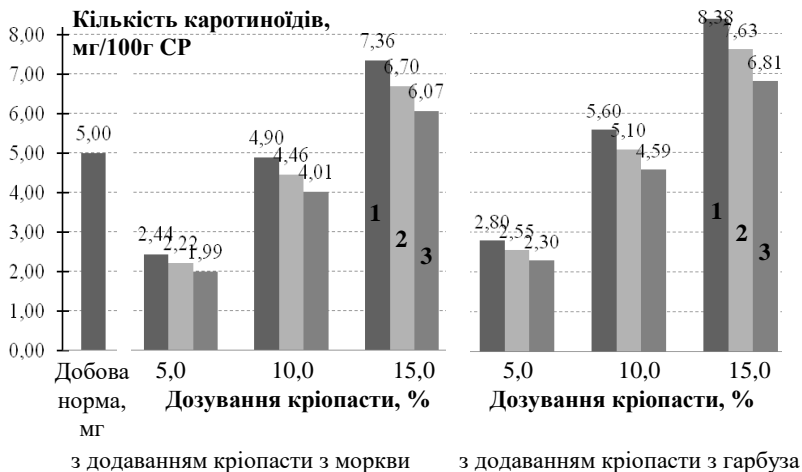
Показник якості	Значення показників якості								
	Дозування кріопасти, % до маси борошна								
	0 (конт- роль)	5,0		10,0		15,0		20,0	
	з морк- ви	з гар- буза	з морк- ви	з гар- буза	з морк- ви	з гар- буза	з морк- ви	з гар- буза	
Органолептичні показники									
Стан поверхні	Гладка, не шорстка, без тріщин								
Колір	Однотонний кремовий, без слідів непромісу		Однотонний жовтий, без слідів непромісу		Однотонний помаранчевий, без слідів непромісу		Насичений помаранчевий, без слідів непромісу		
Смак та запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку і запаху						З присмаком та запахом моркви або гарбуза		
Фізико-хімічні показники									
Вологість, %	13,0								
Кислотність, °Н	0,8						0,9		
Варильні показники									
Стан виробів після варки	Вироби зберігають форму, не злипаються, не утворюють грудочок						Вироби не зберігають форму, злипаються		
Тривалість варки до готовності, т·60 <sup>-1</sup> с	8,0								
Коефіцієнт збільшення маси, %	2,60	2,52	2,54	2,44	2,46	2,32	2,31	2,49	2,51
Втрати сухих речовин, %	3,52	2,44	2,14	2,35	2,10	2,30	2,00	3,60	3,62

Як видно з отриманих даних, додавання кріопаст у кількості до 15,0% позитивно впливає на органолептичні показники макаронних виробів. Їх колір змінюється від кремового в контрольному зразку до насиченого помаранчевого у разі додавання 15,0% кріопаст. Смак та запах виробів не змінюються, сторонніх присмаків не з'являється. Тривалість варіння виробів залишається на контрольному рівні. Порівняно з контрольним зразком коефіцієнт збільшення маси знижується на 1,90; 6,15 і 10,4% за умов введення кріопаст у кількості 5,0; 10,0 і 15,0% відповідно. Втрати сухих речовин зменшуються на 29,0...30,7% у разі додавання кріопасті з моркви і на 39,2...43,1% у разі додавання кріопасті з гарбуза. Внесення обраних кріопаст у кількості 20,0% спричиняє погіршення якості готових виробів. У дослідних зразках з'являється присмак і запах моркви та гарбуза, вироби не зберігають форму, злипаються. Коефіцієнт збільшення маси зростає у порівнянні з виробами з додаванням 10,0 та 15,0% кріопаст відповідно на 2,5 та 6,8 %, але залишається меншим, ніж у контрольному зразку. Втрати сухих речовин збільшуються на 2,8% у порівнянні з контролем.

Як вважають автори [286], зниження втрати сухих речовин у варильне середовище під час варіння макаронних виробів з овочевими кріопастами пов'язано з підвищенням структурної міцності виробів, яка обумовлена взаємодією між білками борошна, білками та поліцукридами овочів, а також між компонентами кріопаст та амілозою і амілопектином крохмалю борошна, що супроводжується утворенням комплексних сполук та запобігає переходу амілози у варильну воду.

Таким чином, додавання 20,0% кріопаст до маси борошна призводить до погіршення органолептичних та варильних показників макаронних виробів, тому подальші дослідження проводили з дозуванням обраних кріопаст у кількостях 5,0; 10,0 та 15,0% до маси борошна.

Оскільки основною метою роботи є створення продукції з підвищеним вмістом каротиноїдів, на наступному етапі оцінювали їх кількість у макаронних виробках та порівнювали з добовою потребою організму у цих речовинах, яка складає 5...6 мг на добу. З літературних джерел [177, 182, 247] відомо, що під час виготовлення макаронних виробів відбувається зменшення кількості каротиноїдів за рахунок їх руйнування під дією технологічних чинників. Тому вміст каротиноїдів визначали у виробках на всіх технологічних етапах виробництва: після випресовування, після сушіння та після варки. Отримані результати наведено на рис. 3.2.



**Рисунок 3.2 – Кількість каротиноїдів у макаронних виробих: 1 – відформованих; 2 – висушених, 3 – зварених.**

Як видно з наведених даних, кількість каротиноїдів у зварених макаронних виробих у разі внесення 5,0; 10,0 та 15,0% кріопасті з моркви задовольняє добову потребу у них на 27,8; 44,0 та 83,4% відповідно. Використання кріопасті з гарбуза у кількості 5,0; 10,0 та 15,0% задовольняє потребу у каротиноїдах відповідно на 33,8; 58,2; 103,6%. Тобто, макаронні вироби з додаванням 10,0 та 15,0% кріопаст можуть вважатися функціональними продуктами харчування [237].

Таким чином, додавання кріопаст з моркви та гарбуза у кількості 5,0; 10,0 та 15,0% до маси борошна дозволяє отримати продукцію високої якості, яка характеризується привабливим кольором – від жовтого до помаранчевого – та гарними варильними показниками. Профілактичною дозою добавок, яка забезпечує добову потребу у каротиноїдах на 83,4% та 103,6%, є 15,0% до маси борошна. Крім того, добавки можуть бути натуральними барвниками жовтого кольору. Для цього їх доцільно додавати у кількості 5,0 та 10,0% до маси борошна. Наступні дослідження проводили саме з цими концентраціями кріопаст – 5,0; 10,0 та 15,0%, – з метою виявлення закономірностей їх впливу на формування якості макаронних виробів.

### 3.3. Дослідження ступеня збереженості каротиноїдів під час виробництва макаронних виробів та обґрунтування способу їх стабілізації

Фундаментальні дослідження з вивчення властивостей каротиноїдів і впливу на них різних чинників проводились ще на початку 50-х років [307, 308].

Відомо, що каротиноїди є нестійкими сполуками, вони легко окиснюються під впливом кисню, температури, деяких розчинників [209-311]. Під час виготовлення макаронних виробів відбувається зменшення їх кількості за рахунок руйнування під дією технологічних чинників, основними з яких є механічна обробка під час ущільнення та пресування тіста і теплова обробка під час сушіння та варки виробів. Тому наступні дослідження були спрямовані на вивчення вмісту каротиноїдів у макаронних виробах з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза на основних етапах технологічного процесу – після формування, після сушіння та після варіння. З точки зору максимального збагачення макаронних виробів каротиноїдами дослідження проводили з додаванням кріопаст у кількості 15,0% до маси борошна. Отримані результати наведено в табл. 3.2.

*Таблиця 3.2 – Вміст каротиноїдів у макаронних виробах з додаванням 15,0% кріопаст, мг/100 г СР*

(n=5, P≤0,05, σ=3...5,0%)

Вид кріопаст	Ступінь готовності макаронних виробів		
	відформовані	висушені	зварені
З моркви	7,49	6,81	6,27
З гарбуза	9,01	8,19	7,53

Аналіз поданих даних показав, що втрати каротиноїдів на кожному етапі технологічної обробки складають приблизно 9%, загальний рівень втрат знаходиться на рівні 18...19%. Важливим є вирішення питання зменшення втрат каротиноїдів під час виготовлення макаронних виробів. Для стабілізації каротиноїдів у харчові продукти додають речовини окислювально-відновлювальної дії – вітаміни Е, С та інші [51, 71, 65-70, 312].

Стабілізуючий ефект мають також водно-спиртові екстракти пряно-ароматичної та лікарської сировини завдяки наявності у них фенольних сполук, дубильних речовин, які є інгібіторами ланцюгових вільнорадикальних реакцій [28, 71, 72, 313-316].



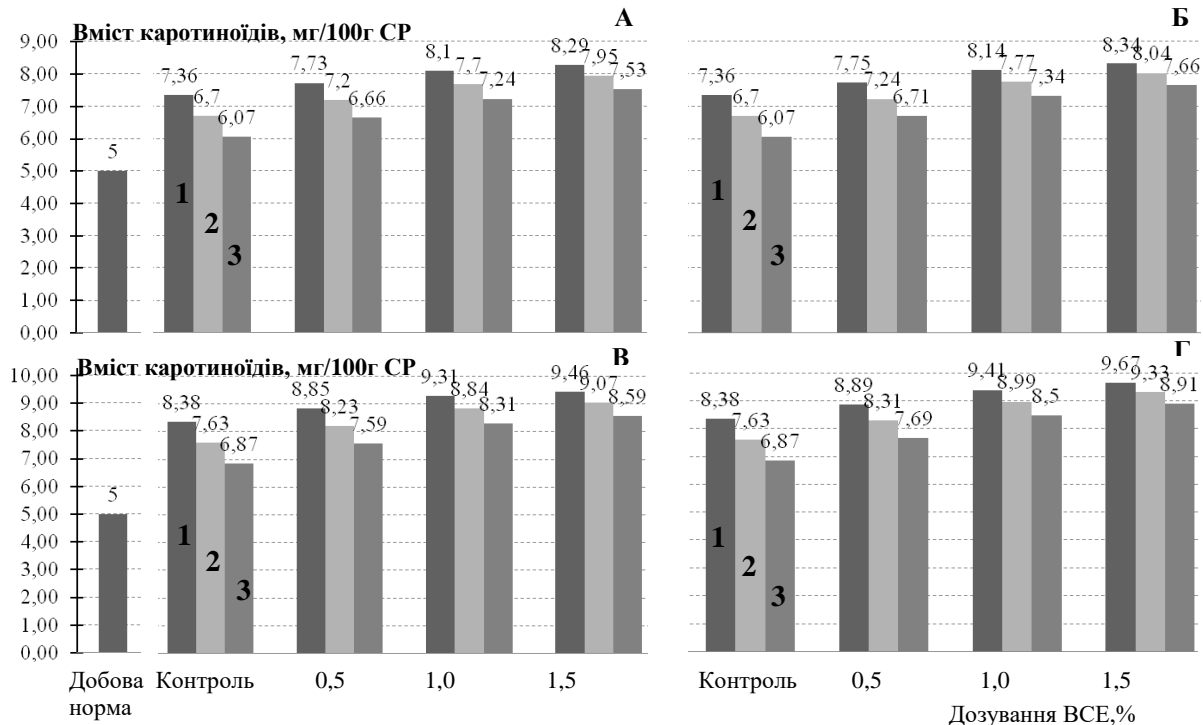
На основі аналізу властивостей, доступності за ціною та наявністю в регіоні різних добавок для уповільнення руйнування каротиноїдів в макаронних виробках у роботі обрано водно-спиртові екстракти (ВСЕ) календули та кори дубу. Їх додавали у макаронне тісто на стадії замісу у кількостях 0,5; 1,0 та 1,5% від маси рецептурної кількості води. Для встановлення збереженості каротиноїдів за умови використання водно-спиртових екстрактів визначали їх вміст у макаронних виробках після формування, після сушіння та після варіння (рис. 3.3).

Як видно з рисунку, використання водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба сприяє підвищенню збереженості каротиноїдів. Так за додавання 0,5% екстрактів вміст каротиноїдів у контрольних зразках після випресовування макаронних виробів на 5,0...6,0% вищий, ніж у контролі, 1,0% екстрактів – на 10,0...12,2%, 1,5% – на 12,6...15,3%. Під час сушіння додавання 0,5% водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба дозволяє зберегти 7,4...8,9% каротиноїдів, внесення 1,0% екстрактів – 14,9...17,8%, а 1,5% екстрактів – 18,6...22,3%. Після варіння макаронних виробів введення 0,5% водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба дозволяє зберегти 9,7...11,9% каротиноїдів, 1,0% ВСЕ – 19,2...23,7%, а 1,5% ВСЕ – 24,0...29,6% каротиноїдів.

Отримані результати свідчать, що різниця у вмісті каротиноїдів між додаванням 0,5% та 1,0% екстрактів становить 5,0...6,2% на стадії пресування, 7,5...9,1% на стадії сушіння та – на 9,5...11,8%, а між додаванням 1,0% та 1,5% екстрактів – 2,6...3,1%; 3,7...4,5% та 4,8...5,9% відповідно.

Таким чином, додавання 1,0% водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба дозволяє суттєво уповільнити руйнування каротиноїдів та є економічно обгрутованим з точки зору вартості сировини. Введення у макаронне тісто додаткових компонентів може привести до зміни його властивостей і, як наслідок, вплинути на формування якості макаронних виробів. Тому були проведені дослідження властивостей клейковини, адгезії та структури макаронного тіста у присутності водно-спиртових екстрактів.

Під час проведення досліджень установлено укріплюючу дію водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба на білки клейковини. Представляло інтерес виявити, який саме компонент водно-спиртових екстрактів впливає на властивості клейковини – спирт чи речовини календули та кори дуба.



**Рисунок 3.3 – Вміст каротиноїдів (мг/100г) у макаронних виробках: 1 – відформованих; 2 – висушених; 3 – зварених з додаванням: А – 15,0% кріопасті з моркви та 1,0% ВСЕ календули; Б – 15,0% кріопасті з моркви та 1,0% ВСЕ кори дуба; В – 15,0% кріопасті з гарбуза та 1,0% ВСЕ календули; Г – 15,0% кріопасті з гарбуза та 1,0% ВСЕ кори дуба**

З літературних даних [295] відомо, що додавання спирту викликає ослаблення клейковини, і введення спирту у складі водно-спиртових екстрактів може призвести до небажаної зміни її властивостей. Тому були проведені окремі дослідження впливу спирту та водно-спиртових екстрактів на показники якості клейковини пшеничного борошна на таких модельних системах: 1 – борошно, спирт, вода; 2 – борошно, водно-спиртовий екстракт календули, вода; 3 – борошно, водно-спиртовий екстракт кори дубу, вода.

Оскільки для виготовлення екстрактів застосовували 40,0% розчин спирту, для проведення експерименту використовували спирт тієї ж концентрації у кількості 1,0 % від рецептурної кількості води. Отримані результати наведено в табл. 3.3.

**Таблиця 3.3 – Вплив спиртовмісних компонентів на якість клейковини**

(n=5, P<0,05, σ=3...5,0%)

Показник якості	Зразок клейковини			
	контроль	з додаванням 40,0%-го спирту	з додаванням водно-спиртового екстракту	
			календули	кори дуба
Вміст сирії клейковини, %	23,5	23,2	23,0	23,0
Колір	світло-сірий	світло-сірий	жовтуватий	світло-сірий
Еластичність	добра	добра	добра	добра
Розтяжність, см	13,1	13,0	12,7	12,5
Значення ІДК, од. приладу	80	80	76	76
Гідратаційна здатність, %	195,4	189,5	196,1	196,4

З таблиці видно, що у зразках з додаванням спирту та водно-спиртових екстрактів спостерігається незначне зменшення кількості клейковини (на 1,3...2,1%) у порівнянні з контрольним зразком.

Слід відзначити, що якщо введення водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба спричиняє її укріплення, про що свідчить зменшення показника ІДК на 4 од. приладу, то додавання спирту майже не впливає на її якість. Гідратаційна здатність клейковини у зразках із додаванням спирту зменшується на 3,1% порівняно з

контролем. Це пояснюється тим, що спирт має дегідратаційну властивість. У разі додавання водно-спиртових екстрактів з календули та кори дуба гідратаційна здатність клейковини проявляє тенденцію до збільшення порівняно з контролем. Це свідчить про те, що на утримання вологи впливають саме екстрактивні речовини календули та кори дуба.

На наступному етапі досліджень було вивчено сумісний вплив кріопаст з моркви і гарбуза та водно-спиртових екстрактів з календули та кори дуба на показники якості клейковини пшеничного борошна. Отримані результати наведено в табл. 3.4.

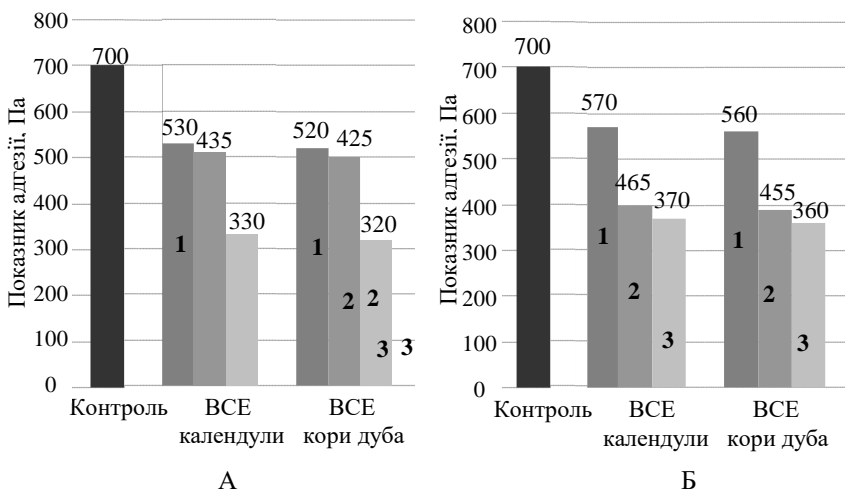
**Таблиця 3.4 – Вплив добавок на якість клейковини**  
(n=5, P<0,05, σ=3...5,0%)

Показник якості	Зразок клейковини				
	Контроль	з додаванням 15,0% кріопасті з моркви та екстрактів		з додаванням 15,0% кріопасті з гарбуза та екстрактів	
		календули	кори дуба	календули	кори дуба
Вміст сирової клейковини, %	23,5	24,6	24,5	24,4	24,3
Колір	сірий	помаранчевий			
Еластичність	добра	добра	добра	добра	добра
Розтяжність, см	13,1	11,7	11,6	11,0	10,9
Значення ІДК, од. приладу	80	72	72	71	71
Гідратаційна здатність, %	195,4	186,0	186,1	185,7	185,6

З таблиці видно, що сумісне введення овочевих кріопаст та водно-спиртових екстрактів викликає зменшення показника приладу ВДК порівняно з контролем: додавання кріопасті з моркви і водно-спиртових екстрактів календули та кори дубу – на 10,0%; кріопасті з гарбуза і водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба – на 11,3%. Отримані дані свідчать про укріплення клейковини у присутності добавок. Гідратаційна здатність клейковини має тенденцію до зниження порівняно з контролем. Кількість сирової клейковини підвищується на 3,8...4,7% у разі додавання кріопасті з моркви та

водно-спиртових екстрактів календули і кори дуба відповідно, і на 3,0...3,4 % у разі додавання кріопасти з гарбуза та водно-спиртових екстрактів. За умови внесення добавок сумісно із водно-спиртовими екстрактами клейковина переходить з II до I групи якості [209].

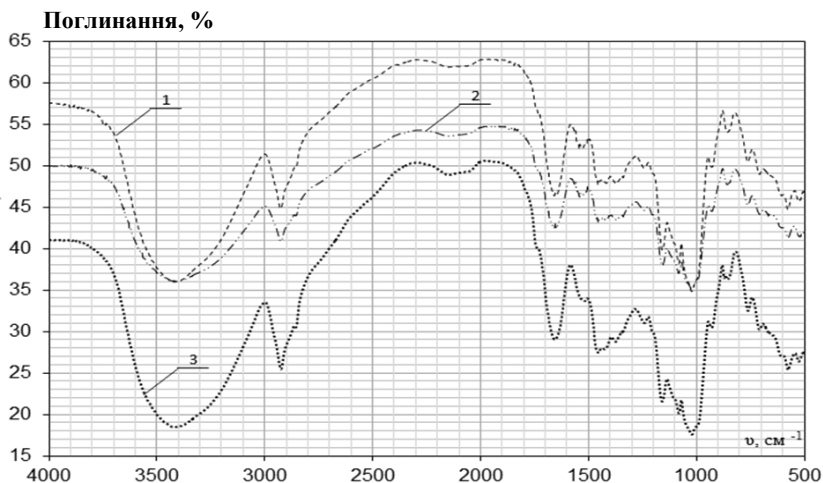
Додавання водно-спиртових екстрактів може спричинити зміни адгезії макаронного тіста, що, в свою чергу, може вплинути на процес формування макаронних виробів. Для перевірки цього проведено відповідні дослідження, результати яких наведено на рис. 3.4.



**Рисунок 3.4 – Характеристика показника адгезії (Па) макаронного тіста з додаванням 1,0% VSE та кріопасти з моркви (А) та з гарбуза (Б) у кількості (% до маси борошна): 1 – 5,0; 2 – 10,0; 3 – 15,0**

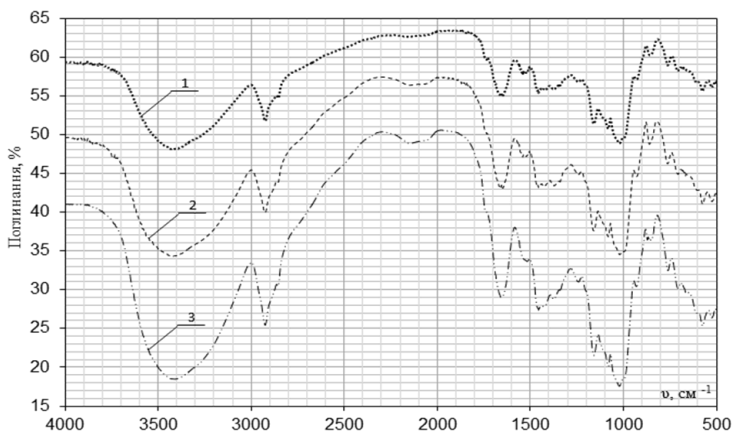
Порівняння результатів, наведених у табл. 3.4 та на рис. 3.4, свідчить, що додавання водно-спиртових екстрактів майже не впливає на показник адгезії макаронного тіста. Так, за умови додавання водно-спиртового екстракту календули адгезія залишається на рівні зразків без додавання водно-спиртових екстрактів, а додавання водно-спиртового екстракту кори дуба приводить до зниження показника адгезії на 1,8...3,0%. Ймовірно, це відбувається за рахунок введення до складу макаронного тіста дубильних речовин, що містяться у корі дуба. Але на процес формування макаронних виробів таке зниження не вплине.

Попередніми дослідженнями встановлено, що за умови введення водно-спиртових екстрактів календули та кори дубу суттєво гальмується швидкість окиснення каротиноїдів (рис. 3.3). Для уточнення змін у структурі макаронного тіста під час введення цих водно-спиртових екстрактів було отримано ІЧ-спектри зразків тіста (рис. 3.5–3.8).

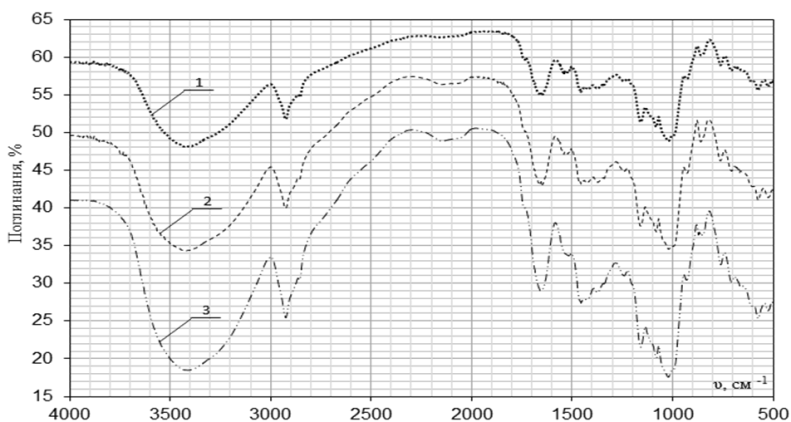


**Рисунок 3.5 – ІЧ-спектри зразків макаронного тіста: 1 – з додаванням 15,0% кріопасти з моркви, 2 – з додаванням 15,0% кріопасти з моркви та 1,0% водно-спиртового екстракту кори дуба, 3 – без добавок (контроль)**

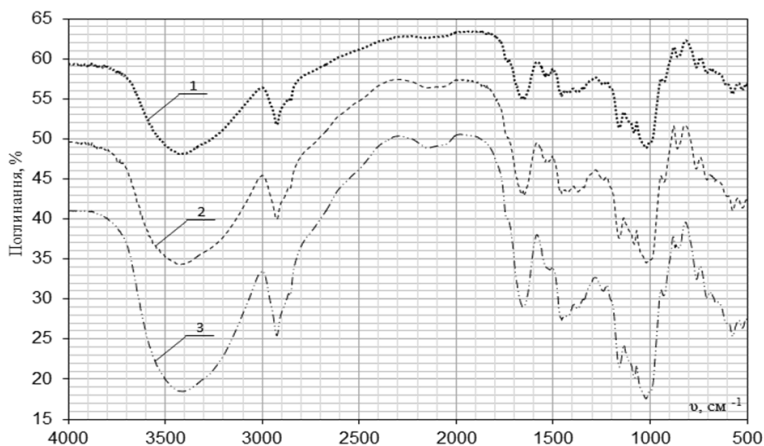
Порівняння ІЧ-спектрів макаронного тіста свідчить, що за додавання водно-спиртових екстрактів календули і кори дуба в зоні частот від 3200 до 3650  $\text{cm}^{-1}$ , характерних для валентних коливань функціональних груп -ОН, що входять до складу фенольних сполук, дубильних речовин спостерігається збільшення інтенсивності спектрів за рахунок наявності цих речовин в екстрактах. Саме ці речовини сприяють уповільненню окиснення каротиноїдів.



**Рисунок 3.6 – ІЧ-спектри зразків макаронного тіста: 1 – з додаванням 15,0% кріюпасти з моркви, 2 – з додаванням 15,0% кріюпасти з моркви та 1,0% водно-спиртового екстракту календули, 3 – без добавок (контроль)**



**Рисунок 3.7 – ІЧ-спектри зразків макаронного тіста: 1 – з додаванням 15,0% кріюпасти з гарбуза, 2 – з додаванням 15,0% кріюпасти з гарбуза та 1,0% водно-спиртового екстракту кори дуба, 3 – без добавок (контроль)**



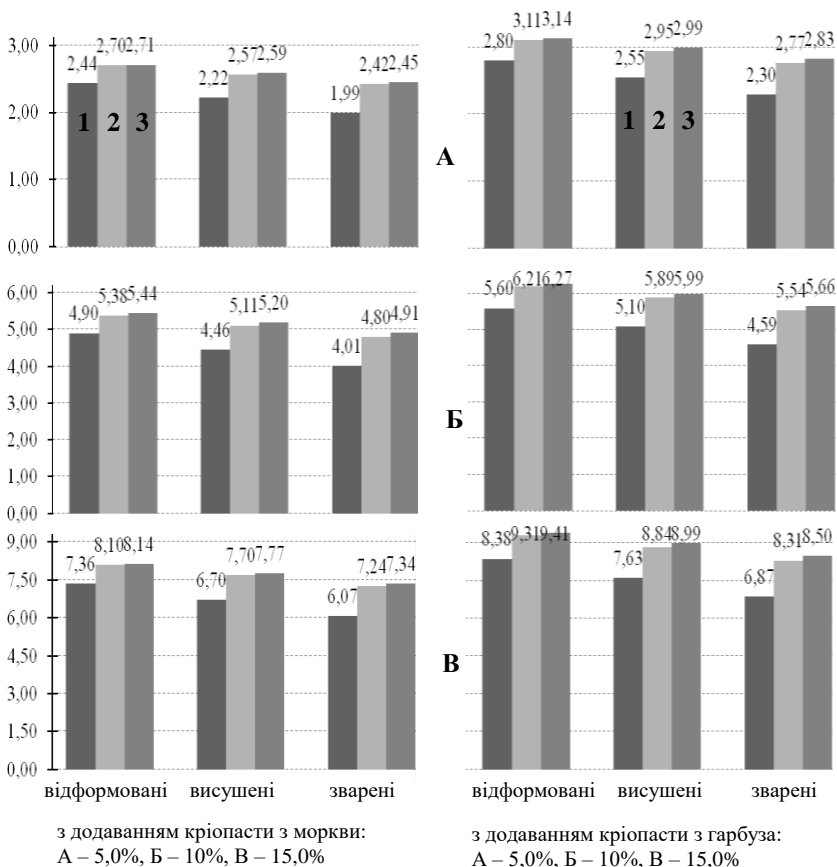
**Рисунок 3.8 – ІЧ-спектри зразків макаронного тіста: 1 – з додаванням 15,0% кріюпасти з гарбуза, 2 – з додаванням 15,0% кріюпасти з гарбуза та 1,0% водно-спиртового екстракту календули, 3 – без добавок (контроль)**

За умов додавання водно-спиртового екстракту календули інтенсивність спектрів підвищується також в зоні частот від 500 до 550  $\text{cm}^{-1}$ , характерних для каротиноїдів. Це свідчить про збільшення їх кількості у макаронному тісті за рахунок екстрагування у водно-спиртовий екстракт.

Результати вивчення вмісту каротиноїдів в макаронних виробих в перерахунку на сухі речовини на різних етапах технологічної обробки у присутності обраних водно-спиртових екстрактів наведено на рис. 3.9.

Подані відомості свідчать, що додавання водно-спиртових екстрактів суттєво гальмує руйнування каротину у макаронних виробих. Так, під час сушіння макаронні вироби втрачають 4,0...5,0% та 5,0...5,1% каротиноїдів, відповідно, у разі використанні кріюпаст з моркви та гарбуза за умови додавання водно-спиртового екстракту календули та 4,4...4,5% і 4,4...4,7% каротиноїдів, відповідно, у разі використання кріюпасти з моркви та гарбуза за умови додавання водно-спиртового екстракту кори дубу. Це майже у 1,8...2,3 рази менше, ніж під час сушіння макаронних виробів без додавання екстрактів.





**Рисунок 3.9 – Вміст каротиноїдів в макаронних виробках: 1 – без ВСЕ (контроль), 2 – з ВСЕ календули, 3 – з ВСЕ кори дубу**

Втрати каротиноїдів під час варіння макаронних виробів складають 5,8...6,1% та 5,1...5,6 % у разі додавання водно-спиртових екстрактів з календули та кори дубу відповідно. Порівняно зі зразками без екстрактів втрати каротиноїдів зменшуються у 1,6...2,0 рази. Таким чином, додавання обох водно-спиртових екстрактів сприяє зниженню ступеня руйнування каротиноїдів.

Проведеними дослідженнями було встановлено раціональні дозування кріопаст з моркви та гарбуза, а також ВСЕ календули та

кори дуба у кількості 15,0% та 1,0% відповідно. Результатом впливу цих добавок на органолептичні, фізико-хімічні показники та варильні властивості макаронних виробів наведено у табл. 3.5.

**Таблиця 3.5 – Показники якості макаронних виробів з додаванням 15,0% кріопаст та 1,0% водно-спиртових екстрактів**  
( $n=5$ ,  $P \leq 0,05$ ,  $\sigma = 3 \dots 5,0\%$ )

Показник якості	Значення показників якості виробів з додаванням				
	0 (контроль)	кріопасти з моркви		кріопасти з гарбуза	
		ВСЕ кален- дули	ВСЕ кори дуба	ВСЕ кален- дули	ВСЕ кори дуба
Органолептичні показники					
Стан поверхні	Гладка, не шорстка, без тріщин				
Колір	Однотонний кремовий, без слідів непромісу	Однотонний помаранчевий, без слідів непромісу			
Смак та запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього присмаку і запаху				
Фізико-хімічні показники					
Вологість, %	13,0				
Кислотність, °Н	0,8				
Варильні показники					
Стан виробів після варки	Вироби зберігають форму, не злипаються, не утворюють грудочок				
Тривалість варки до готовності, хв.	8,0				
Коефіцієнт збільшення маси	2,60	2,29	2,27		
Втрати СР, %	3,52	2,25	1,94		
Питома міцність макаронних виробів, МПа	9,20	13,2	13,4		

Як видно з поданих відомостей, сумісне використання кріопаст та водно-спиртових екстрактів приводить до покращення кольору виробів, він змінюється від кремового в контрольному зразку до помаранчевого у разі додавання 15,0% кріопаст. Смак та запах виробів не змінюються, сторонній присмак не з'являється. Тривалість варіння

виробів залишається на контрольному рівні. Коефіцієнт збільшення маси зменшується на 11,9% та 12,7%, відповідно, за умов додавання кріопасти з моркви та кріопасти з гарбуза. Внесення до макаронного тіста кріопасти з моркви приводить до зменшення втрат сухих речовин, що переходять у варильне середовище, на 36,1%, кріопасти з гарбуза – на 44,9%. Питома міцність макаронних виробів з добавками перевищує контрольний зразок у 1,43...1,46 разів. Таким чином, використання кріопаст з моркви або гарбуза та водно-спиртових екстрактів календули або кори дуба дозволяє отримати макаронні вироби з гарними органолептичними та варильними показниками.

### **3.4. Дослідження процесу сушіння макаронних виробів**

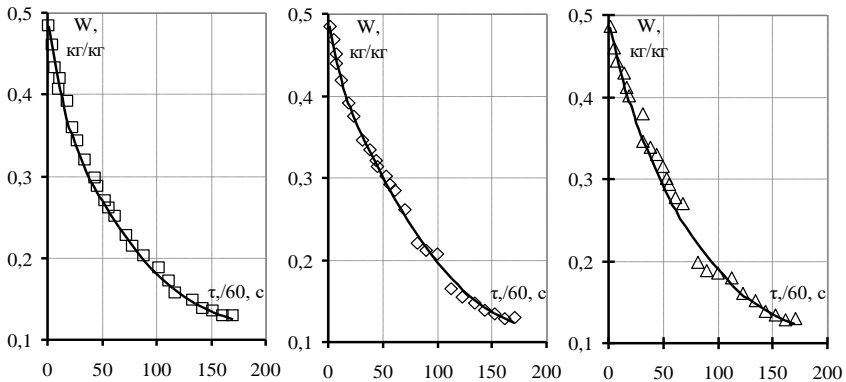
Однією з найвідповідальніших стадій технологічного процесу виробництва макаронних виробів, від якої залежить якість отриманої продукції, енергоємність технології, є стадія сушіння. Як відомо, вона проводиться у два етапи, що пов'язано зі зміною структурно-механічних властивостей макаронних виробів у процесі видалення вологи. На першому етапі сушіння сирих виробів, які проявляють пластичні властивості, можна проводити за жорстких умов, це не призведе до руйнування їх структури. За мірою зменшення вологи пластичні властивості поступово переходять у пружно-пластичні, що потребує використання більш щадних режимів сушіння. Перехід з жорстких на м'які умови сушіння відбувається при вологості макаронних виробів на рівні 20%.

Результати, отримані під час дослідження впливу кріопаст з моркви та гарбуза на структурно-механічні властивості макаронного тіста, на форми зв'язку води у ньому свідчать про укріплення структури тіста та збільшення кількості зв'язаної вологи. З літературних джерел відомо, що ці чинники можуть впливати на протікання процесу сушіння макаронних виробів. Авторами [276] встановлено, що є кореляція між швидкістю видалення води з макаронних виробів і поліпшувальною дією добавок. Показано, що добавки, які позитивно впливають на якість виробів, сприяють швидшому видаленню вологи на другому етапі сушіння. На прикладі додавання овочевих порошоків (з моркви та буряка) доведено, що їх введення у макаронне тісто сприяє зменшенню розміру та об'єму макропор, утворенню більш тонкопористої структури виробів, що

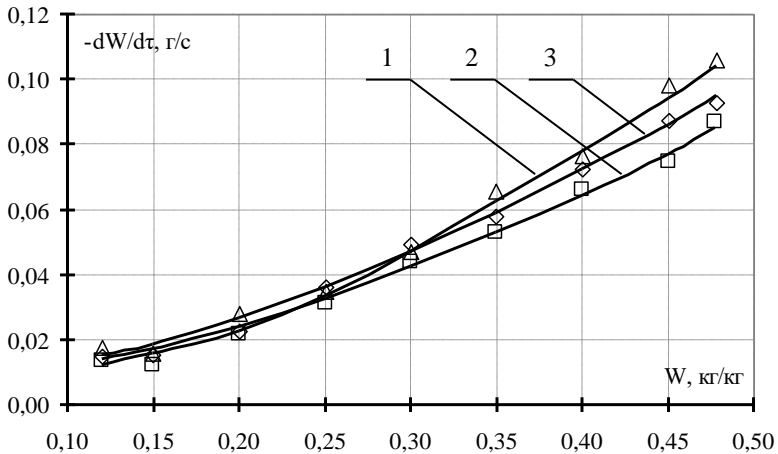
приводить до скорочення загальної тривалості сушіння макаронних виробів за рахунок прискорення другого етапу.

Дослідження кінетики сушіння макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза раніше не проводилися. Тому вважали за необхідне дослідити вплив обраних добавок на процес сушіння розроблених макаронних виробів.

Макаронні вироби (тонку вермішель) сушили у лабораторних умовах у сушильній шафі ШСМ У 4.2 за наступних параметрів: температура сушильного агенту – 55°C, відносна вологість – 60...65%, природна конвекція повітря в шафі. Режими сушіння обирали на основі аналізу літературних джерел [178, 212]. Наважка виробів складала 1170 г, товщина шару приблизно 2 см. Сушіння проводилось до кінцевої вологості 13,0%. За результатами вимірювання будували криві кінетики сушіння в координатах вологовміст-поточний час  $W=f(\tau)$  (рис. 3.10) та криві швидкості сушіння  $dW/d\tau = f(W)$ , отримані диференціюванням аналітичної функції, яка апроксимує експериментальні дані (рис. 3.11).



**Рисунок 3.10 – Кінетика сушіння макаронних виробів: А – без добавок (контроль), Б – з додаванням 15,0% кріопасті з моркви, В – з додаванням 15,0% кріопасті з гарбуза**



**Рисунок 3.11 – Швидкість сушіння макаронних виробів: 1 – без добавок (контроль), 2 – з додаванням 15,0% кріопасті з моркви, 3 – з додаванням 15,0% кріопасті з гарбуза**

Як видно з наведених результатів, криві сушіння контрольних виробів та виробів з добавками умовно можна поділити на два етапи. На першому етапі сушіння вологовміст виробів зменшується з 45,0 до 30,0% з більшою швидкістю ніж на другому етапі сушіння (з 30,0 до 13,0%), причому на обох етапах сушіння швидкість постійно зменшується. Це викликано тим, що основну долю вологи в макаронних виробках складає зв'язана волога (адсорбційна та осмотична), яка має низькі коефіцієнти дифузії. Критичний вологовміст за даними кривих сушіння знаходиться в межах 27,0...29,0%, (вологість 21,0...22,0%). За цього вологовмісту має здійснюватися перехід від жорстких до м'яких умов сушіння. Характерним є той факт, що додавання кріопаст не змінює тривалість сушіння, який у всіх проведених експериментах складав близько 170×60 с.

Отримані дані не корелюють з даними авторів [177], які встановили, що додавання овочевих порошоків приводить до скорочення часу сушіння макаронних виробів на 15,0...20,0%. Це, можливо, пов'язано з особливістю структури кріопаст і утворенням

більш міцної будови макаронного тіста за умови їх додавання. Схожі результати було отримано у разі додавання морквяної пасти [183].

Апроксимація кривих сушіння здійснювалась за рівняннями, запропонованими проф. Потаповим В.О. [318] для колоїдних капілярно-пористих матеріалів за умов низькоінтенсивного сушіння.

Кінетика сушіння

$$W(\tau) = W_{0f} \exp\left(-\frac{a_{mf}}{R_v^2} \tau\right) + W_{0b} \exp\left(-\frac{a_{mb}}{R_v^2} \tau\right), \quad (3.1)$$

швидкість сушіння

$$\frac{dW(\tau)}{d\tau} = -W_{0f} \frac{a_{mf}}{R_v^2} \exp\left(-\frac{a_{mf}}{R_v^2} \tau\right) - W_{0b} \frac{a_{mb}}{R_v^2} \exp\left(-\frac{a_{mb}}{R_v^2} \tau\right), \quad (3.2)$$

де  $W$  - поточний вологовміст, кг води/кг СР;

$W_{0f}$  - початковий вміст вільної води, кг води/кг СР;

$W_{0b}$  - початковий вміст зв'язаної води, кг води/кг СР;

$a_{mf}$  - коефіцієнт дифузії вільної води, м<sup>2</sup>/с;

$a_{mb}$  - коефіцієнт зв'язаної вільної води, м<sup>2</sup>/с;

$R_v$  - характерний розмір макаронних виробів, ( $R_v = V/F$ , де  $V$  - об'єм

виробу,  $F$  - площа його поверхні), м;

$\tau$  - поточний час, с.

Критичний вологовміст  $W_{кр}$  визначали за умов, коли швидкість видалення вільної та зв'язаної води однакові, а саме

$$W_{0f} \frac{a_{mf}}{R_v^2} \exp\left(-\frac{a_{mf}}{R_v^2} \tau_{кр}\right) = W_{0b} \frac{a_{mb}}{R_v^2} \exp\left(-\frac{a_{mb}}{R_v^2} \tau_{кр}\right), \quad (3.3)$$

де  $\tau_{кр}$  - критичний час (тривалість першого етапу сушіння), с,

$$W_{кр} = W_{0f} \exp\left(-\frac{a_{mf}}{R_v^2} \tau_{кр}\right) + W_{0b} \exp\left(-\frac{a_{mb}}{R_v^2} \tau_{кр}\right), \quad (3.4)$$

де  $W_{кр}$  - критичний вологовміст, кг води/кг СР.

Невідомі коефіцієнти  $W_{0f}$ ,  $W_{0b}$ ,  $a_{mf}$ ,  $a_{mb}$  у рівнянні для кінетики сушіння (3.1) визначали методами нелінійної регресії експериментальних даних у прикладному пакеті Mathcad. Характерний розмір тонкої вермішелі вимірювали:  $R_V = 0,37 \cdot 10^{-3}$  м. Визначені таким чином параметри математичної моделі (4.1)-(4.4), наведено у табл. 3.6.

**Таблиця 3.6 – Кінетичні параметри кривих сушіння макаронних виробів**

Параметр	Контроль	Вироби з додаванням 15,0% кріопаст	
		з моркви	з гарбуза
Вміст вільної вологи, $W_{0f}$ , кг/кг	0,17	0,18	0,19
Вміст зв'язаної вологи, $W_{0b}$ , кг/кг	0,3	0,3	0,3
Тривалість першого етапу сушіння, $\tau_{кр} \times 60^{-1}$ , с	51	54	53
Критичний вологовміст, $W_{кр}$ , кг/кг	0,27	0,29	0,28
Коефіцієнт дифузії вільної вологи, $a_{mf}$ , м <sup>2</sup> /с	$5,96 \cdot 10^{-11}$	$4,35 \cdot 10^{-11}$	$4,92 \cdot 10^{-11}$
Коефіцієнт дифузії зв'язаної вологи, $a_{mb}$ , м <sup>2</sup> /с	$1,18 \cdot 10^{-11}$	$1,24 \cdot 10^{-11}$	$1,27 \cdot 10^{-11}$

Наведені у таблиці дані дозволяють зробити висновок про те, що додавання кріопаст позитивно впливає на процес сушіння макаронних виробів порівняно з контролем. Загальна тривалість сушіння не змінюється (таким чином і енерговитрати на процес теж), але зменшується швидкість сушіння на першому етапі, що важливо з точки зору рівномірності вологовидалення за товщиною виробу, бо, як відомо, саме значний перепад вологовмісту між поверхневими та центральними шарами макаронних виробів є причиною їх розтріскування. Це підтверджується зменшенням коефіцієнту дифузії вільної вологи на 20...30% у разі додавання кріопаст порівняно з контролем. Зменшення коефіцієнту дифузії вільної вологи, ймовірно, викликано зміною капілярної структури тіста, а саме – збільшенням доли мікропор у тісті, а також збільшенням в'язкості рідини у макропорах у разі додавання кріопаст.

Підвищення коефіцієнту дифузії зв'язаної вологи у разі додавання кріопаст на 4,0...7,0%, вірогідно, пов'язано зі зменшенням усадки макаронних виробів у порівнянні з контролем. Відомо, що усадка колоїдних капілярно-пористих матеріалів пропорційна градієнту вологовмісту. Як вже зазначалось, для виробів з додаванням кріопаст такі градієнти менші, оскільки швидкість сушіння на першому етапі для них менша, ніж для контролю. Зазначимо, що згідно з даними табл. 3.6 коефіцієнти дифузії для виробів з кріопастою з моркви менше, ніж для виробів з кріопастою з гарбуза. Це повністю корелює з даними про час спін-спінової релаксації для макаронних виробів з додаванням кріопаст, які свідчать про меншу рухомість води у виробках з додаванням кріопасті з моркви, ніж кріопасті з гарбуза (рис. 2.1).

Таким чином, додавання кріопаст з моркви та гарбуза позитивно впливає на процес сушіння макаронних виробів, а саме:

- не збільшується загальна тривалість процесу сушіння;
- уповільнюється швидкість вологовидалення на першому етапі сушіння, завдяки зменшенню коефіцієнту дифузії вільної вологи, що сприяє зниженню ризику розтріскування макаронних виробів;
- пришвидшується видалення вологи на другому етапі, завдяки збільшенню коефіцієнту дифузії зв'язаної вологи, що відкриває можливість для зменшення енерговитрат шляхом вибору раціональних режимів сушіння макаронних виробів саме на другому етапі.

### **3.5. Зміна показників якості макаронних виробів під час зберігання**

Для встановлення зміни показників якості макаронних виробів в процесі зберігання досліджували їх органолептичні та фізико-хімічні показники протягом 10 місяців з періодичністю 1 раз на місяць. Результати досліджень наведено у табл. 3.7.

Як видно з поданих відомостей впродовж 7 місяців зберігання не спостерігається змін органолептичних показників якості макаронних виробів. Після цього періоду їх колір змінюється з помаранчевого на жовтий, що можна пояснити зменшенням кількості каротиноїдів у процесі зберігання. Фізико-хімічні показники залишаються на одному рівні, за виключенням кислотності. У зразках з додаванням кріопаст та водно-спиртових екстрактів через 6 місяців зберігання вона зростає на 0,1 град. На нашу думку, це пов'язано з процесами окиснення каротиноїдів.



Таблиця 3.7 – Органолептичні та фізико-хімічні показники макаронних виробів під час зберігання  
(n=5, P≤0,05, σ=3...5%)

Найменування показника	Термін зберігання, міс.									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Контроль</b>										
Колір	Однотонний кремовий									
Форма	Правильна, відповідає типу виробу									
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього									
Кислотність, °Н	0,9									
Вологість, %	13,0									
<b>Макаронні вироби з кріпастою з моркви та ВСЕ календули</b>										
Колір	Однотонний помаранчевий								Жовтий	
Форма	Правильна, відповідає типу виробу									
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього									
Кислотність, °Н	0,9					1,0				
Вологість, %	13,0									
<b>Макаронні вироби з кріпастою з моркви та ВСЕ кори дуба</b>										
Колір	Однотонний помаранчевий								Жовтий	
Форма	Правильна, відповідає типу виробу									
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього									
Кислотність, °Н	0,9					1,0				
Вологість, %	13,0									
<b>Макаронні вироби з кріпастою з гарбуза та ВСЕ календули</b>										
Колір	Однотонний помаранчевий								Жовтий	
Форма	Правильна, відповідає типу виробу									
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього									
Кислотність, °Н	0,9					1,0				
Вологість, %	13,0									
<b>Макаронні вироби з кріпастою з гарбуза та ВСЕ кори дуба</b>										
Колір	Однотонний помаранчевий								Жовтий	
Форма	Правильна, відповідає типу виробу									
Смак і запах	Властивий даному виду виробів, без стороннього									
Кислотність, °Н	0,9					1,0				
Вологість, %	13,0									

Отримані результати свідчать, що готові макаронні вироби з добавками відповідають вимогам нормативної документації за фізико-хімічними показниками якості протягом 10 місяців зберігання. Але визначальним чинником для встановлення терміну зберігання макаронних виробів з овочевими кріпастами та водно-спиртовими екстрактами є ступінь збереженості каротиноїдів. Тому, під час

визначення органолептичних та фізико-хімічних показників якості макаронних виробів, ми паралельно досліджували вміст у них каротиноїдів. Контрольними зразками у цих дослідженнях були макаронні вироби з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза без додавання водно-спиртових екстрактів. Результати дослідження зміни вмісту каротиноїдів у макаронних виробах під час зберігання наведено у табл. 3.8.

Як видно з таблиці, за 1 місяць зберігання у контрольних зразках виробів з додаванням кріопаст відбулося швидке руйнування каротиноїдів, а у дослідних – повільне. Так, у висушених виробах з додаванням кріопасті з моркви у порівнянні з початковими даними руйнування каротиноїдів становило 41,5%, з додаванням спиртового екстракту календули – 5,0%, а кори дуба – 5,2%. У разі додавання кріопасті з гарбуза руйнування каротиноїдів у контрольному зразку становило 42,0%, а у разі додавання спиртових екстрактів календули та кори дуба – 5,0% та 5,1% відповідно.

За 2 місяці зберігання у контрольних зразках виробів з додаванням кріопаст продовжувалося більш швидке руйнування каротиноїдів, ніж у дослідних. У висушених виробах з додаванням кріопасті з моркви у порівнянні з початковими даними руйнування каротину становило 59,4%, з додаванням водно-спиртового екстракту календули – 8,9%, а з екстрактом кори дуба – 9,1%. У разі додавання кріопасті із гарбуза руйнування каротиноїдів у контрольному зразку було на рівні 48,1%, а у разі додавання водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба – 7,0% та 7,6% відповідно.

За 3 місяці зберігання у висушених виробах з додаванням кріопасті з моркви у порівнянні з початковими даними ступінь руйнування каротиноїдів складав 65,2%, з додаванням водно-спиртового екстракту календули – 12,5%, а екстракту кори дуба – 12,9%. У разі додавання кріопасті з гарбуза руйнування каротиноїдів у контрольному зразку становило 58,2%, а у разі додавання водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба – 9,1% та 10,5% відповідно.

Таблиця 3.8 – Зміна вмісту каротиноїдів у макаронних виробих з додаванням 15,0% кріонаст та 1,0 % водно-спиртових екстрактів під час зберігання

(n=5, P≤0,05, σ=3...5%)

Термін зберігання, місяців	Готовність макаронних виробів	Вміст каротиноїдів, мг/100 г СР, у виробих з додаванням:					
		кріонасти з моркви	кріонасти з гарбуза	кріонасти з моркви та ВСЕ календули	кріонасти з моркви та ВСЕ кори дуба	кріонасти з гарбуза та ВСЕ календули	кріонасти з гарбуза та ВСЕз кори дуба
0	висушені	6,70	7,63	7,70	7,77	8,84	8,99
	зварені	6,07	6,87	7,24	7,34	8,31	8,50
1	висушені	3,92	4,43	7,32	7,37	8,40	8,51
	зварені	3,53	3,99	6,95	7,03	7,98	8,06
2	висушені	2,72	3,96	7,00	7,06	8,84	8,31
	зварені	2,45	3,56	6,65	6,75	8,22	7,85
3	висушені	2,33	3,19	6,73	6,77	8,04	8,05
	зварені	2,10	2,87	6,39	6,46	7,55	7,60
4	висушені	1,94	2,70	6,05	6,11	7,09	7,15
	зварені	1,75	2,43	5,75	5,87	6,66	6,76
5	висушені	1,65	1,91	5,37	5,45	6,14	6,25
	зварені	1,49	1,72	5,10	5,20	5,77	5,91
6	висушені	1,46	1,71	4,69	4,80	5,18	5,34
	зварені	1,31	1,54	4,46	4,59	4,87	5,05
7	висушені	1,28	1,50	3,76	3,85	4,16	4,30
	зварені	1,15	1,35	3,57	3,68	3,91	4,06
8	висушені	1,10	1,29	2,83	2,90	3,14	3,26
	зварені	0,99	1,16	2,69	2,77	2,95	3,08
9	висушені	0,92	1,08	1,90	1,95	2,12	2,22
	зварені	0,83	0,97	1,81	1,86	1,99	2,11
10	висушені	0,75	0,86	0,96	1,02	1,11	1,19
	зварені	0,68	0,78	0,91	0,97	1,05	1,12

За 6 місяців зберігання у висушених виробках з додаванням кріопасті з моркви у порівнянні з початковими даними кількість каротиноїдів зменшилася на 78,2%, з додаванням водно-спиртового екстракту календули – на 39,1%, а екстракту кори дуба – на 38,2%. У разі додавання кріопасті із гарбуза руйнування каротиноїдів у контрольному зразку становило 77,6%, а у разі додавання водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба – 41,4% та 40,6% відповідно.

Тобто, додавання водно-спиртових екстрактів дозволяє зменшити втрати каротиноїдів протягом першого місяця зберігання у 8 разів, другого – у 5...6 разів, півроку – майже у 2 рази.

За подальшого зберігання продовжувалося руйнування каротиноїдів. Через 10 місяців у висушених виробках з додаванням кріопасті з моркви у порівнянні з початковими даними вміст каротиноїдів зменшився на 88,8%, з додаванням водно-спиртового екстракту календули – на 87,5%, а екстракту кори дуба – на 86,9%. У разі додавання кріопасті із гарбуза ступінь руйнування каротиноїдів у контрольному зразку становив 88,7%, а у разі додавання водно-спиртових екстрактів календули та кори дуба – 87,4% та 86,8% відповідно.

На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що у зв'язку зі значним руйнуванням каротиноїдів зберігати макаронні вироби з додаванням кріопасті і водно-спиртових екстрактів більше 6 місяців не доцільно.

### **3.6. Оптимізація технологічних параметрів виготовлення макаронних виробів, збагачених на каротиноїди**

Дослідження структурно-механічних властивостей макаронного тіста показали, що додавання кріопасті з моркви та гарбуза в макаронне тісто збільшує час його утворення у порівнянні з традиційним макаронним тістом без добавок. На основі отриманих результатів було припущено (розділ 2.3), що введення в рецептуру макаронних виробів кріопасті з моркви та гарбуза може спричинити незначне подовження часу замісу макаронного тіста для отримання тістової маси з необхідними властивостями.

Для встановлення оптимального часу замісу макаронного тіста було використано математичний метод планування повного факторного експерименту ПФЕ 2<sup>2</sup>. За критерій оптимізації було обрано показник міцності висушених макаронних виробів (МПа), а за оптимізувальні

фактори – тривалість замісу макаронного тіста ( $X_1$ , с) та кількість кріопаст ( $X_2$ , %). Нижні та верхні рівні факторів варіювання для макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза наведені в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Рівні факторів та інтервали варіювання

Рівень фактору	Значення факторів варіювання	
	Тривалість замісу макаронного тіста, % ( $X_1$ )	Дозування кріопасті з моркви (гарбуза), % ( $X_2$ )
Нульовий рівень	7	10
Інтервал варіювання	2	5
Нижній рівень	5	5
Верхній рівень	9	15

Завданням оптимізації було визначення таких значень факторів, за яких буде спостерігатися максимальна міцність макаронних виробів.

Реалізація експерименту за обраним планом, розрахунок коефіцієнтів рівняння регресії та математична обробка даних за допомогою стандартного програмного пакета MathCad дозволили отримати адекватні реальному технологічному процесу регресійні залежності параметра оптимізації від керуючих факторів:

$$Y_1(X_1, X_2) = 0,331 \cdot X_1 + 0,40186 \cdot X_2 + 0,0175X_1^2 + 0,2268 \cdot X_2^2 + 0,005 \cdot X_1 \cdot X_2 + 9,63975 \quad (3.5)$$

де  $Y_1$  – міцність макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви;

$$Y_2(X_1, X_2) = 0,331 \cdot X_1 + 0,41186 \cdot X_2 + 0,0175X_1^2 + 0,2268 \cdot X_2^2 + 0,005 \cdot X_1 \cdot X_2 + 9,63975 \quad (3.6)$$

де  $Y_2$  – міцність макаронних виробів з додаванням кріопаст з гарбуза.

Отримані математичні моделі було використано для оптимізації обраних параметрів за методом найменших квадратів.

Обробка математичних моделей показала, що оптимальним часом замісу макаронного тіста з додаванням кріопаст з моркви та

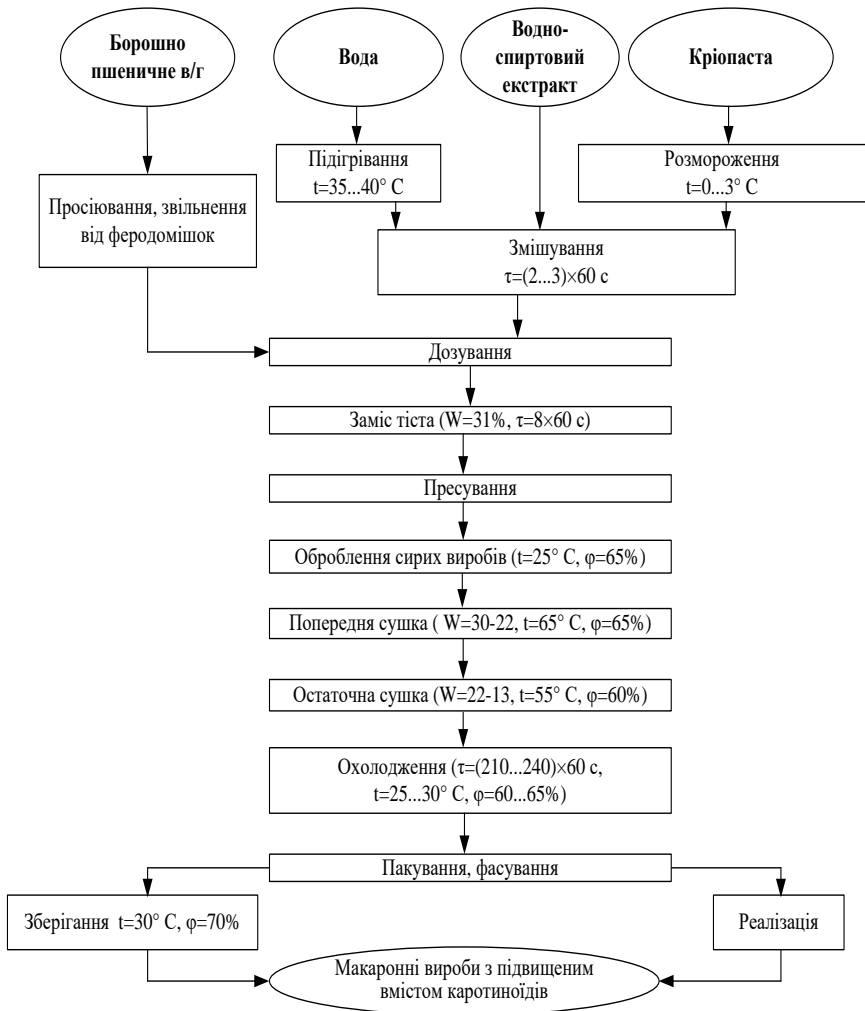
гарбуза у кількості 15,0% до маси пшеничного хлібопекарського борошна є 8 × 60 с. Цей час забезпечує формування максимальної міцності висушених макаронних виробів. Отримані дані було використано під час розробки рецептур та технологічних схем виготовлення макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів.

### 3.7. Розробка рецептур та технологічних схем виготовлення макаронних виробів

За результатами проведених досліджень нами розроблено рецептури (табл. 3.10) та технологічну схему виробництва (рис. 3.12) макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза, водно-спиртових екстрактів календули і кори дуба.

**Таблиця 3.10 – Рецептури макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза, водно-спиртових екстрактів календули і кори дуба**

Сировина	Вміст сухих речовин, %	Витрати сировини на 100 кг макаронних виробів, кг, з додаванням			
		кріопасті з моркви та ВСЕ календули або кори дуба		кріопасті з гарбуза та ВСЕ календули або кори дуба	
		В натурі	У сухих речовинах	В натурі	У сухих речовинах
Борошно пшеничне	85,50	100,0	85,50	100,0	85,50
Кріопаста з моркви	12,50	15,00	1,88	–	–
Кріопаста з гарбуза	12,00	–	–	15,00	1,80
ВСЕ календули	9,00	0,33	0,03	0,33	0,03
ВСЕ кори дуба	9,00	0,33	0,03	0,33	0,03
Вода	0,00	За розрахунком			



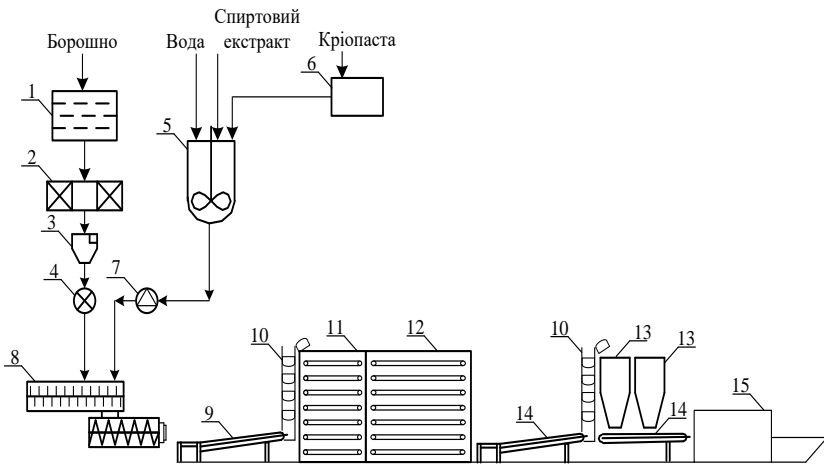
**Рисунок 3.12 – Технологічна схема виробництва макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів**

Технологічна схема розроблених макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів із введенням обраних добавок відрізняється від традиційної додатковою стадією дефростації кріопаст з моркви та гарбуза, приготуванням водної фази, яку готують шляхом

змішування води, водно-спиртових екстрактів та кріопаст. Таке введення компонентів забезпечує найбільш рівномірне розподілення добавок у макаронному тісті, проявлення їх властивостей в системі та усуває можливість нерівномірного забарвлення готових виробів.

Технологічні параметри виготовлення макаронних виробів, збагачених на каротиноїди, відрізняються від традиційної технології макаронних виробів без добавок збільшеним часом замісу з 6×60 с до 8×60 с, що встановлено в результаті оптимізації цієї стадії та підтверджено під час дослідження впливу кріопаст з моркви та гарбуза на формування структурно-механічних властивостей макаронного тіста. Параметри технологічних стадій сушіння, оброблення, охолодження та стабілізації макаронних виробів з додаванням дослідних кріопаст не відрізняються від традиційних.

Апаратурно-технологічну схему виготовлення макаронних виробів наведено на рис. 3.13.



**Рисунок 3.13** – Апаратурно-технологічна схема виробництва макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів: 1 – просіювач; 2 – магнітний уловлювач; 3 – ваги; 4 – роторний дозатор; 5 – змішувач рідких компонентів; 6 – ємність для розморожування кріопаст; 7 – насос-дозатор; 8 – макаронний прес; 9 – трабатто; 10 – ковшовий елеватор; 11 – камера попередньої сушки; 12 – камера остаточної сушки; 13 – бункер-накопичувач; 14 – стрічковий транспортер; 15 – пакувальна машина



За основу взято традиційну апаратурно-технологічну схему виготовлення короткорізаних макаронних виробів без добавок. Для підготовки кріопаст з моркви та гарбуза передбачено встановлення спеціальної ємності (6), в якій дефростують кріопасті, та змішувача рідких компонентів (5), де відбувається приготування рідкої фази, для просіювання борошна та звільнення його від металомагнітних домішок встановлені просіювач (1) та магнітний уловлювач (2). Замішування та ущільнення тіста здійснюється у шнековому макаронному пресі (8), сушка – у камерах попередньої (11) та остаточної (12) сушки. Для охолодження та стабілізації висушених макаронних виробів встановлено бункери-накопичувачі (13). Транспортування сирих та висушених макаронних виробів відбувається за допомогою ковшових елеваторів (10) та стрічкових транспортерів (14).

### 3.8. Дослідження харчової та біологічної цінності макаронних виробів

Харчова цінність продуктів харчування визначається вмістом білків, жирів, вуглеводів, вітамінів та мінеральних речовин [319]. Тому наступним етапом було дослідження вмісту біологічно активних і поживних речовин у макаронних виробках з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза. Отримані результати подано в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Вміст біологічно активних і поживних речовин у 100 г макаронних виробів з додаванням овочевих кріопаст (n=5, P≤0,05, σ=3...5%)

Біологічно активні і поживні речовини	Вироби макаронні без добавок (контроль)	Вироби макаронні з додаванням кріопасті з	
		моркви	гарбуза
1	2	3	4
Білки, г	10,40	10,54	10,55
Жири, г	0,90	0,94	0,90
Вуглеводи, г	74,20	75,64	75,16
моно- та дисахариди	1,60	2,31	2,23
крохмаль	67,70	67,92	67,73
Харчові волокна, г	1,95	2,45	2,42

Продовження табл. 3.11.

1	2	3	4
целюлоза	1,80	2,23	2,04
геміцелюлози	0,15	0,18	0,18
пектинові речовини	–	0,04	0,20
Низькомолекулярні фенольні сполуки (за рутином), мг	–	13,54	9,21
Каротиноїди, мг	–	5,23	6,65
Вітаміни, мг			
токоферол (Е)	1,50	1,54	1,53
тіамін (В <sub>1</sub> )	0,17	0,18	0,21
рибофлавін (В <sub>2</sub> )	0,04	0,05	0,06
піридоксин (В <sub>6</sub> )	0,14	0,19	0,19
ніацин (РР)	3,00	3,02	3,75
Макро- та мікроелементи, мг			
К	122,00	130,87	127,10
Ca	18,00	20,52	21,06
Mg	16,00	17,70	17,92
Na	10,00	10,37	6,05
P	82,00	87,25	85,75
Fe	1,20	1,25	1,26

Як видно з таблиці, додавання кріопаст з моркви та гарбуза дозволяє збагатити макаронні вироби каротиноїдами у кількості 5,23 мг/100г у разі додавання кріопасті з моркви та 6,65 мг/100г у разі додавання кріопасті з гарбуза, низькомолекулярними фенольними сполуками – 13,54 та 9,21 мг/100г відповідно; збільшити вміст харчових волокон – на 25,6% та 24,1% відповідно. Вироби збагачуються мінеральними речовинами та вітамінами: у разі додавання кріопасті з моркви підвищується вміст калію на 7,3%, кальцію – на 14,0%, магнію – на 10,6%, фосфору – на 6,4%, вітаміну В<sub>2</sub> – на 25%, вітаміну В<sub>6</sub> – на 37%; кріопаста з гарбуза сприяє підвищенню кількості кальцію на 17,0%, магнію – на 12,0%, вітаміну В<sub>1</sub> – на 23,5%, вітаміну В<sub>2</sub> – на 50%, вітаміну В<sub>6</sub> – на 37%, вітаміну РР – на 25%.

### 3.9. Розрахунок комплексного показника якості макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів

Розрахунки комплексного та інтегрального показників якості нового продукту проводили згідно з використанням принципів кваліметрії [320, 321]. Для розрахунку комплексного показника якості макаронних виробів з додаванням кріопасті з моркви та водно-спиртових екстрактів календули або кори дуба та макаронних виробів з додаванням кріопасті з гарбуза та водно-спиртових екстрактів календули або кори дуба було побудовано усікнене «дерево властивостей», яке містить найважливіші показники якості макаронних виробів, а саме органолептичні, фізико-хімічні, варильні, їх біологічну і харчову цінність (рис. 3.14).

<b>ЯКІСТЬ ПРОДУКТУ</b>	<b>Комплексний показник</b>	<b>РА</b> Органо- лептичні показники	Pa1	Зовнішній вигляд та форма
			Pa2	Стан виробів після варки
			Pa3	Колір виробів
			Pa4	Смак виробів
			Pa5	Запах виробів
		<b>РВ</b> Фізико- хімічні та варильні показники	Pb1	Вологість
			Pb2	Кислотність
			Pb3	Коефіцієнт збільшення маси
			Pb4	Кількість СР, що перейшли у варильне середовище
			Pb5	Міцність виробів
		<b>РС</b> Біологічна і харчова цінність	Pc1	Вміст каротиноїдів
			Pc2	Вміст низькомолекулярних фенольних сполук
			Pc3	Вміст харчових волокон
			Pc4	Вміст магнію
			Pc5	Вміст кальцію

**Рисунок 3.14** – «Дерево властивостей» макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів

Згідно з побудованим для оцінки якості макаронних виробів «деревом властивостей» до групи А, що характеризує органолептичні показники продукту, відносяться зовнішній вигляд та форма виробів, стан виробів після варки, їх колір, смак та запах.

До групи В, яка визначається фізико-хімічними та варильними показниками, включено вологість, кислотність, кількість поглиненої води, кількість речовин, що перейшли у варильне середовище, та міцність виробів. Група властивостей С об'єднує групу показників, які характеризують хімічний склад готових виробів – вміст каротиноїдів, низькомолекулярних фенольних сполук, харчових волокон, магнію та кальцію.

Для обраного кола властивостей визначали необхідні показники якості та виражали їх через абсолютні показники  $P_i$ .

Обчислення групового показника властивостей групи А (органолептичні) здійснювали з використанням 50-бальної шкали оцінювання, а для груп В, С, брали значення, виміряні за допомогою стандартних методик з визначенням базових показників. Переведення отриманих абсолютних значень у відносні безрозмірні величини для органолептичних властивостей здійснено за відношенням до їх базових значень:

$$q = P_i / P_{баз} \quad (3.7)$$

Для показників груп В та С за базовий брали максимальне значення того чи іншого показника (табл. 3.12).

*Таблиця 3.12 – Базові показники для властивостей груп В та С*

Група властивостей	Показник	Одиниці вимірювання	Значення базового показника
<b>В</b>	<b>P<sub>b1</sub></b>	%	13,0
	<b>P<sub>b2</sub></b>	° Н	4,0
	<b>P<sub>b3</sub></b>	–	2,6
	<b>P<sub>b4</sub></b>	%	3,52
	<b>P<sub>b5</sub></b>	МПа	9,2
<b>С</b>	<b>P<sub>c1</sub></b>	мг/100 г	6,65
	<b>P<sub>c2</sub></b>	мг/100 г	13,54
	<b>P<sub>c3</sub></b>	г/100 г	2,45
	<b>P<sub>c4</sub></b>	мг/100 г	17,92
	<b>P<sub>c5</sub></b>	мг/100 г	21,06

Результати переведення абсолютних показників якості у відносні безрозмірні величини наведено у табл. 3.13. Визначення внутрішньогрупових та міжгрупових коефіцієнтів вагомості проводилося експертним методом.

Таблиця 3.13 – Визначення відносних показників якості зразків

Одиниці вимірювання	К <sub>г</sub> -ті показники якості				Відносні показники якості			
	код	конт- роль	зразо к № 1*	зразо к № 2*	код	конт- роль	зразо к № 1	зразо к № 2
Бали	РА <sub>1</sub>	46	50	47	КА <sub>1</sub>	0,92	1,00	0,94
Бали	РА <sub>2</sub>	48	48	45	КА <sub>2</sub>	0,96	0,96	0,90
Бали	РА <sub>3</sub>	48	50	50	КА <sub>3</sub>	0,96	1,00	1,00
Бали	РА <sub>4</sub>	48	48	48	КА <sub>4</sub>	0,96	0,96	0,96
Бали	РА <sub>5</sub>	47	50	50	КА <sub>5</sub>	0,94	1,00	1,00
%	РВ <sub>1</sub>	13,00	13,00	13,00	КВ <sub>1</sub>	1,00	1,00	1,00
° Н	РВ <sub>2</sub>	0,90	0,90	0,90	КВ <sub>2</sub>	1,00	1,00	1,00
–	РВ <sub>3</sub>	2,60	2,29	2,27	КВ <sub>3</sub>	1,00	1,14	1,15
%	РВ <sub>4</sub>	3,52	2,25	1,94	КВ <sub>4</sub>	1,00	1,56	1,81
МПа	РВ <sub>5</sub>	9,2	13,2	13,4	КВ <sub>5</sub>	1,00	1,43	1,46
мг/100г	РС <sub>1</sub>	-	5,23	6,65	КС <sub>1</sub>	-	0,79	1,00
мг/100г	РС <sub>2</sub>	-	13,54	9,21	КС <sub>2</sub>	-	1,00	0,68
г/100г	РС <sub>3</sub>	1,95	2,45	2,42	КС <sub>3</sub>	0,80	1,00	0,99
мг/100г	РС <sub>4</sub>	16,00	17,70	17,92	КС <sub>4</sub>	0,89	0,99	1,00
мг/100г	РС <sub>5</sub>	18,00	20,52	21,06	КС <sub>5</sub>	0,85	0,97	1,00

\* Зразок №1 – макаронні вироби з додаванням кріопасти з моркви та водно-спиртових екстрактів календули, Зразок №2 – макаронні вироби з додаванням кріопасти з гарбуза та водно-спиртових екстрактів календули.

У зв'язку з тим, що визначення вагомості досліджуваних показників не можна підрахувати жодним з рахункових шляхів, використовували експертний метод, заснований на усередненій думці спеціалістів. Для розрахунку використовували формулу

$$a = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n a_j, \quad (3.8)$$

де  $a_i$  – середнє арифметичне значення коефіцієнта вагомості  $i$ -го показника якості;

$n$  – число показників якості продукції;

$N$  – число експертів;

$a_{ij}$  – параметри вагомості  $i$ -го показника, дані  $j$ -м експертом.

Експертною групою співробітників ХДУХТ визначено внутрішньогрупові та міжгрупові коефіцієнти вагомості кожного показника якості з дотриманням такої умови:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1 \quad (3.9)$$

де  $M_i$  – коефіцієнт вагомості  $i$ -того показника;

$n$  – число показників якості продукції в окремій групі.

Дані розрахункових коефіцієнтів вагомості для властивостей макаронних виробів наведено в табл 3.14.

**Таблиця 3.14 – Коефіцієнти вагомості показників якості для окремих груп властивостей макаронних виробів**

Для властивостей груп А	МА <sub>1</sub>	МА <sub>2</sub>	МА <sub>3</sub>	МА <sub>4</sub>	МА <sub>5</sub>
	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Для властивостей груп В	МВ <sub>1</sub>	МВ <sub>2</sub>	МВ <sub>3</sub>	МВ <sub>4</sub>	МВ <sub>5</sub>
	0,15	0,15	0,25	0,25	0,20
Для властивостей груп С	МС <sub>1</sub>	МС <sub>2</sub>	МС <sub>3</sub>	МС <sub>4</sub>	МС <sub>5</sub>
	0,30	0,20	0,15	0,15	0,20

Наступним кроком був розрахунок групової оцінки (К) якості зразків макаронних виробів для кожної групи властивостей.

Для групи властивостей А:

$$K_{a0} = (M_{a1} \times q_{a1}) + (M_{a2} \times q_{a2}) + (M_{a3} \times q_{a3}) + (M_{a4} \times q_{a4}) + (M_{a5} \times q_{a5}).$$

Для групи властивостей В:

$$K_{b0} = (M_{b1} \times q_{b1}) + (M_{b2} \times q_{b2}) + (M_{b3} \times q_{b3}) + (M_{b4} \times q_{b4}) + (M_{b5} \times q_{b5}).$$

Для групи властивостей С:

$$K_{c0} = (M_{c1} \cdot q_{c1}) + (M_{c2} \cdot q_{c2}) + (M_{c3} \cdot q_{c3}) + (M_{c4} \cdot q_{c4}) + (M_{c5} \cdot q_{c5})$$

Для визначення комплексного показника якості досліджених зразків визначали коефіцієнти вагомості для окремих груп властивостей (табл. 3.15).

**Таблиця 3.15 – Міжгрупові коефіцієнти вагомості для макаронних виробів**

Групи показників	Ma <sub>0</sub>	Mb <sub>0</sub>	Mc <sub>0</sub>
Коефіцієнт вагомості	0,25	0,3	0,45

Комплексну оцінку якості досліджуваних зразків визначали за формулою

$$K_0 = \sum M_i(m_i q_i) \quad (3.10)$$

де  $M_i$  – міжгрупові коефіцієнти вагомості;

$m_i$  – коефіцієнти вагомості окремих показників якості;

$q_i$  – відносні показники якості.

За шкалою оцінки розподіляються таким чином: дуже добре – 1,00...0,80; добре – 0,80...0,63; задовільно – 0,63...0,37; погано – 0,37...0,20; дуже погано – 0,20...0,00

За результатами розрахунків встановлено, що комплексна оцінка якості контрольного зразка складає 0,71 і відповідає показнику «добре». Комплексна оцінка зразка макаронних виробів з додаванням кріопасти з моркви та водно-спиртових екстрактів календули або кори дуба складає 0,99 і відповідає показнику «дуже добре», а макаронних виробів з додаванням кріопасти з гарбуза та водно-спиртових екстрактів календули або кори дуба – 1,00, що також відповідає показнику «дуже добре».

### Висновки за розділом 3

1. На основі проведених досліджень та аналізу наукової літератури доведено доцільність використання водно-спиртових екстрактів з календули та кори дубу з метою підвищення ступеню збереженості. В їх присутності порівняно зі зразками без додавання екстрактів втрати каротиноїдів зменшуються у 1,8...2,3 рази на стадії сушіння та у 1,6...2,0 рази на стадії варіння.

2. Раціональним дозуванням кріопаст з моркви та гарбуза є 15,0% до маси борошна, а водно-спиртових екстрактів – 1,0% від маси води. Додавання дослідних добавок покращує органолептичні та варильні показники якості макаронних виробів. Вони набувають помаранчевого кольору, після варки зберігають форму, не злипаються, не утворюють грудочок, кількість сухих речовин, що переходять у варильну воду, зменшується на 36...45%, питома міцність макаронних виробів з добавками перевищує контрольний зразок у 1,43...1,46 разів.

3. Додавання кріопаст позитивно впливає на процес сушіння макаронних виробів: завдяки зменшенню коефіцієнту дифузії вільної вологи уповільнюється швидкість вологовидалення на першому етапі сушіння, що сприяє зниженню ризику розтріскування виробів; завдяки збільшенню коефіцієнту дифузії зв'язаної вологи пришвидшується видалення вологи на другому етапі, загальна тривалість сушіння при цьому не змінюється і складає близько 170×60 с.

4. Розроблена технологічна схема макаронних виробів із обраними добавками відрізняється від традиційної додатковою стадією дефростації кріопаст з моркви та гарбуза, приготуванням водної фази, яка складається з води, водно-спиртових екстрактів та кріопаст, подовженням тривалості стадії замісу тіста з 6×60 с до 8×60 с, що встановлено за результатами математичного моделювання.

5. Додавання кріопаст дозволяє збагатити продукцію на каротиноїди, низькомолекулярні фенольні сполуки; збільшити вміст харчових волокон; у разі додавання кріопасті з моркви підвищується вміст калію на 7,3%, кальцію – на 14,0%, магнію – на 10,6%, фосфору – на 6,4%; вітаміну В<sub>2</sub> – на 25%, В<sub>6</sub> – на 37%; кріопаста з гарбуза сприяє підвищенню кількості кальцію на 17,0%, магнію – на 12,0%, вітаміну В<sub>1</sub> – на 23,5%, В<sub>2</sub> – на 50%, В<sub>6</sub> – на 37%, РР – на 25%.

6. Комплексна оцінка макаронних виробів з додаванням кріопаст з моркви та гарбуза і водно-спиртових екстрактів календули або кори дуба перевищує комплексну оцінку макаронних виробів без добавок, що свідчить про їх конкурентоспроможність.



## ЗАКЛЮЧЕННЯ

На основі узагальнення світового наукового і практичного досвіду та результатів досліджень науково обґрунтовано доцільність застосування кріопаст з моркви та гарбуза у кількості 15,0% до маси борошна для створення збагачених на каротиноїди макаронних виробів високої якості з хлібопекарського борошна.

Встановлено, що додавання кріопаст з моркви та гарбуза впливає на властивості основних компонентів пшеничного борошна, а саме: сприяє укріпленню клейковини та підвищенню її кількості; збільшенню часу до початку клейстеризації крохмалю та підвищенню температури крохмальної суспензії за максимальної в'язкості.

У присутності кріопаст з моркви та гарбуза знижується адгезія тіста, що полегшує процес його оброблення та формування виробів; зменшується показник пластичної в'язкості тіста, завдяки чому відформовані вироби краще зберігатимуть форму. Час утворення тіста збільшується, тому для отримання тістової маси з необхідними структурно-механічними властивостями доцільно подовжити тривалість замісу.

За результатами ІЧ-спектроскопії виявлено утворення додаткових зв'язків у прісному тісті за умови додавання кріопаст, що свідчить про процеси міжмолекулярної перебудови під час приготування тіста та підтверджує збільшення кількості зв'язаної води, встановлене методом спіні-спінового відлуння.

Як речовини, що підвищують ступінь збереженості каротиноїдів, обрано водно-спиртові екстракти календули та кори дуба, їх додавання у кількості 1,0% від рецептурної маси води дозволило зменшити втрати каротиноїдів протягом першого місяця зберігання у 8 разів, другого – у 5...6 разів, півроку – майже у 2 рази.

У ході досліджень кінетики сушіння макаронних виробів, збагачених на каротиноїди, встановлено, що додавання кріопаст не змінює загальну тривалість сушіння, яка складає близько 170×60 с, але сприяє зменшенню швидкості сушіння на першому етапі у порівнянні з контрольним зразком. Критичний вологовміст, за якого має здійснюватися перехід від жорстких до м'яких умов сушіння, знаходиться в межах 27...29%, (вологість 21...22%).

На основі експериментальних даних удосконалено технологію макаронних виробів з підвищеним вмістом каротиноїдів, яка відрізняється від традиційної додатковою стадією дефростації кріопаст з моркви та гарбуза, приготуванням водної фази, що складається з

води, водно-спиртових екстрактів та кріопаст, подовженням тривалості стадії замісу тіста з 6×60 с до 8×60 с, що встановлено за результатами математичного моделювання.

Додавання кріопаст з моркви та гарбуза дозволяє збагатити макаронні вироби каротиноїдами у кількості 5,23 та 6,65 мг/100г, низькомолекулярними фенольними сполуками – 13,54 та 9,21 мг/100г відповідно; збільшити вміст харчових волокон на 25,6% та 24,1%, мінеральних речовин: калію, кальцію, магнію, фосфору, вітамінів В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, РР.

Комплексна оцінка макаронних виробів з додаванням кріопаст моркви та гарбуза і водно-спиртових екстрактів перевищує комплексну оцінку макаронних виробів без добавок, що свідчить про їх конкурентоспроможність.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rodriguez-Amaya D. B. Harvest Plus handbook for carotenoid analysis. Harvest techn.: monograph 2 / D. B. Rodriguez-Amaya. – Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT. HarvestPlus, 2004. – 58 p.
2. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов / Г. Бриттон. – М. : Мир, 1986. – 442 с.
3. Каротиноиды [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/1909.html>
4. Березовский В. М. Химия витаминов / В. М. Березовский. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 632 с.
5. U.S. Food and Drug Administration [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/gras/scogs/ucm261245.htm>
6. Каротиноиды: строение, биологические функции и перспективы применения / В. И. Дейнека, А. А. Шапошников, Л. А. Дейнека, и др. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2008. – № 6. – Т. 6. – С. 19–25.
7. Сушко С. П. Функции каротиноидов в генеративной системе растений : дис. ... канд. биол. наук : спец. 03.00.12 «Физиология и биохимия растений» / С. П. Сушко. – Киев, 1984. – 187 с.
8. Rodriguez-Amaya D.B. A guide to carotenoid analysis in foods / D.B. Rodriguez-Amaya ISLI Press. – Washington: D.C., 2001. – 64 p.
9. Rao A. V. Carotenoids and human health / A. V. Rao, L. G. Rao // Pharmacological Research. – 2007. – V. 55. – P. 207–216.
10. Энциклопедия традиционной и нетрадиционной медицины [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.bibliotekar.ru/med/med6-1.htm>.
11. Can dietary beta-carotene materially reduce human cancer rates? / Peto R., Doll R., Buckley J.D. et al. // Nature. – 1981. – V. 290. – P. 201–208.
12. Krinski N. I. The biological properties of carotenoids: (Pap) 10th Int. Sump. Carotenoids, Trondheim / N. I. Krinski // Pure and Appl. Chem. – 1994. – №5. – P. 1003–1010.
13. Gastric alpha tokopherol and beta-carotene concentration in association with Helicobacter pylori infection / Z. W. Zhang, S. E. Patchctt, D. Peretti et al. // European Journal Of Gastroenterology & Hepatology. – 2000. – № 5. – P. 497–503.
14. Heber D. Overview of Mechanisms of Action of Lycopene / D. Heber, Y. Qing // Society for Experimental Biology and Medicine – 2002. – №227. – P. 920–923.

15. Goni I. Bioaccessibility of beta-carotene, lutein, and lycopene from fruits and vegetables / J. Serrano, F. J. Saura-Calixto // *Agric Food Chem.* – 2006. – № 54 (15). – P. 53–82.

16. Delia B. *Food Carotenoids : Chemistry, Biology and Technology* / B. Delia. – Wiley-Blackwell, 2015. – 328 p.

17. Svelander C. In vitro bioaccessibility of carotenes: Influence of microstructure in tomato and carrot as modified by processing. PhD Thesis. / Svelander C. – Chalmers University of Technology. – 2011. – 69 p.

18. Вашека О. М. Перспектива використання рослинних харчових добавок для виробництва молочних продуктів функціонального призначення / О. М. Вашека, Т. О. Рашевська // *Продукты и ингредиенты.* – 2005. – № 11 (20). – С. 61–62.

19. Using phyto- and carotene containing raw material sinemulsion – type sauces technology / O. Kohan, G. Lyavinets, A. Gavrish et al. // *Матеріали Другого північно-східного Європейського конгресу харчових наук NEEFOOD-2013 KYIV, May 26-29, 2013, NUFT, Kyiv, Ukraine.* – 2013. – P. 217.

20. Муратова Е. И. Способы улучшения качества и повышения пищевой ценности кондитерских изделий / Е. И. Муратова, П. М. Смолихина // *Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России : [Электронный ресурс].* – Материалы III международной научно-практической интернет-конференции 15 ноября – 15 декабря 2013 г.

21. Дорохович В. В. Застосування морквяного соку при розробленні бісквітів функціонального призначення / В. В. Дорохович // *Продукты & Ингредиенты.* – 2013. – № 8. – С. 22–23.

22. Разработка функциональных оздоровительных наноапитков на основе молочной сыворотки / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарская, Т. С. Абрамова, и др. // *Вост.-Европ. журн. передовых технологий.* – 2014. – № 6/10. – С. 59–64.

23. Касьянов Г. И. Производство и использование криопорошков из овощей и фруктов / Г. И. Касьянов, В. В. Ломачинский // *Известия вузов. Пищевая технология:* – 2010. – № 2–3 – С. 64–65.

24. Перфилова О. В. Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / О. В. Перфилова. – М. – 2009. – 26 с.

25. Технологии производства хлебобулочных изделий на основе овощных порошков / В. Я. Черных, В. Ю. Митин, Н. В. Родичева, О. А. Годунов // Хлебопечение России. – 2014. – № 4. – С. 32–35.

26. Дегтярнова К. О. Використання продуктів комплексної переробки відходів виробництва соку гарбуза для створення нових лікарських засобів: дис. ... канд. фарм. наук : спец. 15.00.03 «Первинна обробка та зберігання продуктів рослинництва» / К. О. Дегтярнова – Х., 2015. – 143 с.

27. Сучасні способи вилучення каротиноїдів із рослинних джерел / К. Павленко, М. Волосецька, С. Бондаренко, О. Подобій // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : програма і матеріали 80 міжнародної наукової конф. молодих учених, аспірантів і студентів, 10–11 квітня 2014 р. – К. : НУХТ, 2014. – Ч. 2. – С. 697–698.

28. Бандуренко Г. М. Технология получения каротинсодержащих обогатителей / Г. М. Бандуренко, Т. Н. Левковская // Наука сегодня: теория, методология, практика, проблематика : сборник научных докладов, 30.07.2014 – 31.07.2014 г. – Сопот «Diamond trading tour», 2014. – Ч. 7. – С. 34–36.

29. Активация гидрофильных свойств каротиноидов растительного сырья : монография / В. В. Погарская, Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко и др. ; Харьк. гос. ун-т питания и торговли, Харьк. торг.-экон. ин-т Киев. нац. торгово-экон. ун-та. – Х., 2013. – 344 с.

30. Труфанов А. В. Биохимия витаминов и антивитаминов / А. В. Труфанов. – 2-е изд., перер. и доп. – М. : Колос, 1972. – 328 с.

31. Никитюк В. Г. Каротиноиды и их значение в живой природе и для человека / В. Г. Никитюк. – Х. : Гос. науч. центр лек-х ср-в, 1974. – 150 с.

32. Fernández-García E. Carotenoids bioavailability from foods: from plant pigments to efficient biological activities / E. Fernández-García, I. Carvajal-Lérida, M. Jarén-Galán, J. Garrido-Fernández, A. Pérez-Gálvez, D. Hornero-Méndez // Food Res Int., 2012. – № 46. – P. 438–450.

33. Механизмы окисления β-каротина и полиеновых жирных кислот / С. Б. Гомбоева, К. Б. Шумаев, Н. И. Гесслер, В. В. Ланкин // Доклады РАН. – 2001. – Т. 377, № 3. – С. 402–405.

34. Влияние сопутствующих соединений корнеплодов красной моркови на растворимость каротиноидов / Е. В. Комарова, Л. И. Перикова, В. М. Болотов, Е. А. Флорик // Труды БГУ. Химия, технология органических веществ и биотехнология. – 2014. – № 4. – С. 183–186.

35. Химическая модификация природных каротиноидов расти-

тельного сыря / В. М. Болотов, В. С. Черепнин, Н. А. Жеребцов, Е. В. Киселева // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1996. – № 1–2. – С. 19–22.

36. Шатнюк Л. Н. Использование инновационных ингредиентов в молочной индустрии: научное обоснование и практический опыт / Л. Н. Шатнюк, В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Пищевая индустрия. – 2012. – № 9. – С. 22–25.

37. Погарська В. В. Вивчення перетворення жиророзчинного каротину в водорозчинний та виявлення його механізму при отриманні каротиноїдних БАД / В. В. Погарська, О. І. Черевко // Наукові праці ОНАХТ. – Одеса : ОНАХТ, 2006. – Вип. 28. – С. 142–146.

38. Низькотемпературна активація гідрофільних властивостей каротиноїдів при отриманні наноструктурованих кріопаст із каротинвмісних овочів для молочної продуктів / Р. Ю. Павлюк та ін. // Молокопереробка. – 2009. – № 10 (49). – С.20–24.

39. Погарська В. В. Наукове обґрунтування технологій каротиноїдних і хлорофілвмісних рослинних добавок : дис. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.03 «Первинна обробка та зберігання продуктів рослинництва» / В. В. Погарська – Одеса : ОНАХТ, 2012. – 36 с.

40. Что такое антиоксиданты и с чем их едят? [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://doctor.itop.net/ArticleItem.aspx?ArticleId=814>

41. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и влияние их на здоровье и старение человека / Я. И. Яшин, В. Ю. Рыжнев, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова. – М. : Транс Лит, 2009. – 212 с.

42. Азатян В. В. Ингибирование цепных реакций / В. В. Азатян, Е. Т. Денисов // Черноголовка. – М., 1997. – С. 71–78.

43. Aluyor E. O. The use of antioxidants in vegetable oils – A review / E. O. Aluyor, M. Ori-Jesu // African Journal of Biotechnology. – 2008. – Vol. 7 (25). – P. 4836–4842.

44. Пат. 89254 Україна: МПК14 C11B 5/00. Спосіб гальмування окиснення жирів, олій та жировмісних продуктів / Білоус О. В., Демидов І. М.; заявник і патентовласник Білоус О. В., Демидов І. М. – № 89254 ; заявл. 02.12.2013 ; опубл. 10.04.2014, Бюл. № 7.

45. The antioxidative effect of Iranian Mentha pulegium extracts and essential oil in sunflower oil / A. Kamkar, A. J. Javan, F. Asadi, M. Kamalinejad // Food and Chemical Toxicology. – 2010. – V. 48, № 7. – P. 1796–1800.

46. Özcan M. M. Antioxidant effect of essential oils of rosemary,

clove and cinnamon on hazelnut and poppy oils / M. M. Özcan, D. Arslan // *Food Chemistry*. – 2011. – Vol. 129, Iss. 1. – P. 171–174.

47. Ayadi M. Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants / M. Ayadi, N. Kamoun, H. Attia // *Food and Chemical Toxicology*. – 2009. – Vol. 47, Iss. 10. – P. 2613–2619.

48. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with  $\alpha$ -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil / A. R. Hras, M. Hadolin, Z. Knez, D. Bauman // *Food Chemistry*. – 2007 – Vol. 71, Iss. 2. – P. 229–233.

49. Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions / S. Iqbal, S. Haleem, M. Akhtar, et al. // *Food Research International*. – 2008. – Vol. 41, Iss. 2. – P. 194–200.

50. Дубініна А. А. Стабілізація до окиснення ліпідів арахісово-ляного купажу / А. А. Дубініна, С. О. Ленерт, О. О. Хоменко // *Технологический аудит и резервы производства*. – 2014. – № 4 (2). – С. 10–14.

51. Пат. 385572 СССР, МПК А 21d 2/00, А 23 1/16. Способ предотвращения разрушения каротиноидов в макаронных изделиях / Назаров Н. И., Лукьянов А. Б., Кондратенко С. С., Егорова Н. И.; заявитель и патентообладатель Назаров Н. И., Лукьянов А. Б., Кондратенко С. С., Егорова Н. И. – № 1683274/28-13 ; заявл. 27.07.1972 ; опубл. 14.06.1973, Бюл.26.

52. Патент 2093151. Российская Федерация, МПК А 61 К 31/01, А 61 К 31/01, А 61 К 35:78 Способ предотвращения инактивации ликопина / Капитанов А. Б.; Муратова Л. Е.; Пименов А. М.; заявитель и патентообладатель Капитанов А. Б.; Муратова Л. Е.; Пименов А. М. – № 2003133993/04 ; заявл. 27.07.1995 ; опубл. 20.10.1997, Бюл. № 11.

53. Патент 2438358. Российская Федерация, МПК А 23 L 1/303, А 61 К 31/07 Устойчивые и биологически доступные композиции изомеров каротиноидов для кожи и волос / Бортлик К., Ламбеле П., Ришель М.; заявитель и патентообладатель Бортлик К., Ламбеле П., Ришель М. – № 2009108341/13 ; заявл. 20.09.2010 ; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 01.

54. Carotenoid mixtures protect multilamellar liposomes against oxidative damage: synergistic effects of lycopene and lutein / W. Stahl, A. Junghans, B. Boer, E. S. Driomina et al. // *FEBS Letters*, 1998. – V. 427. – № 2. P. 305–308.

55. Назаров Н. И. Влияние поверхностно активных веществ на содержание каротиноидов в макаронных изделиях / Н. И. Назаров,

С. С. Кондратенко, Н. И. Егорова // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – 1972. – № 2. – С. 20.

56. Троїцька О. О. Дослідження ефективності стабілізуючої дії відходу виробництва мікробного β-каротину / О. О. Троїцька // Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. – 2015. – № 3. – С. 255–259.

57. Пат. 2292735 Российская Федерация, МПК А23К3/00. Способ стабилизации каротина в травяной муке / Мелихов В. В. ; заявитель и патентообладатель Гос. научн. учрежд. Всеросс. научн-исслед. ин-т орошаемого земледелия РАСХН. – № 2005128584/13 ; заявл. 13.19.05 ; опубл. 10.02.07, Бюл. № 07.

58. Филлипенко Т. А. Фенольные соединения растительных экстрактов и их активность в реакции с дифенилпикрилгидразилом / Т. А. Филлипенко, Н. И. Белая, А. Н. Николаевский // Химико-фармацевтический журнал, 2004. – Т. 38. – № 8. – С. 34–36.

59. Агаджанян А. Х. Антиоксидантные свойства некоторых лекарственных растений / А. Х. Агаджанян, А. А. Агаджанян // Биологический журнал Армении, 2012. – № 4 (64) – С.76–79.

60. Hammond B. Carotenoids / Billy R. Hammond Jr, Lisa M. Renzi // American Society for Nutrition. Adv. Nutr., 2013. – № 4. – P. 474–476.

61. Токтосунова Б. Стабилизация пектином каротиноидов морковного сока / Б. Токтосунова // Вестник КазНТУ, 2011. – № 4 (86). – С. 58–60.

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

63. Щербакова Т. В. Стабілізація природного кольору продуктів переробки фруктів і овочів : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.15 «Товарознавство» / Т. В. Щербакова. – Х., 2009. – 21 с.

64. Тукачев В. Е. Совершенствование процесса высокотемпературной сушки макаронных изделий из муки мягких сортов пшениц с целью повышения их качества : дис. ... канд. техн. наук: спец 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств» / В. Е. Тукачев. – Кемерово, 2011. – 181 с.

65. Данилова Л. Природні антиоксиданти / Л. Данилова // Харчова і переробна промисловість. – 1997. – № 3. – С. 18–19.

66. Кухтина Е. Н. Особенности антиокислительного действия токоферолов как природных антиоксидантов / Е. Н. Кухтина,



Н. Г. Храпова, Е. Б. Буракова. – М. : ДАН СССР, 1983. – Т. 272. – №3. – С.729–732.

67. О вопросах стабилизации липидных препаратов смесями витаминов Е, А, β-каротина и лецитина / И. В. Кугузова, Н. М. Сторожок, И. П. Рудакова, А. И. Тенцова // Фармация. – 1997. – № 5. – С. 23–24.

68. Горетова О. В. Пути сохранения качества жиров, используемых в общественном питании / О. В. Горетова, А. А. Симонов // Проблемы индустрии общественного питания страны : Труды II Всес. науч. конф. : – М., 1989. – С. 78–79.

69. Назаров Н. И. Торможение окисления каротиноидов в макаронном тесте / Н. И. Назаров, С. С. Кондратенко, Н. И. Егорова // Изв. Вузов. Пищевая технология. – 1971. – № 4. – С. 19.

70. Левадна Т. І. Макаронні вироби з антиоксидантами / Т. І. Левадна, В. Г. Юрчак // Харчова і переробна промисловість. – 2001. – № 2–3. – С. 20–21.

71. Дьякова Т. С. Товароведная оценка и исследование антиоксидантных свойств фитодобавок из лекарственного сырья и их использование в продуктах профилактического действия : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.15 «Технология пищевой продукции» / Т. С. Дьякова. – Х. – 1998. – 248 с.

72. Кретович В. Л. Биохимия растений / В. Л. Кретович. – М. : Высшая школа, 1980. – 445 с.

73. Аджихметова С. Л. Антиоксидантная активность экстрактов из листьев, плодов и стеблей крыжовника отклоненного (*GROSSULARIA RECLINATA* (L) MILL.) / С. Л. Аджихметова, О. А. Андреева, Э. Т. Оганесян // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10. – Ч. 9. – С. 127–130.

74. Базарнова Ю. Г. Исследование содержания некоторых биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью, в дикорастущих плодах и травах / Ю. Г. Базарнова // Вопросы питания. – 2007. – № 1 – С. 22–25.

75. Коргина Т. В. Разработка макаронных изделий, обладающих антиоксидантными свойствами / Т. В. Коргина, Г. А. Осипова // Приоритеты и научное обеспечение реализации государственной политики здорового питания в России : Матер. III междунар. научно-практ. интернет-конф. – Орел : Госуниверситет УНПК, 2013. – С. 125–128.

76. Куркин В. А. Флавоноиды как биологически активные соединения лекарственных растений / В. А. Куркин, А. В. Куркина, Е. В. Авдеева // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11 (ч. 9).

– С. 1897–1901.

77. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: mechanism and actions / M. A. Soobrattee, V. S. Neergheen, A. Luximon-Ramma et al. // *Mutation Research*. – 2005. – V. 579. – P. 200–213.

78. Flavonoids, coumarins, and cinnamic acids as antioxidants in a micellar system. Structure – activity relationship / M. Foti, M. Piattelli, M. T. Baratta, G. Ruberto // *J. Agric. Food Chem.* – 1996. – V. 44. – P. 497–501.

79. Rice-Evans C. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids / C. Rice-Evans, N.J. Miller, G. Paganga // *Free Rad. Biol. Med.* – 1996. – V. 20. – №7. – P. 933–956.

80. Triterpenoids from *Hippophae rhamnoides* L. and their nitric oxide production-inhibitory and DPPH radical-scavenging activities / Z.-G. Yang, H.-R. Li., L.-Y. Wang et al. // *Chem. Pharm. Bull.* – 2007. – V. 55. – №1. P. 15–18.

81. Півень О. М. Технологія стабілізації харчових жирів щодо окиснювального псування : автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.18.06 «Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів» / О. М. Півень. – Харків, 2007. – 17 с.

82. Филиппенко Т. А. Антиоксидантное действие экстрактов лекарственных растений и фракций их фенольных соединений / Т. А. Филиппенко, Н. Ю. Грибова // *Химия растительного сырья*. – 2012. – № 1 – С. 77–81.

83. Турова Е. Н. Применение электрохимических методов для оценки интегральной антиоксидантной способности лекарственного растительного сырья и пищевых продуктов : дис. ... канд. хим. наук : спец. 02.00.02 «Аналитическая химия» / Е. Н. Турова. – Казань. – 2001. – 145 с.

84. Новая технология использования CO<sub>2</sub>-экстракта хмеля в пивоварении / П. А. Некрасов, Л. А. Данилова, Т. А. Березка, Д. И. Иваненко // *Вісник НТУ «ХП»*. – 2015. – № 7. – С. 58–68.

85. Березка Т. О. Удосконалення технології високостійкого пива з використанням антиоксидантів з рослинної сировини : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.05 «Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння» / Т. О. Березка. – Київ, 2014. – 22 с.

86. Динамика изменения содержания каротиноидов в сырье календулы лекарственной в процессе хранения / Е. Л. Маланкина, Л. В. Кузнецова, Е. Л. Комарова, Л. Н. Козловская // *Лекарственные растения: фундаментальные и прикладные проблемы : материалы I Международной научной конференции (21–22 мая 2013 г.,*

г. Новосибирск); / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск : НГАУ, 2013. – С.198–200.

87. Федина П. А. Определение антиоксидантов в продуктах растительного происхождения амперометрическим методом / П. А. Федина, А. Я. Яшин, Н. И. Черноусова // Химия растительного сырья. – 2010. – № 2 – С. 91–97.

88. Antioxidant properties of marigold extracts / G. S. Ćetković, S. M. Djilas, J. M. Čanadanović-Brunet, V. T. Tumbas // Food Research International. – 2004. – V. 37. – P. 643–650.

89. Лубсандоржиева П. Б. Антиоксидантная активность экстрактов *calendula officinalis* L / П. Б. Лубсандоржиева // Химия растительного сырья. – 2009. – № 4 – С. 123–126.

90. Дзаурова М. М. Получение и исследование водного экстракта в условиях малоотходной технологии переработки цветков ноготков и его лекарственных форм : автореф. дисс. ... канд. фарм. наук : спец. 15.00.01 «Технология лекарств и организация фармацевтического дела» / М. М. Дзаурова. – Курск, 2007. – 24 с.

91. Шутова А. Г. Вторичные метаболиты растений как антиоксиданты, их измерения в онтогенезе и при обработке стимуляторами различной природы / А. Г. Шутова, С. Н. Шиш, А. М. Деева // Свободные радикалы в химии и жизни : сб. тез. докл. Междунар. конф. – Минск. – 2015. – С. 40–41.

92. Пат. 2321582 Российская Федерация: МПК C07C 403/24, C07C 32/21. Способ получения стабильной лютеиновой пасты из эфирного масла / Сунил Баскаран, Вишвараман Мохан; заявитель и патентообладатель Индэс Байотек Прайвет Лимитед. – № 2321582 ; заявл. 17.01.2005 ; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 10.

93. Стабілізація каротиноїдів у порошкоподібних добавках із використанням натуральних інгредієнтів / В. В. Погарська, Р. Ю. Павлюк, Н. П. Савченко, О. О. Максимова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2011. – Вип. 2. – С. 71–79.

94. Украинцы переходят на хлеб и воду – Госстат [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://ubr.ua/market/trade/ukraintsy-perekhodjat-na-khleb-i-vodu-hosstat-3854275?utm\\_source=gravitec&utm\\_medium=push&utm\\_campaign=push](https://ubr.ua/market/trade/ukraintsy-perekhodjat-na-khleb-i-vodu-hosstat-3854275?utm_source=gravitec&utm_medium=push&utm_campaign=push)

95. У 2017 році Україна збільшила експорт кондитерських виробів на 10% [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://ipress.ua/news/u\\_2017\\_rotsi\\_ukraina\\_zbilshyla\\_eksport\\_kondyterskyh\\_vyrobiv\\_na\\_10\\_239977.html](http://ipress.ua/news/u_2017_rotsi_ukraina_zbilshyla_eksport_kondyterskyh_vyrobiv_na_10_239977.html)

96. Антипова Л. В. Перспективы применения люпина в пищевой промышленности / Л. В. Антипова, Ж. И. Богатырева // Успехи современного естествознания. – 2007. – № 10. С. 88 – 89.

97. Тарасенко Н. А. Порошок из семян люпина – перспективный белковый обогатитель продуктов питания / Н. А. Тарасенко, Ю. Н. Никонович, Н. В. Михайленко, Н. П. Ершова. – Научный журнал КубГАУ. – №129(05). – 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ej.kubagro.ru/2017/05/pdf/20.pdf>

98. Пат. 2059388 Россия, МПК6, А 23 L 1/20, А 23 J 1/14. Способ получения полуфабриката из люпина для продуктов питания / Головченко В. И., Кучеренко В. Г., Кучеренко Н. М., Головченко О. В., Седлецкий М. А.; заявитель и патентообладатель Головченко В. И., Кучеренко В. Г., Кучеренко Н. М., Головченко О. В., Седлецкий М. А. – №5040757/13 ; заявл. 29.04.92 ; опубл. 10.05.96, Бюл. №13.

99. Красильников В. Н. Новый песочный полуфабрикат / В. Н. Красильников, Н. Н. Фролова, Л. К. Хрулева // Пищевая промышленность. – № 9. – 1994. – С. 7–8.

100. Пат. № 2602289 Россия, МПК6, А 23 L 1/20, А 23 J 1/14. Мучное кондитерское изделие функционального назначения / Черных И. А., Калманович С. А., Тарасенко Н. А.; заявитель и патентообладатель Черных И. А., Калманович С. А., Тарасенко Н. А. – №5044832/13 ; заявл. 13.07.2015 ; опубл. 20.11.2016. Бюл. № 32.

101. Пат. № 2320173 Россия, МПК14. Способ приготовления сдобных сухарей / Пашенко Л. П., Рябикина Ю. Н., Черных И. П., Пашенко В. Л.; заявитель и патентообладатель Пашенко Л. П., Рябикина Ю. Н., Черных И. П., Пашенко В. Л. ; заявл. 13.07.2016 ; опубл. 27.03.2008, Бюл. № 9.

102. Пат. № 2446708 Россия, МПК14. Способ производства макаронных изделий / Шнейдер Т. И. Казеннова Н. К., Шнейдер Д. В., Шилин С. А. ; заявитель и патентообладатель Шнейдер Т. И. Казеннова Н. К., Шнейдер Д. В., Шилин С. А. ; заявл. 13.11.2010 ; опубл. 10.04.2012, Бюл. № 10.

103. Ильина Т. Люпиново-меланжевый гидролизат в технологии бисквита / Т. Ильина, В. Пашенко // Хлібопікарська і кондитерська промисловість України. – 2011. – № 1. – С. 33.

104. Пашенко Л. П. Новый функциональный продукт в секторе общественного питания / Л. П. Пашенко, С. Н. Остробородова, Я. П. Коломникова, Т. Ф. Ильина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 2. – С. 37–42.

105. Владимиров Н. П. Применение кукурузной муки для

повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий / Н. П. Владимиров, Р. М. Вострикова, М. П. Аросян [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://www.rusnauka.com/15\\_NPN\\_2013/Agricole/4\\_138090.doc.htm](http://www.rusnauka.com/15_NPN_2013/Agricole/4_138090.doc.htm)

106. Владимиров Н. П. Разработка технологии новых видов мучных кондитерских изделий с использованием кукурузной муки / Н. П. Владимиров, О. Н. Воронова // Сб. науч. тр. СПбТЭИ. – СПб. : СПбТЭИ, 2014. – С. 33–34.

107. Гайфуллина Д. Т. Возможность использования кукурузной муки и порошка боярышника для повышения пищевой ценности мучных кондитерских изделий / Д. Т. Гайфуллина, А. М. Фролова // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. – №9. – 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://alley-science.ru/domains\\_data/files/JournalMay\\_2017/VOZMOZhNOST%20ISPOLZOVANIYa%20KUKURUZNOY%20MUKI%20I%20POROSHKA%20BOYaRYShNIKA%20DLYa%20POVYShENIYa%20PIShEVOY%20CENNOSTI%20MUCHNYH%20KONDITIONERSKIH%20IZDELIY.pdf](http://alley-science.ru/domains_data/files/JournalMay_2017/VOZMOZhNOST%20ISPOLZOVANIYa%20KUKURUZNOY%20MUKI%20I%20POROSHKA%20BOYaRYShNIKA%20DLYa%20POVYShENIYa%20PIShEVOY%20CENNOSTI%20MUCHNYH%20KONDITIONERSKIH%20IZDELIY.pdf)

108. Щелакова Р. П. Использование кукурузной муки при приготовлении пшеничного хлеба / Р. П. Щелакова // Харчова наука і технологія. – №1 (26). – 2014. – С. 83–86.

109. Дробот В. И. Использование кукурузной муки в технологии хлебопечения / В. И. Дробот, О. П. Писарец [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [http://uft-plovdiv.bg/site\\_files/file/scienwork/scienworks\\_2014/docs/part\\_1/1\\_Технология%20контрол%20и%20качество/06\\_V.Drobot%20O.Pysarets.pdf](http://uft-plovdiv.bg/site_files/file/scienwork/scienworks_2014/docs/part_1/1_Технология%20контрол%20и%20качество/06_V.Drobot%20O.Pysarets.pdf)

110. Постнова О. М. Використання рослинної сировини в технології бісквітного напівфабрикату / О. М. Постнова, Я. О. Кушніренко // Прогресивні техніка та технологія харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2008. – Вип. 1. – С. 364–370.

111. Пашенко В. Использование цельнозерновой муки из плодов боярышника в технологии бисквита / В. Пашенко, Г. Магомедов, Т. Ермоленко // Хлебопродукты. – 2011. – № 6. – С. 38–39.

112. Шидловська О. Б. Дослідження можливості використання продуктів переробки глоду колючого в технології пісочного печива / О. Б. Шидловська, І. М. Медвідь, А. М. Шадура [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.sworld.com.ua/konfer42/18.pdf>.

113. Малезик І. Використання нетрадиційної лікарської сировини з метою поліпшення якості хліба / І. Малезик, Я. Євчук, К. Костецька [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://econfer.at.ua/>

publ/konferencija\_2015\_12\_16\_17/sekcija\_4\_tekhnichni\_nauki/vikoristannja\_n  
etradicijnoji\_likarskoji\_sirovini\_z\_metoju\_polipshennja\_jakosti\_khliba/35-1-0-  
647.

114. Лебеденко Т. Є. Перспективи удосконалення прискорених технологій хліба шляхом використання шпіншини та глоду / Т. Є. Лебеденко, В. О. Кожевнікова, Т. П. Новічкова // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 3/5(17). – С. 8–11.

115. Полякова А. В. Використання рослинних добавок антиоксидантної дії в технології виробів з листового тіста : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / А. В. Полякова. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2008. – 23 с.

116. Доценко В. Ф. Исследование возможности использования плодовых порошков в технологии бисквитных полуфабрикатов / В. Ф. Доценко, Ю. А. Мирошник, Е. Б. Шидловская, И. М. Медвидь // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – 3/10 (69). – С. 64–69.

117. Порошок з вичавків ягід калини в технології виробництва пшеничного хліба / О. І. Сиза, О. М. Савченко, І. М. Журок, М. В. Дорожинська // Технічні науки та технології. – 2017. – № 4 (10). – С. 176–188.

118. Substantiation of feasibility of using black chokeberry in the technology of products from shortcake dough / Yu. Korenets, Iu. Goriainova, R. Nyukforov et al. // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2017. – №2 (10). – С. 25–31.

119. Батурина Н. А. Потребительские свойства кексов с добавками нетрадиционного растительного сырья / Н. А. Батурина, М. В. Власова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://orelgiel.ru/docs/nauchstat/59-baturina-vlasova.pdf>.

120. Голікова Т. П. Використання дикорослої сировини в технології макаронних виробів / Т. П. Голікова [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/22601/1/3.pdf>.

121. Стеценко Н. О. Дослідження вітамінного складу ягід та порошку горобини / Н. О. Стеценко, Ю. В. Лисицина, Є. А. Примачик [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/15606/1/loaf.pdf>.

122. Пат. 2395970 Российская Федерация, А21D13/08. Способ производства песочного полуфабриката / Щербакова Е. И., Тошев А. Д. ; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Южно-Уральский гос. ун-т». – № 2008152835/13 ; заявл. 30.12.2008 ; опубл. 10.08.2010, Бюл. №10.

123. Типсина Н. Н. Использование порошка голубики в мучных кондитерских изделиях / Н. Н. Типсина, Д. В. Штефен [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/ispolzovanie-poroshka-golubiki-v-muchnyh-konditerskih-izdeliyah>.

124. Використання продуктів переробки ожини в технології пісочного напівфабрикату / О. Б. Шидловська, Т. І. Іщенко, І. М. Медвідь, А. М. Андросюк // Молодий вчений. – 2016. – № 12 (39). – С. 70–73.

125. Влияние растительных добавок на качество бисквитных полуфабрикатов / А. С. Джабоева [и др.] // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5–6. – С. 46–48.

126. Касьянов Г. И. Использование фруктовых добавок и СО<sub>2</sub>-экстрактов в производстве пастилы и хлебобулочных изделий / Г. И. Касьянов, О. А. Аверьянова, В. В. Гончар // Хлебобулочные, кондитерские и макаронные изделия XXI века : мат. междунар. науч.-практ. конф. – Краснодар : Кубанский государственный технический университет, 2009 – С. 201–202.

127. Махинько В. М. Перспективність використання плодово-ягідних сиропів у технології випікання здобних хлібобулочних виробів. / В. М. Махинько, Л. В. Махинько, П. В. Мась // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2012. – № 3. – С. 3–5.

128. Дзюндзя О. В. Пісочне печиво з використанням порошоків хурми / О. В. Дзюндзя [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.sworld.com.ua/konfer30/738.pdf>.

129. Дзюндзя О. В. Технологія кексів функціонального призначення / О. В. Дзюндзя // Научные труды Sworld. – Иваново : Научный мир. – 2016. – Т. 3. – № 1 (42). – С. 77–83.

130. Лоцманов А. С. Использование продуктов пчеловодства для повышения пищевой ценности тортов и пирожных / А. С. Лоцманов // Техника и технология пищевых производств. – 2011. – № 3. – С. 4–11.

131. Технология и рецептура печенья овсяного «Солнечное» / М. Б. Ребезов, К. Ж. Амирханов, Б. К. Асенова, Ф. Х. Смольникова // Вестник Алтайского гос. аграрного ун-та. – 2013. – №7 (105). – С. 94–97.

132. Погорелова Н. А. Разработка технологии овсяного печенья с функциональными ингредиентами / Н. А. Погорелова, И. А. Жигульская, С. Е. Белкина // Вестник Омского ГАУ. – 2017. – №3 (27). – С. 164–171.

133. Антонюк І. Технологія кексів підвищеної харчової цінності / І. Антонюк, А. Медведева [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://econf.at.ua/publ/konferencija\\_2015\\_10\\_20\\_21/sekcija\\_4\\_tekhnichni\\_nauki/tekhnologija\\_keksiv\\_pidvishhennoji\\_kharchovoji\\_cinnosti/29-1-0-493](http://econf.at.ua/publ/konferencija_2015_10_20_21/sekcija_4_tekhnichni_nauki/tekhnologija_keksiv_pidvishhennoji_kharchovoji_cinnosti/29-1-0-493).

134. Пат. 2129791 Российская Федерация: МПК A21D13/08. Способ приготовления бисквита с овощными добавками / Артемова Е. Н.; заявитель и патентообладатель Российская экономическая академия им. Г. В. Плеханова. – № 97117152/13 ; заявл. 20.10.1997 ; опубл. 10.05.1999, Бюл. №6.

135. Завадинська О. Ю. Технологія борошняних кондитерських виробів оздоровчого призначення / О. Ю. Завадинська // Траектория науки : Электронный научный журнал. – 2016. – № 4 (9) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.pathofscience.org](http://www.pathofscience.org).

136. Новий напрямок глибокої переробки харчової сировини : монографія / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Л. О. Радченко та ін. – Х. : Факт, 2017. – 380 с.

137. Exploring the processes of cryomechanodestruction and mechanochemistry when devising nano-technologies for the frozen carotenoid plant supplements / R. Pavlyuk, V. Pogarska, N. Timofeyeva et al. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2016. – Vol. 6, Issue 11 (84). – P. 39–46.

138. Розробка нових видів булочок для сендвічів для оздоровчого харчування вітамінізованих каротиноїдними рослинними нанодобавками / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Л. М. Біленко та ін. // Scientific Journal «ScienceRise». Технічні науки. – №5 (34). – 2017. – С. 52–57.

139. Осипова Г. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности : автореф дисс. ... док. техн. наук : 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Г. А. Осипова. – Орел, 2012. – 36 с.

140. Functional Foods [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.foodinsight.org/Content/3842/Final%20Functional%20Foods%20Background.pdf>.

141. Пат. 2466563 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16 . Состав теста для производства макаронных изделий / Осипова Г. А. ; заявитель и патентообладатель Осипова Г. А. – № 2011114081/13 ; заявл. 15.02.2012 ; опубл. 20.11.2012, Бюл. 32.

142. Павлюк Р. Ю. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия : монография / Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. В. Погарская // Харьк. гос. академия. технол. и орг. питания ; Укр. Национальный ун-т пищ. технологий. – Х. : ХДУХТ, 2002. – 205 с.



143. Матвеева Т. В. Мучные кондитерские изделия функционального назначения. Научные основы, технологии, рецептуры / Т. В. Матвеева, С. Я. Корячкина. – СПб. : ГИОРД, 2016. – 360 с.

144. Пат. 55070 Україна, МПК А23L 2/02. Спосіб отримання морквяного соку концентрованого / Бандуренко Г. М., Левківська Т. М. ; заявник і патентовласник Бандуренко Г. М., Левківська Т. М. – № u201004331 ; заявл. 14.04.2010 ; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.

145. Левківська Т. М. Удосконалення технології каротиновмісних добавок та консервованих продуктів з моркви : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.13 «Технологія консервованих і охолоджених харчових продуктів» / Т. М. Левківська; НУХТ. – К., 2012. – 22 с.

146. Дослідження процесу сушіння морквяних вичавок при одержанні сухої каротиновмісної добавки / І. Ф. Малежик, О. С. Бессараб, Г. М. Бандуренко та ін. // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Х. : ХНТУСГ ім. Петра Василенка, 2014. – Вип. 152. – С. 150–156.

147. Пат. 2493727 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/212 . Спосіб производства тыквенного порошка из вторичного сырья от производства тыквенной пасты / Скрипников Ю. Г., Винницкая В. Ф., Акишин Д. В., Перфилова О. В., Коровкина М. Ю., Митрохин М. А., Кучина А. В., Данилин С. И. ; заявитель и патентообладатель Скрипников Ю. Г., Винницкая В. Ф., Акишин Д. В., Перфилова О. В., Коровкина М. Ю., Митрохин М. А., Кучина А. В., Данилин С. И. – № 2012114558/13 ; опубл. 27.09.2013, Бюл. 27.

148. Сімахіна Г. О. Вивчення можливих змін біохімічних показників при заморожуванні плодово-ягідної сировини / Г. О. Сімахіна, С. В. Халапсіна // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості : міжнародна наукова конференція, присвячена 130-річчю Національного університету харчових технологій.. – К. : НУХТ, 2014. – С. 528.

149. Леончик Б. И. О задачах совершенствования криотехнологии производства овощных порошков / Б. И. Леончик, В. В. Ломачинский // Высокоэффективные пищевые технологии, методы и средства для их реализации : сб. докл. III Юбил. Междунар. выст-конф. – М. : МГУПП, 2005. – С. 246–248.

150. Кошак Ж. В. Пищевые порошки плодов и ягод – источник минеральных веществ для обогащения макаронных изделий / Ж. В. Кошак, А. В. Покрашинская // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции. – Гродно : ГГАУ, 2014. – С. 91–93.

151. Юрчак В. Г. Водорозчинні препарати β-каротину надають макаронним виробам присмного забарвлення, збагачують провітаміном А / В. Г. Юрчак, Т. І. Левадна // Зерно і хліб. – 2002. – №2. – С. 30–31.

152. Мейс Дж. Достижения в криогенном охлаждении и замораживании пищевых продуктов / Дж. Мейс // Food Sci. and Technol. Today. – 1987. – № 2. – С. 79–83.

153. Гальчинецкая Ю. Л. Низкотемпературная технология получения биологически активных криас-добавок из натурального растительного сырья / Ю. Л. Гальчинецкая, Н. С. Гриненко // Новые технологии при решении медико-экологических проблем : науч.-практ. конф. – Х., 2000. – С. 55–57.

154. Снежкин Ю. Ф. Энергосберегающие технологии производства пищевых порошков из вторичных сырьевых ресурсов / Ю. Ф. Снежкин, Л. А. Боряк, А. А. Хавин – К. : Наукова думка, 2004. – 226 с.

155. Фруктово-овощные порошки как биологически активная добавка / Ю. Ф. Снежкин, Т. А. Михайлик, Ж. А. Петрова и др. // Валеопедагогіка, здоровий спосіб життя : міжнар. симп. : тези доп. – К., 2003. – С. 38–40.

156. Павлюк Р. Ю. Вплив різних видів подрібнення на біологічно активні речовини та біополімери при отриманні біологічно активних рослинних добавок / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, В. В. Яницький // Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової та переробної промисловості : зб. наук. пр. ХДУХТ. – К., 1999. – С. 142–146.

157. Павлишин М. Л. Дослідження безалкогольних напоїв із нетрадиційної рослинної сировини / М. Л. Павлишин // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. – 2013. – № 1 (57). – С. 86–89.

158. Касьянов Г. И. Производство и использование криопорошков из овощей и фруктов / Г. И. Касьянов, В. В. Ломачинский // Известия вузов. Пищевая технология, 2010. – № 2–3 – С. 64–65.

159. Галинская Е. С. Переработка топинамбура на инулиносо-держашие продукты / Е. С. Галинская, И. О. Баклан, О. С. Бессараб // Innovative technologies for production of functional foods : international scientific-practical conference. – Kutaisi, 2015. – С. 230–235.

160. Сімахіна Г. О. Фітопорошки для здорового харчування / Г. О. Сімахіна, О. Г. Пшеницький / Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчової промисловості : міжнародна наукова конф., присв. 130-річчю Національного університету харчових технологій. – К. :

НУХТ, 2014. – С. 44.

161. Масліков М. М. Кріогенна техніка і технологія : навч. посіб. / М. М. Масліков. – К. : НУХТ, 2010. – 178 с.

162. Холодильная технология пищевых продуктов. В 3 ч. Ч. III. Биохимические и физико-химические основы : учебник для вузов / В. Е. Куцакова, А. В. Бараненко, Т. Е. Бурова, М. И. Кременевская. – СПб. : ГИОРД, 2011.

163. Жарук Т. М. Вплив заморожування на нутрієнтні і мікробіологічні властивості плодів та овочів / Т. М. Жарук, О. М. Деменюк, В. В. Шутюк // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті : 79 міжнар. наук. конф. мол. учен., асп. і студ., 2013. – С. 248–250.

164. Simakhina N. Sublimed plant biologically active additives with radioprotecting action / N. Simakhina, N. Stetsenko, N. Naumenko // Научни трудове Университет по хранителни технологии. – 2013. – T.LX. – С. 794–798.

165. Simakhina G. Low temperatures in food technologies / G. Simakhina, N. Stetsenko, N. Naumenko // Наукові пр. Національного університету харчових технологій. – 2013. – № 48. – С. 144–148.

166. Нове про каротиноїди та окислювальні ферменти каротиноїдних овочів під час кріогенного подрібнення / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Т. С. Маціпура та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2013. – № 1 (1). – С. 52–60.

167. Нові бісквіти та хлібобулочні вироби, вітамінізовані натуральними каротиноїдними рослинними нанодобавками, для оздоровчого харчування / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Н. М. Тимофєєва та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – Х. : ХДУХТ, 2016. – № 1 (23). – С. 15–31.

168. Глибока переробка каротинвмісних овочів та отримання наноїжі з використанням нового покоління обладнання / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Л. О. Радченко та ін. // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2016. – № 11 (82). – С. 36–43.

169. Низькотемпературна активація гідрофільних властивостей каротиноїдів при отриманні наноструктурованих паст з каротиновмісних овочів для молочних продуктів / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, С. М. Лосева та ін. // Молокопереробка. – 2009. – № 10 (49) – С.20–24.

170. Берестовая А. А. Технология мелкодисперсных замороженных добавок из фруктов и их использование в

оздоровительных молочно-растительных продуктах : дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.13 «Технология консервированных пищевых продуктов» / А. А. Берестовая. – Х. : ХДУХТ, 2014. – 332 с.

171. Юрьева О. А. Разработка технологии плавящихся сырных продуктов и мелкодисперсных ароматических добавок с использованием замораживания и криомеханодеструкции : дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.13 «Технология консервированных пищевых продуктов» / О. А. Юрьева. – Х. : ХДУХТ, 2012. – 304 с.

172. Пучкова Л. И. Технология хлеба / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И. В. Матвеева. – СПб : ГИОРД, 2005. – 557 с.

173. Осипова Г. А. Технология макаронного производства : учебное пособие для вузов / Г. А. Осипова. – Орел : Орел ГТУ, 2009. – 152 с.

174. Ауэрман Л. Я. Технология хлебопекарного производства / Л. Я. Ауэрман. – СПб. : Профессия, 2002. – 416 с.

175. Вакар А. Б. Клейковина пшеницы / А. Б. Вакар. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 250 с.

176. Конарев В. Г. Белки пшеницы / В. Г. Конарев. – М. : Колос, 1980. – 232 с.

177. Юрчак В. Г. Наукове обґрунтування та розроблення технології макаронних виробів поліпшеної якості та профілактичного призначення шляхом використання нетрадиційної сировини та харчових добавок : дис. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів» / В. Г. Юрчак – К., 2003. – 380 с.

178. Медведев Г. М. Технология макаронных изделий / Г. М. Медведев. – СПб. : ГИОРД, 2005. – 312 с.

179. Назаров Н. И. Технология макаронных изделий / Н. И. Назаров. – М. : Пищевая пром-сть. – 1978. – 287 с.

180. Лежина Е. А. Технология мучных изделий из бездрожжевого теста с овощными добавками : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія харчової продукції» / Е. А. Лежина. – М., 1988. – 159 с.

181. Казаков Е. Д. Биохимия зерна и продуктов его переработки / Е. Д. Казаков, В. Л. Кретович. – М. : Колос. – 1980. – 320 с.

182. Dimmler R. J. Gluten the key to wheat's utility / R. J. Dimmler // Baker's Digest. – 1963. – V. 37. – № 1. – P. 52–57.

183. Корячкина С. Я. Макароны изделия: способы повышения качества и пищевой ценности / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова – Орел : Труд. – 2006. – 142 с.

184. Шмайлова Т. А. Изучение влияния фитопорошков на технологические свойства муки / Т. А. Шмайлова, Н. А. Сидельникова // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2. – С. 7–11.
185. Исследование липидов пшеницы и их влияние на хлебопекарные свойства муки / В. Г. Байков, А. П. Нечаев, Л. И. Пучкова, Т. Б. Цыганова // *Вып. 14 : ЦНИИТЭИ пищепром. Серия хлебопекарная, макаронная и дрожжевая пром-ть*. – 1996. – С. 7.
186. Николаев Б. А. Структурно-механические свойства мучного теста / Б. А. Николаев. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 248 с.
187. Denett K. Pole of starch in bread formation / K. Denett, G. Sterling, Calif Davis // *Starke*. – 1979. – Vol. 31. – № 6. – P. 209–213.
188. Медведев Г. М. Характеристика крахмала твердой пшеницы и его влияние на варочные свойства спагетти / Г. М. Медведев. – М. : ЦНИИТЭИ Пищепром, 1982. – Вып 3. – С. 35–37.
189. Медведев Г. М. Разработка высокотемпературных режимов замеса и прессования теста на шнековых макаронных прессах : автореф. дисс. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских изделий» / Г. М. Медведев. – М., 1990. – 47 с.
190. Teillet P. The biochemical basis of pasta cooking quality. Its consequences for durum wheat breeders / P. Teillet // *Sci.alim*. – 1984. – V. 4. – № 4. – P. 551–566.
191. Осипова Г. А. Теоретическое и экспериментальное обоснование разработки новых видов макаронных изделий повышенной пищевой ценности : автореф дисс. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Г. А. Осипова. – Орел, 2012. – 36 с.
192. Казеннова Н. К. Разработка технологических средств стабилизации качества макаронных изделий : дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Н. К. Казеннова – М., 2002. – 174 с.
193. Рождественский В. И. Об улучшении качества макаронных изделий / В. И. Рождественский // *Хлебопекарная и кондитерская промышленность*. – 1958. – № 8. – С. 23.
194. Grzybowski R. A. Cooking properties of spaghetti: actors affecting cooking quality / R. A. Grzybowski, B. J. Donnelly // *J. Agric. Food Chem*. – 1979. – № 27. – P. 380–384.
195. Чупин В. В. Роль липидов в структурной организации мембран и взаимодействия с белками : дисс. ... канд. техн. наук : спец.

02.00.10 «Биоорганическая химия» / В. В. Чупин. – М., 1997. – 280 с.

196. Покрашинская А. В. Влияние пищевого порошка из плодов красной рябины на количество и качество клейковины в хлебопекарной и макаронной муке / А. В. Покрашинская, Ж. В. Кошак // Наукові праці ОНАХТ. – 2014. – № 46. – Том 1. – С. 145–149.

197. Серегина Т. В. Разработка обогащенных макаронных изделий с антиоксидантными свойствами : дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология обработки хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Т. В. Серегина. – Орел, 2016. – 172 с.

198. Цедик О. Д. Качество мучных смесей при добавлении различных компонентов / О. Д. Цедик, И. А. Машкова, С. Н. Вислоухова // Современные проблемы техники и технологии пищевых производств : материалы XIV Международной научно-практической конференции. – Барнаул. – 2013. – С. 234–237.

199. Донченко Л. В. Технология пектина и пектинопродуктов : учеб. пособие / Л. В. Донченко. – М. : Дели, 2000. – 254 с.

200. Айзикович А. Е. Технология производства пшеничной и ржаной муки / А. Е. Айзикович, В. И. Хорцев. – М. : Издательство технической и экономической литературы по вопросам заготовок, 1954. – 520 с.

201. Костюк Т. А. Разработка технологических решений по использованию арбузного пектина при производстве хлебобулочных изделий : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Т. А. Костюк. – М., 2005. – 25 с.

202. Сравнительная оценка эффективности использования цитрусового, яблочного и свекловичного пектинов в хлебопечении / В. И. Дробот, В. Ф. Доценко, Л. Ю. Арсеньева, Ю. В. Устинов. – К. : УГУПТ, 1987. – 15 с.

203. Кузнецова Е. А. Влияние антисептиков природного происхождения на безопасность и качество зернового хлеба / Е. А. Кузнецова, С. Я. Корячкина, О. М. Пригарина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 10. – С. 440–445.

204. Голубев В. Н. Пектин: химия, технология, применение / В. Н. Голубев. – М. : АТН, 1995. – 387 с.

205. Дробот В. И. Технология хлебопекарского виробництва / Валентина Іванівна Дробот. – К. : Логос, 2002. – 365 с.

206. Cherry J. P. Protein – polysaccharide interactions / J. P. Cherry

//Food carbohydrates. – 1982. – P. 375.

207. Джабоева А. С. Создание технологий хлебобулочных, мучных кондитерских и кулинарных изделий повышенной пищевой ценности с использованием нетрадиционного растительного сырья : автореф. дисс. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства», 05.18.15 – «Товароведение пищевых продуктов технология продуктов общественного питания» / А. С. Джабоева – Москва, 2009. – 49 с.

208. Сафонова О. М. Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини : автореф. дис. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів» / О. М. Сафонова. – К., 2007. – 42 с.

209. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв : навч. посібник / Дробот В. І. та ін. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.

210. Макушин А. Н. Применение нетрадиционного сырья при производстве макаронных изделий / А. Н. Макушин, Н. В. Праздничкова, О. А. Блинова // Образование, наука, практика: инновационный аспект : сборник материалов Международной научно-практической конф., посв. Дню российской науки. – Пенза, 2015. – С. 275–278.

211. Исследование показателей качества обогащенных макаронных изделий / И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, Г. Д. Иванова и др. // Молодой учёный. – 2015. – Вып. 6 (86). – С.148–152.

212. Паливода С. Д. Удосконалення технології макаронних та хлібних виробів використанням харчових добавок структуроутворювальної дії : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів» / С. Д. Паливода. – К., 2010. – 268 с.

213. Вплив овочевих кріопастна час спін-спінової релаксації в макаронному тісті / Д. О. Набоков, Н. В. Гревцева, О. Г. Дьяков, О. В. Моргун // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2014. – Вып. 1 (19). – С. 72–80.

214. Совершенствование технологий хлебобулочных, кондитерских и макаронных изделий функционального назначения : монография / С. Я. Корячкина, Г. А. Осипова, Е. В. Хмелёва и др. ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С. Я. Корячкиной. – Орел : Госуниверситет – УНПК, 2012. – 262 с.

215. Корячкина С. Я. Использование овощей в производстве мучных изделий : дисс. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов», 05.18.16 «Технология продуктов общественного питания» / С. Я. Корячкина. – М., 1988. – 280 с.

216. Волощук Г. І. Розробка технології макаронних виробів з пектином та пектиновмісною сировиною : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів» / Г. І. Волощук. – К., 2000. – 20 с.

217. Гревцева Н. В. Дослідження механізму взаємодії овочевих кріопаст з компонентами макаронного тіста / Н. В. Гревцева, Д. О. Набоков // Наукові праці університету харчових технологій; Національний університет харчових технологій. – 2015. – Т. 21, № 5. – С. 179–184.

218. International Life Sciences Institute [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.ilsa.org/Europe/Publications/E1999Sci\\_Con.pdf](http://www.ilsa.org/Europe/Publications/E1999Sci_Con.pdf)

219. Nutraceutical and Functional Food Regulations in the United States and Around the World / Edited by Debasis Bagchi. – USA, Elsevier Inc., 2008. – 447 p.

220. Оспанов А. А. Проблемные вопросы обогащения муки и хлебобулочных изделий / А. А. Оспанов, В. В. Ремеле // Хлебопекарское и кондитерское дело. – 2009. – № 2. – С. 42–43.

221. Капрельянец Л. В. Совершенствование модели формирования функциональных продуктов питания нового поколения / Л. В. Капрельянец, А. В. Егорова // Зернові продукти і комбікорми. – 2008. – № 2. – С. 21–24.

222. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А. Ф. Доронин, Л. Г. Липатова, А. А. Кочеткова и др.; под ред. А. А. Кочетковой. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 288 с.

223. Карпенко П. А. Шляхи оптимізації щодо методології клінічних досліджень продуктів спеціального призначення / П. А. Карпенко // Журнал практичного лікаря. – 2006. – № 4. – С. 13–15.

224. Концепція державної політики в галузі харчування населення України. Canada Ukraine Legislative & intergovernmental Project [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://www.culip.com.ua/m/m\\_hlthprtct\\_harch\\_u.html](http://www.culip.com.ua/m/m_hlthprtct_harch_u.html)

225. Woollen A. Functional foods – a new market? / A. Woollen // Food Rev., 1990. – Vol. 17, № 4. – P. 63–64.

226. Дорохович В. В. Наукове обґрунтування і розроблення технологій борошняних кондитерських виробів спеціального



дієтичного споживання : дис. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / В. В. Дорохович. – К., 2010. – 307 с.

227. Шемета О. О. Функціональне харчування – новий підхід до здорового способу життя / О. О. Шемета, К. М. Дожук // Ліки України : спеціаліз. інформ. видання. – 2015. – № 1. – С. 24–27.

228. Functional Foods [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.foodinsight.org/Content/3842/Final%20Functional%20Foods%20Background.pdf>

229. Henry C. J. Functional foods / C. J. Henry // European Journal of Clinical Nutrition. – 2010. – № 64. – Р. 657–659.

230. Коновалов К. Л. Натуральные продукты для здорового питания – органик-продукты / К. Л. Коновалов, М. Т. Шульбаева, Т. А. Штерник // Пищевая промышленность. – 2010. – № 3. – С. 26–27.

231. Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини : Закон України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2809-15>

232. Капрельянец Л. В. Функціональні продукти / Л. В. Капрельянец, К. Г. Юргачова. – Одеса, 2003. – 312 с.

233. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / Г. М. Лисюк, О. В. Самохвалова, З. І. Кучерук та ін. ; за ред. Г. М. Лисюк. – Х. : Університетська книга, 2009. – 464 с.

234. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия: монография / Р. Ю. Павлюк, А. И. Черевко, В. В. Погарская и др. ; Харьк. гос. акад. технол. и орг. питания; Укр. нац. ун-т пищ. технологий. – Х., 2002. – 205 с.

235. Погарська В. В. Формування якості каротиноїдних фітодобавок профілактичної дії з моркви та їх використання в продуктах харчування : автореф. дис.канд.техн. наук : спец. 05.18.15 «Товарознавство» / В. В. Погарська. – Х. : ХДУХТ, 1998. – 17с.

236. Food for Specified Health Uses (FOSHU) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mhlw.go.jp/english/topics/foodsafety/fhc/02.html>.

237. Про схвалення проекту Концепції Державної науково-технічної програми «Біофортифікація та функціональні продукти на основі рослинної сировини на 2012-2016 роки» : Постанова президії Національної академії наук від 8 червня 2011 року № 189 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.zakonnormativ.info/index.php/component/lica/?href=0&view=text&base=1&id=647009&menu=807115>.

238. Рынок макаронных изделий Украины [Электронный ресурс]. –

Режим доступа : [http://www.prodinform.com.ua/proizvodstvo/xlebopekarnaya\\_promyshlennost/ryinok/ryinok\\_makaronnyix\\_izdelij\\_ukrainiyi.html](http://www.prodinform.com.ua/proizvodstvo/xlebopekarnaya_promyshlennost/ryinok/ryinok_makaronnyix_izdelij_ukrainiyi.html)

239. Химический состав пищевых продуктов; Под ред А. А. Покровского. – М. : Пищевая промышленность, 1976. – 227 с.

240. National Nutrient Database for Standard Reference Release. United States Department of Agriculture Agricultural Research Service [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/7056?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=22987>

241. Вироби макаронні. Загальні технічні умови : ДСТУ 7043:2009 – К. : Держспоживстандарт України, 2009. – 14 с.

242. Рыбак А. И. Научные основы производства новых видов макаронных изделий, обогащенных полифункциональными растительными добавками : дис. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология хлебопекарных, макаронных и кондитерских продуктов» / А. И. Рыбак. – М., 1992. – 247 с.

243. Юрчак В. Г. Роль нетрадиційної сировини і добавок у макаронному виробництві / В. Г. Юрчак // Харчова промисловість. – 2003. – № 2. – С. 7–10.

244. Мартиросян В. В. Научные и практические аспекты применения экструдатов зернового сырья в технологии профилактических пищевых продуктов : автореф дисс. ... д-р техн. наук: 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / В. В. Мартиросян. – М., 2013. – 51 с.

245. Исследование показателей качества обогащенных макаронных изделий / И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, Г. Д. Иванова и др. // Молодой учёный. – 2015. – Вып. 6 (86). – С.148–152.

246. Black rice bran as an ingredient in noodles: chemical and functional evaluation: научное издание / S. Kong et al. // Journal of Food Science. – 2012. – Vol. 77, Iss. 3, P. 303–307.

247. Effect of  $\beta$ -Glucan on Technological, Sensory, and Structural Properties of Durum Wheat Pasta / Nisha Aravind, Mike Sissons, Narelle Egan et al. // Cereal Chemistry Journal. – March/April. – 2012. – Vol. 89, № 2. – P. 84.

248. Шелепина Н. В. Разработка макаронных изделий с добавлением горохового крахмала / Н. В. Шелепина // Инновации в технологиях хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий : Сборник материалов. – М. : Издательский комплекс МГУПП, 2010. – С. 30–33.

249. Пат. 2375915 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий и макаронные изделия / Потапов С. С., Горчаков П. В., Дыхно Л. И, Кочкина В. В. ; заявитель и патентообладатель Потапов С. С., Горчаков П. В., Дыхно Л. И, Кочкина В. В. – №2008106788/13 ; опублик. 20.11.2001, Бюл. 4.

250. Макушин А. Н. Применение нетрадиционного сырья при производстве макаронных изделий / А. Н. Макушин, Н. В. Праздничкова, О. А. Блинова // Образование, наука, практика: инновационный аспект : Сборник материалов Международной научно-практической конф., посв. Дню российской науки. – Пенза, 2015. – С. 275–278.

251. Садыгова М. К. Нутовая мука в производстве макаронных изделий / М. К. Садыгова, Н. С. Шелубкова // Хлебопечение России : научно-техн. и производственный журнал. – 2012. – № 2. – С. 30–31.

252. Анисимова Л. В. Макароны свойства смесей из овсяной и пшеничной муки / Л. В. Анисимова, С. В. Якушев, Л. И. Кострова // Хранение и переработка зерна. – 2007. – № 7 (97). – С. 52–53.

253. Hydration and physical properties of vacuum-dried durum wheat semolina pasta with high-fiber oat powder / Monika Pivińska, Jarosław Wyrwisz, Marcin Kurek, Agnieszka Wierzbicka // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 63, Iss. 1. – P. 647–653.

254. How combinations of dietary fibres can affect physicochemical characteristics of pasta / Martina Foschia, Donatella Peressini, Alessandro Sensidoni, et al.// LWT – Food Science and Technology . – 2015. – Vol. 61, Iss. 1. – P. 41-46.

255. Пат. 2277801 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий / Малкина В. Д., Мартиросян В. В., Диденко У. Н., Жиркова Е. В. – № 2005121504/13 ; опублик. 20.06.2006, Бюл. 17.

256. Gull Amir Effect of millet flours and carrot pomace on cooking qualities, color and texture of developed pasta / Amir Gull, Kamlesh Prasad, Pradyuman Kumar // LWT – Food Science and Technology. – 2015. – Vol. 63, Iss. 1. – P. 470–474.

257. Осипова Г. А. Способ производства зерновых макаронных изделий / Г. А. Осипова // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 9 – С. 57–58.

258. Жугина А. Е. Использование картофельного сока в производстве макаронных изделий / А. Е. Жугина, Г. А. Осипова, М. В. Марёхина // Хлебопродукты. – 2014. – Вып. 5. – С. 55–58.

259. Дюкарева Г. І. Вплив овочевих та ягідних порошків на якість макаронних виробів / Г. І. Дюкарева, Р. О. Стьопін // Прогресивні техніка

та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2013. – Вип. 1 (2). – С. 122–128.

260. Кошак Ж. В. Пищевые порошки плодов и ягод – источник минеральных веществ для обогащения макаронных изделий / Ж. В. Кошак, А. В. Покрашинская // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции. – Гродно : ГГАУ, 2014. – С. 91–93.

261. Волощук Г. І. Розробка технології макаронних виробів з пектином та пектиновмісною сировиною : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.01 «Зберігання і технологія переробки зерна, виготовлення зернових і хлібопекарських виробів та комбікормів» / Г. І. Волощук. – К., 2000. – 20 с.

262. Пат. 82847 Україна МПК А23L 1/16. Макаронні вироби / Вартаньян О.А. – № u201302284 ; заявл. 25.02.2013 ; опубл. 12.08.2013 ; Бюл. № 15.

263. Использование шрота расторопши в рецептуре макаронных изделий для повышения их протекторных свойств / Р. Б.Темираев, З. Т. Баева, Л. А. Витюк и др. // Наука, техника и образование. – 2014. – Вип. 3. – С. 27–29.

264. Розробка борошняної і кондитерської продукції лікувально-профілактичного призначення / А. М. Чуйко, М. М. Чуйко, М. В. Дриль, А. І. Шейка // Молодий вчений. – 2014. – № 3. – С. 15–18

265. Букшина Л. С. Вплив борошна із шроту олійного насіння та горіхів на якість тіста і виробів із пшеничного борошна / Л. С. Букшина, Г. І. Волощук, Н. В. Пашова // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості : Матеріали міжнародної науково-проакт. конф. – К. : НУХТ, 2014 р. – С. 184.

266. Долматова И. А. Разработка технологии производства макаронных изделий, обогащенных растительными компонентами / И. А. Долматова, Т. Н. Зайцева, Г. Д. Иванова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2014. – Вип. 1. – С. 229–233.

267. The effect of the incorporation of grape marc powder in fettuccini pasta properties / Voltaire Sant'Anna, Franciele Dalla Porta Christiano, Ligia Damasceno Ferreira Marczak et al. // LWT – Food Science and Technology. – 2014. – Vol. 58, Iss. 2. – P. 497–501.

268. Куркина А. В. Флавоноиды фармакопейных растений : монография / А. В. Куркина. – Самара : Офорт : Изд-во СамГМУ, 2012. – 290 с.

269. Использование тонкодисперсных овощных и фруктовых

порошков в технологии макаронных изделий / С. Я. Корячкина, Е. Н. Холодова, В. Я Черных, О. Л. Ладнова // Современная наука и инновации. – 2015. – № 1 (9) – С. 57–62.

270. Effect of apple by-product as a supplement on antioxidant activity and quality parameters of pasta / Loncaric A., Kosovic I., Jukic M. et al. // Croatian journal of food science and technology. – 2014. – Vol. 6. – P. 97–103.

271. Пат. 2462046 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий / Осипова Г. А., Коргина Т. В. – № 2011112756/13 ; заявл. 07.03.2012 ; опубл. 27.09.2012, Бюл. 27.

272. Пат. 2163455 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий / Савватеева Л. Ю., Савватеев Е. В., Карталов А. Н., Деревенских И. А., Симачев А. В., Соловьева Л. В. – № 99112439/13 ; заявл. 08.06.99 ; опубл. 27.02.2001, Бюл. 6.

273. Пат. 2494643 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий / Тюпкина Г. И., Кисвай Н. И., Ларина Н. В. – № 2012122376/13 ; заявл. 30.05.2012 ; опубл. 10.10.2013, Бюл. 28.

274. Волошук Г. І. Технологічні властивості макаронного тіста з овочевими порошками / Г. І. Волошук, Н. М. Кочура, В. Г. Юрчак // Експрес-новини: наука, техніка, виробництво. – 1999. – № 3–4. – С. 31–32.

275. Юрчак В. Г. Влияние овощных порошков на качество макаронных изделий / В. Г. Юрчак, В. В. Манк, Г. І. Волошук // Хлебопродукты. – 2005. – № 12. – С. 44 – 46.

276. Шаповалова Н. П. Макаронні вироби у системі оздоровчого харчування / Н. П. Шаповалова, В. О. Гальчук // Sword : збірник наукових праць. – 2015. – Вып. 1 (38), Т. 1. – С. 31–38.

277. Пат. 2446708 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16. Способ производства макаронных изделий / Шнейдер Т. И, Казеннова Н. К., Шнейдер Д. В., Шилин С. А. – № 2010146282/13 ; опубл. Бюл. 10.

278. Шнейдер Д. В. Теоретические и практические аспекты создания безглютеновых продуктов питания на основе повышенной биодоступности сырья: автореф дисс. ... д-р техн. наук : спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Д. В. Шнейдер. – М., 2012. – 52 с.

279. Рожно О. В. Исследование свойств кукурузной муки как сырья для безглютеновых макаронных изделий / О. В. Рожно, О. Л. Купчина, В. Г. Юрчак // Инновационные технологии производства продуктов питания функционального назначения : международная

научно-практическая конф. – Кутаиси : Издательство государственного университета Акакия Церетели, 2015. – С. 136–139.

280. Продукция ООО «МакМастер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.makmaster.info/index.php?id=68>

281. Мадзиевская Т. Новые смеси для производства специализированных макаронных изделий / Т. Мадзиевская, Т. Шункевич, А. Белая // Наука и Инновации. – 2015. – Т. 5., № 135 – С. 42–43.

282. Пат. 2370104 Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16. Получение макаронных изделий / Зайлер Вернер.– № 2006133243/13 ; опубл. 20.10.2009, Бюл.29.

283. Артемьева Н. Н. Исследование структурно-механических характеристик биохимических систем, обогащенных яичным белком, с целью оптимизации технологических процессов / Н. Н. Артемьева, И. В. Байрашевский, М. Н. Шакегов // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2013. – Вып. 1(55). – С. 7–10.

284. Регулирование качества макаронных изделий из пшеничной муки с пониженными свойствами / В. В. Мартиросян, Н. Г. Щеглов, Е. В. Жиркова и др. // Хлебопечение России. – 2012. – № 5. – С. 30–32.

285. Макароны з β-каротином [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/7001/1/yvgmbk.pdf>.

286. Осипова Г. А. Научно-практическое обоснование технологий макаронных изделий обогащенных β-каротином, йодом и кальцием : дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупяных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Г. А. Осипова. – Орел, 2000. – 226 с.

287. Сирохман І. В. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення : навч. посібник / І. В. Сирохман, В. М. Завгородня – К. : Центр навчальної літератури. – 2009. – 544 с.

288. Низькотемпературна активація гідрофільних властивостей каротиноїдів при отриманні наноструктурованих паст з каротиновмісних овочів для молочних продуктів / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, С. М. Лосева та ін. // Молокопереробка. – 2009. – № 10 (49) – С.20–24.

289. Петрова Е. В. Изменение свойств макаронных изделий при хранении / Е. В. Петрова, А. Ю. Грошев // Хлебопечение России, 2006. – № 2. – С. 23–26.

290. Кравченко О. А. Нові види макаронних виробів з антиоксидантними властивостями / О. А. Кравченко, Н. О. Стеценко //

Актуальні питання науки і техніки у XXI столітті. Природничі та медичні науки, технічні і математичні науки. Науковий форум : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції. – К. : Центр Науково-Практичних Студій, 2014. – С. 166–172.

291. Леончик Б. И. Особенности процессов производства фруктово-ягодных порошков / Б. И. Леончик, В. В. Ломачинский // Плодоовощные консервы – технология, оборудование, качество, безопасность : Сб. материалов ВНИИКОП. – М. : Видное, 2004. – С. 533–537.

292. Малютина Т. Н. Использование обезжиренной растительной муки в технологии макаронных изделий / Т. Н. Малютина, И. М. Жаркова, В. Ю. Туренко. – Хлебопродукты. – 2017. – № 7. – С. 46–48.

293. Исследование изменения рецептуры макаронных изделий как фактора, повышающего безопасность технологий / В. А. Солопова, В. П. Попова, Г. А. Сидоренко и др. // Вестник ОГУ. – 2012. – Вып. № 9 (145). – С. 191–196.

294. Использование люпиновой муки при изготовлении макаронных изделий / Е. В. Петрова, Н. К. Казеннова, А. А. Глазунов, Т. И. Шнейдер //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 2. – С. 48–51.

295. Рукшан Л. В. Перспективы использования люпиновой муки при изготовлении вермишели / Л. В. Рукшан, Е. С. Новожилова, Д. А. Кудин // Инновационные технологи в пищевой промышленности : материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. – Минск : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 2010. – С. 87–93.

296. Пат. 2244445. Российская Федерация, МПК А 23 L 1/16, 1/30 Способ производства макаронных изделий / Золотарева А. М., Бильгаева Т. А., Шабарчина Н. Г. – № 2002122975/13 ; опубл. 20.01.2005, Бюл. 2.

297. Нанотехнології гомогенізованих оздоровчих сиркових продуктів, збагачених наноструктурованими каротиноїдними БАД / Р. Ю. Павлюк, В. В. Погарська, Д. О. Глибокий, К. С. Балабай // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. – 2011. – Вип. 2. – С. 3–11.

298. Лисовицкая Е. П. Побочные продукты переработки тыквы и моркови как компоненты мясорастительных консервов / Е. П. Лисовицкая, Л. В. Пономаренко, М. П. Коваленко // Молодой ученый. – 2015. – № 15. – С. 99–103.

299. Плахотін В. Я. Перспективи використання гарбуза у харчовій промисловості / В. Я. Плахотін, В. М. Пасічний, А. М. Коваленко //

Проблеми формування здорового способу життя у молоді : зб. наук. праць молодих учених, аспір. та студентів за матеріалами V ВНПК. – Одеса : ОНАХТ, 2012. – Т. 2. – С. 79.

300. Тыква и ее особенности [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ovoschevodstvo.com/journal/browse/201405/article/1082/>

301. Производство овощей в Украине – 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.ovoschevodstvo.com/journal/browse/201601/article/1368/>

302. Использование овощных пюре в производстве теста для лапши / Н. Н. Гатько, И. Р. Раззаков, У. Усубакунов, М. Ибраев // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2006. – № 1. – С. 61–62.

303. Еремин Ю. Н. Перспективные продукты питания с  $\beta$ -каротином / Ю. Н. Еремин, В. В. Зырянов // Пищевая промышленность. – 1996. – № 6. – С. 21.

304. Никулина Г. Облепиховый шрот для хлебобулочных и макаронных изделий / Г. Никулина, Г. Иванова // Хлебопродукты. – 2006. – № 6. – С. 40–42.

305. Творогова Н. Макароны изделия из хлебопекарной муки с использованием добавок / Н. Творогова, Е. Воронова, Ю. Зайцева // Хлебопродукты. – 2000. – № 11. – С. 17–18.

306. Волощук Г. Влияние овощных порошков на качество макаронных изделий / Г. Волощук, В. Манк, В. Юрчак // Хлебопродукты. – 2005. – № 12. – С. 44–46.

307. Кудинова С. П. Разработка технологии получения и фармакотоксикологические исследования бета-каротина / автореф. дисс. ... канд. техн. наук : спец. 16.00.04 «Ветеринарная фармакология с токсикологией», 03.00.23 «Биотехнология» / С. П. Кудинова. – Краснодар, 2003. – 45 с.

308. Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов / Т. Гудвин. – М. : Изд. ИЛ, 1954. – 396 с.

309. Katsuyama M. Carotenoid and vitamin A, and metabolism of carotenoids,  $\beta$ -carotene, canstaxanthin, astaxanthin, zeaxanthin, lutein and tunaxanthin in *Tilapia nilotica* / M. Katsuyama, T. Matsuno // Comp. Biochem. and Physiol. B. – 1988. – № 1. – P. 131–139.

310. Absorption, storage and distribution of  $\beta$ -carotene in normal and  $\beta$ -carotene fed rats: roles of parenchymal and stellate cells / M. R. Lakshman, K. A. Asher, M. G. Attlesey et al. // J. Lipid Res. – 1989. – № 10. – P. 1545–1550.

311. Distribution of lycopene and  $\beta$ -carotene in human tissues / W. Schwarz, W. Stahl, A. R. Sundquist, H. Sies // Herstattg. Ges. Biol.



Chem., Rostock // Hoppe-Seyler. –1992.– № 9. – P. 821–822.

312. Беркетова Л. В. Сохранность  $\beta$ -каротина в мучных кондитерских изделиях / Л. В Беркетова, Ю. А. Козлова // Хлебопечение России. – 2000. – № 4. – С. 16–17.

313. Изучение возможности использования экстрактов растений как антиоксидантов окисления жиров / И. Н. Демидов, Л. А. Данилова, А. Чернова и др. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1992. – № 3. – С. 30–31.

314. Алинкина Е. С. антиоксидантные и антирадикальные свойства эфирных масел *in vivo* и *in vitro* : автореф. дисс. ... канд. техн. наук : спец. 03.01.02 «Биофизика» / Е. С. Алинкина. – М., 2013. – 23 с.

315. Хома Р. Е. Антиоксидантные свойства экстрактов из растительного сырья / Р. Е. Хома, А. Н. Чеботарев, С. В. Топоров, К. И. Ляшенко // Вісник ОНУ. Хімія. – 2014. – Т. 19, вип. 2(50). – С. 44–49.

316. Valgimigli L. Does  $\beta$ -carotene really protect vitamin E from oxidation? / L. Valgimigli, M. Lucarini, G. F. Pedilli // J. Amer. Oil Chem. Soc. –1997. – Vol. 119. – № 34. – P. 8095–8096.

317. Козьмина Н. П. Биохимия хлебопечения: монография / Н. П. Козьмина. – М. : Пищевая промышленность. – 1971. – 439 с.

318. Потапов В. А. Кинетика явлений переноса в процесс сушки : монография / В. А. Потапов. – LAPLAMBERT Academic Publishing, Deutschland: Германия, 2013. – 319 с.

319. Павлоцька Л. Ф. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки харчових продуктів : навч. посібник / Л. Ф. Павлоцька, Н. В. Дуденко, Л. Р. Димитрієвич – Суми : Університетська книга, 2007. – 441 с.

320. Ферапонтов А. П. Новый подход к оценке качества продукции / А. П. Ферапонтов // Стандарты и качество, 1993. – № 10. – С. 55–57.

321. Математическая модель расчёта коэффициента весомости // Стандарты и качество. – 1996. – № 4. – С. 34.

Наукове видання

ГРЕВЦЕВА Наталія Вячеславівна  
ШИДАКОВА-КАМЕНЮКА Олена Гайдарівна  
НАБОКОВ Дмитро Олександрович

ВИКОРИСТАННЯ КАРОТИНВМІСНОЇ  
СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЯХ МАКАРОННИХ  
ТА БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ  
ВИРОБІВ

Монографія

Редактор Середенко М.О.

План 2018 р., поз. 17

Підп. до друку 24.12.2018 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсет. Друк офсет.  
Ум. друк. арк. 2,3. Тираж 30 прим.

Видавець і виготівник

Харківський державний університет харчування та торгівлі  
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.