

**Г.В. Дейниченко,
Л.Л. Івашина,
Т.О. Колісниченко**

ТЕХНОЛОГІЯ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ ЗАПІКАНОК З ВИКОРИСТАННЯМ ЙОДВМІЩУЮЧИХ ВОДРОСТЕВИХ ДОБАВОК

МОНОГРАФІЯ



Київ—2017

УДК 641.85.002:582.26/.27
ББК 36.992:28.591
Д 27

Рекомендовано до друку Вченою радою Черкаського державного технологічного університету, Протокол № 15 від 16 червня 2017 року

Рецензенти:

Гринченко О.О., доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, зав.кафедрою технології харчування Харківського державного університету харчування та торгівлі;

Юдіна Т.І., доктор технічних наук, професор кафедри технології і організації ресторанного господарства Київського національного торговельно-економічного університету.

Д 27 Технологія молочно-білкових запіканок з використанням йодвміщуючих водоростевих добавок : монографія / Г.В. Дейниченко, Л.Л. Івашина, Т.О. Колісниченко. – Київ: Видавничий дім «Кондор», 2017. – 124 с.

ISBN 978-617-7582-02-0

У монографії представлено обґрунтування та розробку технологій молочно-білкових запіканок з додаванням йодвміщуючих добавок, які є продуктами переробки бурих морських водоростей.

Детально наведено дослідження поліфенольного складу та антиоксидантні властивості йодвміщуючої добавки зостери. Представлено дані про функціонально-технологічні властивості модельних систем на основі молочно-білкового концентрату зі сколотин.

Розроблено технології молочно-білкових запіканок на основі молочно-білкового концентрату зі сколотин з додаванням йодвміщуючих добавок еламіну, цистозіри, зостери. Визначено харчову цінність розроблених продуктів, доведено їх радіопротекторну дію, встановлено комплексний показник якості.

ББК 36.992:28.591

Д 27

ISBN 978-617-7582-02-0

© Дейниченко Г.В., Івашина Л.Л.,
Колісниченко Т.О., 2017

© ТОВ «Видавничий дім «Кондор», 2017

З М І С Т

Вступ	5
Розділ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ТА ЙОДВМІЩУЮЧИХ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГІЯХ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ	7
1.1. Молочно-білкові концентрати та їх харчова цінність.....	7
1.2. Функціональні властивості молочно-білкових концентратів.....	17
1.3. Біологічна роль йоду, проблеми йодного дефіциту та шляхи його вирішення.....	21
1.4. Використання молочно-білкових концентратів та йодвміщуючих добавок в технології молочно-білкових продуктів	33
Розділ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЙОДВМІЩУЮЧИХ ВОДОРОСТЕВИХ ДОБАВОК ТА БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МОЛОЧНО-БІЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТУ	41
2.1. Аналіз поліфенольного складу йодвміщуючої добавки зостери.....	41
2.2. Дослідження антиоксидантної дії йодвміщуючої добавки зостери.....	43
2.3. Визначення кольорових характеристик зразків водоростей	54
2.4. Визначення раціональної кількості йодвміщуючих водоростевих добавок у складі молочно-білкових запіканок	58
2.5. Обґрунтування раціональних механічних режимів приготування молочно-білкових запіканок.....	67
2.6. Дослідження функціонально-технологічних властивостей багатокомпонентних полідисперсних систем на основі молочно-білкового концентрату	70

Розділ 3. РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ ЗАПІКАНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ.....	77
3.1. Оптимізація температурних режимів приготування молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками	77
3.2. Технологія молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими водоростевими добавками.....	78
3.3. Дослідження харчової і біологічної цінності МБЗ з йодвміщуючими добавками	79
3.4. Дослідження протирадіонуклідних і радіопротекторних властивостей МБЗ.....	91
3.5. Розробка моделі якості МБЗ з йодвміщуючими водоростевими добавками.....	94
3.6. Дослідження змін властивостей МБЗ з йодвміщуючими добавками при зберіганні.....	95
Висновки	101
Список використаних джерел.....	103

ВСТУП

З давніх часів відомо, що стан організму людини, його працездатність, опір шкідливим чинникам навколишнього середовища в значній мірі залежать від харчування, тобто надходження до організму необхідних поживних речовин як біологічного та енергетичного матеріалу.

Потреба організму в білках, жирах, вуглеводах, макро- та мікроелементах, вітамінах поповнюється за рахунок щоденного споживання людиною певного набору харчових продуктів. Ця потреба залежить від умов праці, способу діяльності, віку людини, стану навколишнього середовища та інших чинників на протязі всього життя людини [1].

На сьогоднішній день в світі спостерігається стійка проблема дефіциту білка в харчуванні. Рекомендовані норми білка в раціонах харчування ґрунтуються, головним чином, на даних дослідження азотного балансу і рекомендаціях ВООЗ, опублікованих у «Потребах в енергії і білках» [1], з врахуванням того, що із 90% засвоєного білка, який міститься в їжі, лише 70% білка включається до складу тканин організму.

Згідно статистичним даним, середнє споживання білка тваринного походження в світі складає 40..43 г/добу, що на 20% нижче, ніж рекомендовано фізіологічними нормами. Доведено, що зниження кількості білків в раціоні харчування негативно впливає на стан здоров'я, розвиток організму, зменшення його опору негативним зовнішнім впливам [2].

Тому, для повноцінного забезпечення людського організму білком важлива увага повинна приділятися молоку та молочним продуктам, що відносяться до незамінних продуктів харчування, які людина споживає протягом всіх періодів життя та особливо в дитячому і похилому віці.

Серед широкого асортименту молочних продуктів великий інтерес представляють молочно-білкові концентрати, виробництво яких доцільно збільшувати, так як вони є джерелом унікальної білкової системи, яка представлена білками високої харчової цінності.

Також не менш важливою проблемою в світі є дефіцит йоду та інших мікроелементів. Ця проблема в Україні пов'язана з погіршенням екологічного стану навколишнього середовища. Багато

дослідників звертають увагу на комбіновану дію йодної недостатності і опромінення щитоподібної залози та всього організму радіонуклідами, що випали на землю в результаті аварії на ЧАЕС. Тому для рішення цієї проблеми необхідно здійснювати комплексний підхід до вирішення питання дефіциту в харчуванні йоду шляхом створення спеціальних продуктів харчування, харчових добавок. Такі властивості мають морські водорості, що здавна використовуються в харчуванні населення багатьох країн світу, тому що вони є джерелом органічного йоду, який здатен сприяти вирішенню проблеми йоддефіциту.

У зв'язку з вищевикладеним дослідження, спрямовані на розробку технологій нових видів продуктів на основі молочно-білкових концентратів з використанням йодвміщуючих добавок, є актуальними.

Розділ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИКОРИСТАННЯ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ ТА ЙОДВМІЩУЮЧИХ ДОБАВОК В ТЕХНОЛОГІЯХ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ ПРОДУКТІВ

1.1. Молочно-білкові концентрати та їх харчова цінність

Молоко та молочні продукти є найбільш цінними серед великої кількості продуктів харчування тваринного та рослинного походження.

Загальновідомо, що в молоці міститься практично «вся таблиця Менделєєва» у вигляді білків, жирів, вуглеводів, ферментів, гормонів та імунних тіл. При переробці молока більша частина цих сполук переходить у білково-вуглеводну молочну сировину (БВМС) – знежирене молоко, склотини, молочну сироватку, які відносять до вторинних ресурсів молочної промисловості [3–5].

Знежирене молоко одержують на стадії сепарування незбираного молока; склотини – це практично знежирена рідина, яку отримують на стадіях збивання або сепарування вершків при виробництві вершкового масла [6]; молочна сироватка – білково-вуглеводний продукт, який утворюється при виробництві твердого сиру, кисло-молочного сиру та казеїну і, відповідно до технології одержання основного продукту, класифікується на: підсирну, кисло-молочну та казеїнову сироватку.

При промисловій переробці незбираного молока в БВМС залишається значна кількість цінних в біологічному та харчовому значенні речовин.

У процесі переробки молока в жирові (вершки, сметана, вершкове масло) або білкові (казеїн, твердий сир, кислий сир) продукти до БВМС переходить від 50 % до 72,8 % сухих речовин молока. Ступінь переходу основних компонентів незбираного молока до БВМС наведено в табл. 1.1 [7].

Основною характеристикою молочної сировини, що визначає її харчову та біологічну цінність, є якісний та кількісний вміст сухих речовин. Аналіз якісного складу сухих речовин склотин та зне-

Таблиця 1.1

**Ступінь переходу основних компонентів незбираного молока
до БВМС**

Компоненти молока (100%)	Ступінь переходу, %		
	в знежирене молоко	в молочну сироватку	в сколотини
Сухі речовини	70,4	49,9	72,8
Молочний жир	1,4	7,7	1,4
Білки	99,6	24,3	99,4
Казеїн	99,5	22,5	99,5
Сироваткові білки	99,8	95,0	99,6
Лактоза	99,5	96,2	99,4
Мінеральні солі	99,8	81,1	99,6

жиреного молока доводить, що дана БВМС містить практично весь білковий, вуглеводний та мінеральний комплекс незбираного молока. Молочний жир при виробництві жирових молочних продуктів переходить до них не в повному ступені, залишаючись в кількості 1,4% в сколотинах та знежиреному молоці.

Вміст окремих компонентів сухих речовин у БВМС у порівнянні з незбираним молоком наведений в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Вміст сухих речовин у білково-вуглеводній молочній сировині, %

Компоненти	Незбиране молоко	Знежирене молоко	Сколотини	Молочна сироватка
Сухі речовини	12,5	8,8	9,1	6,5
у т.ч. молочний жир	3,7	0,05	0,5	0,2
білки	3,3	3,3	3,3	0,9
лактоза	4,8	4,8	4,7	4,8
мінеральні речовини	0,7	0,7	0,7	0,6

Аналізуючи дані табл. 1.2, можна зробити висновок, що знежирене молоко і сколотини відрізняються зниженим вмістом жиру у порівнянні з незбираним молоком. Проте рівень білків, лактози та мінеральних речовин в означених видах БВМС знаходиться на рівні незбираного молока.

Енергетична цінність БВМС порівняно з незбираним молоком наведена у табл. 1.3 [8].

Аналізуючи дані табл. 1.3, можна зробити висновок, що знежирене молоко та сколотин мають значно меншу енергетичну цінність

Енергетична цінність білково-вуглеводної молочної сировини

Найменування продукту	Енергетична цінність	
	кДж/кг	% до незбираного молока
Молоко незбиране	2805	100
Молоко знежирене	1440	51
Сколотини	1599	58
Молочна сироватка	1013	36

у порівнянні з незбираним молоком, що дозволяє вживати дані продукти без обмеження щоденно всіма дорослими групами населення, в тому числі і людьми похилого віку.

Дослідженням хімічного складу та харчової цінності БВМС присвячені роботи вітчизняних і зарубіжних вчених С. С. Гуляєва-Зайцева, Г. В. Дейниченка, Г. Б. Рудавської, А. П. Чагаровського, П. Ф. Дьяченка, А. Г. Храмцова, М. М. Ліпатова, К. К. Горбатової, Т. Сенкевич, А. Тепел, Z. Renner та інших [9–15]. Їх дослідженнями було встановлено, що БВМС є джерелом унікальної білкової системи, яка представлена харчовими білками високої харчової цінності.

Відмінною особливістю молочних білків є те, що при їх розщеплюванні утворюються пептиди та інші компоненти, що безпосередньо всмоктуються в кров. Молочні білки мають велике біологічне значення внаслідок високого вмісту метіоніну, який разом з іншими складовими частинами молока (холіном, інозитом) належить до так званих ліпотропних речовин. Молочні білки за амінокислотним складом рівноцінні білкам м'яса. Проте, на відміну від останніх, вони не містять пуринових кислот, надлишок яких негативно впливає на обмін речовин в організмі. Тому споживати молочні білки можна в необмеженій кількості в будь-якому віці.

В знежиреному молоці представлений весь білковий комплекс молока – казеїн та сироваткові білки. Фракційний склад казеїну і сироваткових білків знежиреного молока надано в табл. 1.4 [12].

Аналіз даних табл. 1.4 свідчить, що основними фракційними складовими казеїну є α - та β -казеїн, а основними компонентами сироваткових білків є β -лактоглобулін, α -лактальбумін та протеозопептони.

Фракційний склад та фізико-хімічні властивості білків сколотин відрізняються від аналогічних показників білків знежиреного молока. Основною групою білків сколотин є казеїновий комплекс.

Фракційний склад білків знежиреного молока

Казеїн		Сироваткові білки	
Фракція	Вміст, % від загальної кількості білків знежиреного молока	Фракція	Вміст, % від загальної кількості білків знежиреного молока
α-казеїн	45...55	β-лактоглобулін	7...12
β-казеїн	25...35	α-лактальбумін	2...5
χ-казеїн	8...15	альбумін сироватки крові	0,7...1,3
γ-казеїн	3...7	імуноглобуліни	1,9...3,3
		протеозо-пептони	2...6

До нього входять фракції α-, β-, γ- і χ-казеїну, які відрізняються електрофоретичною рухливістю та вмістом фосфору. Головними фракціями казеїну вважають α- та β-казеїн. Вони мають декілька генетичних варіантів та молекулярну масу 1900...24000 [12].

Функціональні властивості казеїну для організму людини мають велике значення. Так, у розчині казеїн утворює складні міцели та транспортує необхідні для зростаючого організму кальцій, фосфор і магній. Здатність осаджуватися в кислому середовищі шлунку має винятково важливе фізіологічне значення, ця властивість дозволяє молочним білкам та жирам утримуватись в шлунку людини і піддаватися впливу травних ферментів [16–17].

В сколотинах група сироваткових білків представлена в основному β-лактоглобуліном (50% від їх загального вмісту та 12% від загальної кількості білків сколотин), що значно впливає на властивості сколотин [18]; 2...5% припадає на α-лактальбумін [14, 19].

За даними Renner Z., α-лактальбумін має більшу харчову цінність, ніж β-лактоглобулін, тому що їх протеїнові відношення складають відповідно 4,0 і 3,5. Дослідженнями, направленими на розшифровку біологічної ролі α-лактальбуміну, з'ясовано, що він є специфічним білком, необхідним для синтезу лактози з УДФ-галактози і глюкози [15].

Відмінною рисою білкового складу сколотин від білкового складу інших видів БВМС є наявність в ньому білків оболонки жирових кульок (55% від їх вмісту в оболонках), що переходять до сколотин за фізико-хімічного і механічного впливу на вершки в процесі виробництва вершкового масла. За своїми електрофоретичними влас-

тивостями білки оболонки жирових кульок ідентичні сироватковим білкам. Їх ізоелектрична точка знаходиться в межах рН 3,9...4,0 [20]. Знежирений білок, виділений з оболонки жирових кульок шляхом подвійного промивання й ультрацентрифугування сколотин, містить 14,0...14,6% азоту, 0,4...0,6% фосфору, 6,6...10,2% вуглеводів, 2,8...4,2% гексоз, 2,5...4,2% гексозамінів, 1,3...1,8% сіалової кислоти.

Білки знежиреного молока, сколотин та молочної сироватки являють особливу цінність, тому що вони в нативному і денатурованому вигляді засвоюються організмом швидко і повністю. Ступінь їх засвоєння складає 96...98%, при цьому вони розщеплюються швидше, ніж білки м'яса, риби, зернових і навіть яєць.

Таким чином, білки БВМС, особливо сироваткові, за рахунок підвищеного вмісту незамінних амінокислот мають підвищену біологічну цінність та при їх повному використанні в харчуванні можуть відігравати значну роль у вирішенні питання нестачі білкових речовин в харчовому раціоні людини. Слід відзначити фактор оптимального співвідношення казеїну та сироваткових білків в сколотинах, що особливо відзначає харчовий потенціал даного виду БВМС.

Для підвищення частки білка в харчуванні людей доцільно застосовувати молочний білок в концентрованому вигляді з максимальним очищенням його від домішок і у формі, зручній для харчової промисловості. У зв'язку з цим велике поширення набули МБК: харчовий казеїн, казеїнати, копреципітати в розчинній і нерозчинній формах, білкові концентрати, одержані із застосуванням мембранної техніки і ін. [21].

У багатьох країнах світу в даний час для виділення і концентрування білка розробляють нові технологічні процеси і створюють сучасне високопродуктивне устаткування.

Нова Зеландія, Австралія, США, Франція, Польща – провідні країни у виробництві та удосконаленні процесів отримання МБК.

Способи отримання концентратів молочних білків відображені в багаточисельних працях вітчизняних та закордонних вчених: П. Ф. Дьяченка, А. Г. Храмцова, М. М. Ліпатова (старшого), Т. Сенкевич, А. Тепел, В. Беліцер, [22–28]. В Україні цьому питанню присвячені роботи таких науковців, як С. С. Гуляєв-Зайцев, В. М. Козлов, Г. В. Дейниченко, Є. А. Избаш, Т. І. Юдіна та ін. [18, 29, 30].

Протягом багатьох років існує підвищений інтерес до використання МБК в різних галузях харчової промисловості. Завдяки високій харчовій цінності МБК, значному вмісту в них незамінних амінокислот підвищується біологічна цінність продуктів, до складу

**Сучасний стан використання молочно-білкових концентратів
та йодвміщуючих добавок в технологіях молочно-білкових продуктів**

яких вони входять [31-33]. Харчова цінність МБК визначається перш за все білковими компонентами, що входять до їх складу. Систематизований перелік видів молочно-білкових концентратів та їх фізико-хімічні показники представлено в табл. 1.5 [26, 34].

Таблиця 1.5

Фізико-хімічні показники молочно-білкових концентратів [26, 34]

Вид молочно-білкових концентратів	Масова частка, %					Кислотність, °Т/рН
	вологи	білка	жиру	лактози	золи	
Казеїн-сирець:						
вищого гатунку	65,0	32,0	0,6	0,4	0,8	25/-
першого гатунку	65,0	32,0	0,6	0,4	0,8	40/-
Казеїн харчовий:						
вищого гатунку	12,0	82,0	1,5	1,0	2,5	40/-
першого гатунку	12,0	82,0	2,0	1,0	3,0	60/-
Казеїн для харчових казеїнатів	12,0	82,0	1,5	1,0	2,0	70/-
Казеїнат натрію з кислого казеїну	6,0	85,0	2,0	1,0	5,0	-/6,2...6,9
Казеїт харчовий звичайний	6,0	80,0	2,0	2,0	7,0	-/6,6...7,0
Концентрат натурального казеїну:						
рідкий	83,0	11,5	-	-	-	52/-
сухий	8,0	62,0	-	-	-	52/-
Концентрат молочно-білковий:						
сухий	12,0	70,0	2,0	2,0	15,0	-/6,8...7,2
в блоках	55,0	35,0	1,0	1,0	7,0	-/6,8...7,2
Біопротектор:						
звичайний	6,0	18,0	-	-	-	70/-
екстра	5,0	16,0	-	-	-	70/-
Біопрогеїн	5,0	62,0	-	-	-	52/-
Копреципітат харчовий розчинний:						
низькокальцієвий	6,0	80,0	2,5	5,0	6,5	-/6,8...7,0
висококальцієвий	6,0	75,0	2,5	5,0	14,5	-/6,8...7,1

Одним з видів МБК є казеїни, які отримують способом кислотної чи сичугової коагуляції [35–37]. Основною сировиною для виробництва казеїнів є знежирене молоко. Казеїн для харчових цілей

використовують у вигляді казеїнатів, які є однією з найпоширеніших форм МБК. Тільки в США для виробництва найрізноманітніших харчових продуктів використовують близько 65 000 т казеїнатів на рік [38].

Казеїн – традиційний продукт молочної промисловості. Суть технології його виробництва міститься в забезпеченні кислотної чи сичугової коагуляції молекулярного казеїну з наступним відділенням осаду, його промивкою, зневодненням та сушінням.

Підприємствами молочної промисловості в даний час випускається казеїн технічний та харчовий, який ділиться на види (за типом коагуляції) та гатунки (в залежності від рівня організації процесу).

Казеїн харчовий, казеїн для харчових казеїнатів, казеїн технічний та казеїн сичуговий є нерозчинними сухими МБК, які містять тільки казеїнову фракцію білків молока.

Казеїнати харчові виробляють в рідкому або сухому вигляді. Залежно від вибраного розчинника їх поділяють на казеїнат натрію і казеїтати [26, 29, 34].

Харчовий казеїнат натрію виробляють з кислотного казеїну (казеїну-сирцю сухого або свіжеосажденного), або нежирного кислого сиру шляхом розчинення його в гідроокису натрію. Продукт використовується в м'ясній і молочній промисловості як білкова добавка, емульгуюча та зв'язуюча речовина [39-41]. Казеїтат спеціальний для дитячого і дієтичного харчування відрізняється від звичайного казеїтату тим, що при розчиненні казеїну-сирцю додатково використовують магній лимоннокислий тризаміщений [42].

Казеїтати знаходять використання при виробництві продуктів для лікувального харчування дітей – низьколактозних молочних сумішей і сумішей для ентерального харчування (енпітів) [43].

Концентрати натурального казеїну (КНК) виробляють зі знежиреного молока з використанням полісахаридів. В якості полісахариду використовують пектин яблучний сухий. Випускають концентрати натурального казеїну в рідкому і сухому вигляді. Використовують КНК для виробництва молочних напоїв, морозива [26].

При виробництві казеїнатів і КНК використовують тільки казеїнову фракцію молочних білків, при цьому сироваткові білки залишаються в сироватці [26, 34].

Вперше спосіб отримання комплексного концентрату казеїну і сироваткових білків був обґрунтований та розроблений в нашій країні професором П.Ф. Дьяченком. Пізніше продукт, який отримують за цим принципом, назвали «копреципітат». В нашій країні

та за кордоном проведено значну кількість досліджень по розробці технології отримання копреципітатів у вологому, пастоподібному та сухому вигляді, гель-формі, гранулах, які знаходять використання в якості збагачувачів харчових продуктів та компонентів повноцінних кормових сумішей.

Сутність технології отримання традиційного копреципітату міститься у введенні в нагріте до 96 ± 1 °С знежирене молоко з кислотністю не вище 21 °Т хлориду кальцію (CaCl_2) в суворо певній кількості. При цьому в результаті катіонного обміну знижується агрегативна стійкість ККФК молока. ККФК збагачується кальцієм, за рахунок утворення соляної кислоти відбувається підкислення молока із зниженням рН з 6,5 до 5,0 од. Електронно-мікроскопічні дослідження чітко фіксують процес агрегування міцел казеїну в результаті втрати термостійкості. Утворюються рихлі агрегати, які укрупнюються, утворюють пластівці з денатурованими сироватковими білками – відбувається виділення сироваткових білків в комплексі з казеїном (термокальцієва коагуляція). Встановлена оптимальна доза CaCl_2 – 1,5 г/л, що забезпечує коагуляцію 97% білків молока [27]. При цьому відбувається збагачення отриманого молочного білка кальцієм та фосфором, кількість яких можна направлено регулювати (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

Склад молочно-білкових копреципітатів

Показники	Сухий молочний білок	Копреципітати		
		високо-	середньо-	низько-
		Кальцієві		
Волога, %, не більше	6,0	6,0	6,0	6,0
Білок, %	71,0	72,0	76,0	80,0
Лактоза, %	11,0	4,0	3,0	2,0
Жир, %, не більше	2,0	2,5	2,5	2,5
Зола, %, не більше	8,5	14,0	8,0	4,0
в т.ч. кальцій	3,0	3,0	2,0	1,0
Розчинність, мл вологого осадку, не більше	нерозчинний	1,5	1,5	1,0

Надлишок кальцію надає копреципітату таку специфічну ваду, як «металевий» присмак.

Аналогічний процес копреципітації відбувається при введенні в нагріте вище 95 °С знежирене молоко сильних кислот (термокис-

лотна коагуляція), наприклад, соляної. Цей напрямок виробництва копреципітатів розроблено в США Е. С. Скоттом [44].

Сутність термокислотного способу коагуляції полягає в тому, що швидка коагуляція білків молока досягається введенням в молочну сировину 1н. розчину соляної кислоти чи молочної кислоти, що міститься в молочній сироватці, отриманій при виготовленні сиру кислотним або сичугово-кислотним способом, чи накопичується в заквасці молочнокислих стрептококів при молочнокислому бродінні [26, 29, 34].

Термокислотний спосіб за ступенем ефективності не тільки не поступається термокальцієвому, але й позбавляє готовий продукт недоліків органолептичних показників, властивих термокальцієвому способу. Використання в якості коагулянта молочної сироватки дозволяє виключити використання дефіцитної соляної кислоти та отримувати продукт високої якості без необхідності промивання молочного згустку водою [29–30].

Сухий МБК виробляють зі знежиреного молока шляхом осадження білків термокальцієвим методом з подальшим їх диспергуванням в знежиреному молоці, склотинах або суміші склотин і знежиреного молока і висушуванням на розпилювальній сушарній установці [45]. Концентрат молочно-білковий в блоках є різновидом МБК сухого і представляє собою клас розчинних концентратів, які містять казеїн та сироваткові білки. [26].

МБК має в своєму складі як казеїнову фракцію білків, так і фракцію сироваткових білків, але використання термокальцієвого методу осадження надає готовому продукту недоліки, притаманні цьому методу. Використовують концентрат молочно-білковий для виробництва напоїв та морозива [26].

Промисловість виробляє харчові розчинні копреципітати двох видів: копреципітат харчовий розчинний висококальцієвий; копреципітат харчовий розчинний низькокальцієвий [26, 34].

Висококальцієвий копреципітат – комплекс білків, виділених зі знежиреного молока, нагрітого до температури 93 ± 2 °С, дією на нього розчином хлористого кальцію і подальшою промивкою, пресуванням згустку, обробкою його розчинами триполіфосфату натрію і гідроксиду натрію і сушінням одержаного розчину [46].

Низькокальцієвий копреципітат – комплекс білків, виділених із знежиреного молока, нагрітого до температури 93 ± 2 °С і охолодженого до температури 45...49 °С, дією розчинів соляної кислоти або кислою сироваткою з подальшою промивкою, пресуванням

згустку, обробкою його розчином гідроокису натрію і сушінням одержаного розчину [46].

Харчові розчинні копреципітати використовують як добавку при виробництві м'ясних і молочних продуктів з метою підвищення їх харчової цінності, а також в якості емульгуючої і зв'язуючої речовини [26, 34].

У всіх перелічених вище видах МБК в якості основної молочної сировини використовують знежирене молоко та як коагулянт – кислоту молочну сироватку. Проте поза увагою науковців при розробці нових технологій виробництва МБК довгий час залишався такий високоцінний вид БВМС, як сколотини (маслянка).

Г. В. Дейниченко, Т. І. Юдіна розробили технологію молочно-білкового копреципітату зі сколотин (МБКС) [47].

Спосіб одержання МБКС здійснюється наступним чином. Сколотини і кислоту сирну сироватку з титруємою кислотністю 135...140 °Т пастеризують роздільно одне від одного за температури 93...95 °С та 90...93 °С протягом $(10...15) \cdot 60^{-1}$ с та $(25...30) \cdot 60^{-1}$ с відповідно, після чого охолоджують до 80...85 °С. Потім у сколотини вносять кислоту сирну сироватку в кількості 30...40%. Суміш після перемішування витримують протягом $(10...15) \cdot 60^{-1}$ с, згусток швидко охолоджують до 40...45 °С і відокремлюють самопресуванням у бязевих мішках [48].

Запропонований спосіб одержання МБКС дозволяє збільшити вихід молочних білків на 15...20% порівняно з традиційним нежирним кислим сиром, тому що при цьому використовуються сироваткові білки. Тому МБКС, як сировина для виробництва кулінарної продукції, є більш перспективним. Крім того, тривалість процесу виробництва концентрату із сколотин у порівнянні з процесом отримання традиційного нежирного сиру значно скорочується [49].

Отриманий МБКС має наступні органолептичні показники: однорідна пластична маса, чисті смак і запах, характерні для молочних продуктів, без сторонніх присмаків і запахів, консистенція однорідна, ніжна, така, що маститься, колір від білого до білого з кремовим відтінком [30].

За комплексними показниками якості та технологічними властивостями МБК зі сколотин перевершує нежирний кислий сир, що визначає його перевагу у використанні для виготовлення молочно-білкових напівфабрикатів на підприємствах ресторанного господарства, що варто врахувати при подальших дослідженнях.

1.2. Функціональні властивості молочно-білкових концентратів

Функціональні властивості молочно-білкових концентратів слід розглядати, виходячи з властивостей основних компонентів та їх впливу один на одного.

Вивченням функціональних властивостей БВМС присвячені чисельні праці вітчизняних і зарубіжних учених – П. Ф. Дряченка, А. Г. Храмцова, М. М. Ліпатова, К. К. Горбатової, А. Тепел, В. Беліцер [14, 17, 48, 70,71]. В Україні цим питанням займалися Г.Б. Рудавська, А. П. Чагаровський, Г. В. Дейниченко, Є. О. Ізбаш, Т. І. Юдіна та інші [8, 20, 31, 32].

Аналіз хімічного складу МБК (табл. 1.3) показує, що їх функціональні властивості обумовлені досить високим вмістом білка. Білки виступають так званими «носіями функціональних властивостей», які можуть бути певною мірою скореговані параметрами технологічного процесу (значеннями рН, температурою тощо), фізичною дією (тиск, перемішування, емульгування, піноутворення), хімічним впливом та модифікацією [51].

Попередні дослідження [52, 53] показують, що молочні білки поряд з високою харчовою цінністю мають властивості, які дозволяють використовувати їх в натуральному та концентрованому вигляді при виробництві комбінованих харчових продуктів.

Молочні білки мають і специфічні властивості, що відіграють певну роль у здійсненні технологічних процесів при виробництві продуктів із БВМС, до них належать: термостабільність, коагуляційна здатність, гідратація, протеолітичне розщеплення, емульгування, піноутворення тощо.

Причиною високої термостійкості казеїну вважається високий вміст в ньому проліну та мала кількість в порівнянні з сироватковими білками сіркоутримуючих амінокислот (цистину та цистеїну) [16].

Аналізуючи дані про причини, які впливають на термостійкість молока [54–56], можна сказати, що теплову стабільність молочних білків визначає сукупність декількох факторів – кислотність, сольовий та білковий склад тощо.

Зниженню термостійкості БВМС сприяє високий вміст термолабільних сироваткових білків та структурні зміни казеїну під час теплової обробки (дефосфорилювання, дегідрування, комплексоутворення з денатурованими сироватковими білками тощо) [57].

Однією з особливостей молочних білків, від якої залежить технологічний процес виробництва молочної продукції, є здатність до

гідратації. Завдяки цій властивості білки, в тому числі і в складі копреципітатів, характеризуються високою вологозв'язуючою та вологоутримуючою здатністю, що впливає на консистенцію та структуру готового молочного продукту, технологію його виробництва і тривалість зберігання [20].

Казеїн має високі гідрофільні властивості і за рахунок наявності полярних груп і пептидних угруповувань головних ланцюгів він зв'язує значну кількість води – більше 2 г на 1 г білка. Підвищена гідрофільність сироваткових білкових концентратів сприяє їх використанню в технологіях харчових продуктів в якості желуючої речовини [14, 16].

Експериментальними дослідженнями встановлено, що найбільшу вологозв'язуючу здатність мають білкові концентрати зі зниженим вмістом кальцію.

В'язкість сироваткових білкових концентратів залежить, у першу чергу, від вмісту в них сухих речовин і білків, величини рН, температури, а також величини і форми молекул [58]. Невеликий розмір молекул сироваткових білків у порівнянні з розміром міцел казеїну обумовлює значно меншу в'язкість концентрованих розчинів сироваткових білків.

Нагрівання рідких розчинів сироваткових білкових концентратів підвищує їх в'язкість. Так, підвищення температури понад 50 °C призводить до підвищення в'язкості розчинів через те, що починається денатурація білків. Білкові концентрати, отримані шляхом нагрівання молочної сироватки при низьких значеннях рН, мають у 10...20 разів більш високу в'язкість, ніж концентрати, отримані за допомогою методів ультрафільтраційного-розділення [59].

Розчинність – одна з важливих функціональних властивостей білків БВМС, що у значному ступені впливає на їх здатність до емульгування і піноутворення. Казеїнові білки практично не розчиняються у воді, а розчиняються в слабких лужних розчинах, розчинах солей лужних та лужноземельних металів та мінеральних кислот [60].

Також функціональною властивістю знежиреного молока та сколотин є сичужне згортання, тобто здатність білків коагулювати під дією внесеного сичужного ферменту (хімозину) з утворенням щільного згустку. Здатність сколотин та знежиреного молока до коагуляції визначається багатьма факторами, головним з яких є наявність в продукті солей кальцію (іонів кальцію). Їх вміст визначає швидкість коагуляції молочного білка та густину консистенції згустку [60–62].

Важливою функціональною властивістю молочних білків є здатність емульгувати жири, стабілізувати жирову емульсію, збільшувати водозв'язуючі та водопоглинаючі можливості харчових систем, що сприяє отриманню стійких дрібнопористих пін [63].

Емульгуюча здатність білків молочно-білкових концентратів обумовлена наявністю як гідрофільних, так і гідрофобних угруповань, які адсорбуються на поверхні дисперсної фази та дисперсійного середовища і міцно на ньому утримується, створюючи та стабілізуючи емульсію [20].

Емульгуюча властивість сироваткових білків нижча в порівнянні з емульгуючою властивістю казеїнів в результаті рівномірної послідовності розташування гідрофобних та гідрофільних груп і більш компактною глобулярної конформації молекули [16, 24]. Разом з тим концентрати сироваткових білків, що отримані з підсирної та солянокислої казеїнової сироватки, мають емульгуючу здатність, що не поступається яєчним білкам [60].

Розширення використання білкових концентратів як емульгаторів жиру, можливо завдяки регулюванню таких параметрів, як величина рН середовища, температура та наявність солей [20, 24].

Піноутворююча здатність також є однією з головних властивостей БВМС.

Піна утворюється в тому випадку, якщо швидкість формування та підходу кульок газу до поверхні рідини виявляється більшою за швидкість їх руйнування. Процес піноутворення в молочних системах є складним внаслідок сукупного впливу багаточисельних фізико-хімічних та інших факторів. Закономірності, якими характеризується процес утворення піни, залежать від умов проведення конкретного технологічного процесу або експерименту [64].

У відповідності з положеннями фізичної хімії дисперсних систем, піноподібні маси займають проміжне положення між рідинами та газами, наближаючись за своїми властивостями до тієї речовини, яка в більшому ступені визначає структуру піни [65–66].

Молочні білки БВМС мають яскраво виражені піноутворюючі властивості, особливо якщо вони оброблені лужними або ферментними препаратами певних концентрацій. Ця властивість широко використовується в харчовій промисловості при виробництві продуктів з дрібнопористою структурою: морозива, збитих молочних десертів, кондитерських виробів тощо [20].

Сироватково білкові концентрати подібно казеїнатам є речовинами з високими піноутворюючими властивостями, але піноутворююча здатність їх нижча, ніж у казеїнату натрію та білків яєць [52].

Значне покращення піноутворення при гідратації білка в обмеженій тепловій денатурації сироваткового білкового концентрату можна пояснити частковим розпрямленням білкової молекули, так як при цьому вивільнюються раніше закриті гідрофобні групи молекул та загальна гідрофобно-гідрофільна рівновага здвигается.

Відомо, що від розміру жирових кульок (до певної межі) залежать в'язкість та поверхнево-активні характеристики молочної сировини, що, в свою чергу, впливає на процес піноутворення [67]. При цьому сировину, жир якої знаходиться у вигляді крупних жирових кульок, слід вважати більш технологічною. Але відомо, що дрібнодисперсний молочний жир, який знаходиться в фазі стійкої емульсії, а також колоїдний розчин білків не тільки впливають один на одного, але і в силу своїх поверхнево-активних властивостей здатні утворювати додаткові елементи дисперсної структури піни. З іншої сторони, гідратовані білки за нестачі дисперсійного середовища здатні до утворення додаткової фази в піні у вигляді суспензії, що стабілізує міжфазні оболонки.

Важливе значення для механічних властивостей МБК займає в'язкість, пружність, пластичність. У процесі виробництва кулінарної продукції сировина піддається різноманітним видам технологічної обробки – механічній, теплової, холодильній.

Під час виготовлення МБЗ з використанням молочно-білкового концентрату, він піддається різним видам технологічної обробки, таким як протирання, перемішування, збивання та теплова обробка. Найбільший вплив на зміну характеристик МБК має протирання, під час якого значно знижується показник граничної напруги зсуву (ГНЗ), що свідчить про поліпшення консистенції продукту. Зниження ГНЗ відбувається також при перемішуванні й збиванні МБК, причому зі збільшенням тривалості механічного впливу швидкість зменшення значень знижується внаслідок насичення МБК повітрям і збільшення ступеня однорідності часток.

В'язкість продукту при усіх видах механічного впливу підвищується, причому в наслідок протирання та збивання в'язкість збільшується інтенсивніше, ніж під час перемішування.

Оптимальним варіантом технологічної обробки для молочно-білкових напівфабрикатів є протирання. Воно призводить до одержання найкращих показників продукту без значних тимчасових витрат [32].

Таким чином, аналіз літературних джерел показує, що хімічний склад МБК визначає їх функціональні та технологічні властивості,

які необхідно враховувати при розробці молочно-білкових напівфабрикатів та готових виробів на їх основі. Особливо слід відзначити показники емульгуючої та водозв'язуючої та водопоглинаючої здатності, що відіграють важливу роль у визначенні технологічних режимів при розробці нових технологій і при оцінюванні якості готової продукції.

1.3. Біологічна роль йоду, проблеми йодного дефіциту та шляхи його вирішення

Йоддефіцитні захворювання (ЙДЗ) є однією з найактуальніших проблем охорони здоров'я для 130 країн світу. За даними Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я, більш ніж третина жителів Землі живе в умовах особливо високого ризику розвитку ЙДЗ, прояви ЙДЗ (зоб) вже існують у 740 мільйонів чоловік, а у 50 мільйонів людей є виражена розумова відсталість в результаті йодної недостатності [64, 65].

Йод – один з активних елементів природи, тому в природному середовищі у вільному стані він практично не зустрічається. Найбільш важливі сполуки йоду – йодистий калій та йодистий натрій. Ці сполуки, незважаючи на те, що природа порівняно бідна на йод, розповсюджені в ній дуже широко. Основна кількість природного йоду міститься в морській воді, куди він був змитий з поверхні ґрунту талими водами, дощами, вітром та річками перенесений в море. Йод знаходиться в глибоких шарах ґрунту та зустрічається у вмісті нафтових свердловин. В цілому, чим старіша та ерозованіша поверхня ґрунту, тим менше в ній йоду. Найбільш бідні на йод ґрунти в гірських місцевостях, які піддавалися частому випаданню дощів зі стоком води в річки та болотні ґрунти [66–68].

Концентрація йоду в місцевій питній воді відображає концентрацію йоду в ґрунті. Зазвичай в йоддефіцитних регіонах концентрація йоду в воді складає 2 мкг·л⁻¹. Вода, як правило, не є серйозним джерелом надходження йоду в організм людини, основну кількість цього мікроелементу людина споживає з їжею [69–71].

Йод – необхідний мікроелемент у харчуванні. За все життя людина споживає 3...5 г йоду, що еквівалентно ємкості однієї чайної ложки [72–74].

В організмі дорослої людини знаходиться 20...50 мг йоду, майже половина його зосереджена в щитовидній залозі, решта – в м'язовій тканині. Для поповнення запасів організму йод може надходити у

двох формах – мінеральній (неорганічній) та органічній. Мінеральний йод – це йод, що не зв'язаний з будь-якою органічною молекулою (спиртовий розчин йоду, йодиди та йодати калію тощо).

Органічний йод – це йод, що знаходиться в хімічному зв'язку з будь-якою органічною сполукою [66, 75].

Неорганічний йод – дуже активна сполука. Вона легко проникає в кров та входить у хімічні реакції з органічними сполуками організму, змінюючи їх [66, 76].

Органічний йод, на відміну від мінерального, знаходиться в зв'язаному стані та в більшості хімічних реакцій участі не приймає. Відомо, що всмоктування неорганічного йоду (йодидів) при надходженні в шлунково-кишковий тракт відбувається практично на всьому його протязі, тоді як йодований білок спочатку під дією протеолітичних ферментів у шлунково-кишковому тракті розпадається на амінокислоти, у тому числі на йодтирозини. Потім йодвмісні амінокислоти через воротну вену потрапляють у клітини печінки – гепатоцити. Дейодування в організмі здійснюється специфічними ферментами – дейодиназами, що знаходяться всередині клітин і фіксовані на мембранах ендоплазматичного ретикулуму, мітохондріях і мікросомах. Частина йодвмісних амінокислот за участю трансфераз печінки перетворюється в глюкуроніди і через жовчні шляхи надходить назад у кишечник, а інша – депонується в печінці і засвоюється організмом. Тому при вживанні йоду в поєднанні з білком (органічного йоду) збільшується його виведення з калом і не відзначаються негативні наслідки перенасичення організму йодом [75, 77].

Виділення йоду, що всмоктався, з організму відбувається переважно через нирки (до 85...90%), молочні, слинні та потові залози, частково – з жовчю [66].

Особливе біологічне значення йоду полягає в тому, що він є складовою частиною молекул гормонів щитовидної залози: тироксину (Т4), який містить чотири атоми йоду, та трийодтироніну (Т3), в складі якого три атоми йоду. Нестача надходження йоду в організм призводить до розривання ланцюга послідовних процесів, які направлені на підтримання нормального синтезу та секреції гормонів щитовидної залози. Але якщо дефіцит цих гормонів зберігається достатньо довго або діють інші струмогенні фактори, то відбувається зрив механізмів адаптації з наступним зниженням синтезу тиреоїдних гормонів та розвитком захворювань, що зумовлені дефіцитом йоду [78–80].

До масової профілактики йодної недостатності слід відноситися дуже виважено, тому що населення з ендемічних територій, яке тривалий час знаходиться в умовах низького споживання йоду, є найбільш вразливим до ризиків побічної дії надлишкового надходження йоду, особливо його неорганічних сполук [71, 81–83].

Багато дослідників звертають увагу на комбіновану дію йодної недостатності і опромінення щитоподібної залози та всього організму радіонуклідами, що випали на землю в результаті аварії на ЧАЕС [84–85].

Нестача йоду у харчових раціонах сприяє розвитку ряду захворювань щитовидної залози (дифузного, вузлового зобу, кісти, тиреоїдитів, пухлин) та спричиняє серйозні зміни обміну, які ведуть до порушення репродуктивної функції (безплідності, невиношування вагітності, передчасних пологів), високої перинатальної смертності, уроджених вад розвитку, уродженого зобу, високої смертності немовлят, відставання у фізичному і психічному розвитку, кретинізму, анемії та ін. [86-87]. Дефіцит йоду обумовлює зниження інтелектуального потенціалу усього населення, яке проживає у зоні йодної недостатності. Тому в 1983 році термін «ендемічний зоб» було замінено на «йодцефіцитні захворювання». Вирішення питань адекватної профілактики захворювань, спричинених нестачею йоду у довкіллі, має медичне, соціальне і економічне значення.

Найбільш чутливі до йоддефіциту вагітні, жінки, що годують груддю, діти і підлітки, що обумовлює необхідність проведення профілактичних заходів, особливо серед цих категорій населення.

Щоденне споживання йоду, за рекомендаціями ВООЗ, повинне складати: у дітей до 1 року – 50 мкг, від 2 до 6 років – 90 мкг, від 7 до 12 років – 120 мкг, від 14 років і більше – 150 мкг, у вагітних і жінок, що годують – 200 мкг [88–90].

Забезпеченість харчових раціонів йодом в Україні не перевищує 50% достатньої кількості (згідно рекомендацій МОЗ України), а в деяких ендемічних по йоду регіонах (Прикарпаття, Львівська область) – навіть 25%. Нестача йоду в Україні спостерігається у жителів Волинської, Закарпатської, Івано-Франківської, Рівненської, Тернопільської областей, АР Крим, в деяких районах Житомирської, Київської, Хмельницької, Чернігівської областей [80, 91, 92]. У цих регіонах проживає більш 15 мільйонів чоловік. Ці люди отримують з продуктами харчування і водою до 35...40 мкг йоду на добу при потребі 150...200 мкг.

Для подолання йоддефіциту в харчуванні використовуються методи індивідуальної, групової та масової йодної профілактики [81, 93]. Масова йодна профілактика є ефективним та економічним методом подолання дефіциту йоду і досягається шляхом внесення солей йоду (йодиду і йодату калію) та харчових біологічно активних добавок (БАД), що містять йод в органічній формі, в найбільш розповсюджені продукти харчування: кухонну сіль, хліб, воду. Цей метод профілактики називається «німим» – споживач може і не знати, що споживає продукти харчування, збагачені йодом [94].

Індивідуальна йодна профілактика передбачає споживання продуктів з підвищеним вмістом йоду (морська риба, молюски, водорості), а також профілактичних лікарських засобів та харчових добавок, які забезпечують надходження фізіологічно необхідної кількості йоду (полівітаміни з мінеральними добавками, препарати йодиду калію). Для ефективного подолання йоддефіциту індивідуальна профілактика потребує від пацієнта достатніх навичок та мотивації.

Групова йодна профілактика передбачає приймання препаратів, що містять йод, групами населення з найбільшим ризиком розвитку ЙДЗ (діти, підлітки, вагітні та жінки, які годують немовлят, особи дітородного віку) в організованих колективах (дитячі садки, школи, інтернати). Вона здійснюється шляхом регулярного тривалого вживання спеціальних харчових продуктів, БАД або медикаментозних препаратів, що містять фіксовану фізіологічну дозу йоду. З економічної точки зору індивідуальна та групова йодна профілактика є більш дорогими методами поповнення кількості йоду в організмі, але значно ефективнішими.

Найбільший вміст йоду спостерігається в морепродуктах, в той час як в наземних продуктах харчування його мало (табл. 1.7). Тому в усьому світі ведуться пошуки та технологічні розробки створення спеціальних йодвмісних продуктів та БАД.

Основний метод вирішення проблеми нестачі йоду в раціоні населення – йодування продуктів харчування, тобто створення продуктів функціонального призначення [98–99]. Вартість профілактики ЙДЗ шляхом йодування харчових продуктів в багато разів менша, ніж витрати на лікування цієї хвороби.

Найстаріший та розповсюджений метод – це йодування кухонної солі шляхом внесення 10...25 г йодистого калію (KI) на 1 тунну солі. Але така сіль активно сорбує вологу, а йодид калію – компонент йодованої солі – не стійкий у вологих умовах та під час теплової обробки [73–74].

**Вміст йоду в деяких продуктах харчування
(на 100 г продукту) [101–103]**

Продукт харчування	Вміст йоду (мкг)	Продукт харчування	Вміст йоду (мкг)
Риба: пікша	416,0	яйця курині	9,7
лосось	260,0	Овочі: шпинат	20,0
креветки	190,0	редис	8,0
камбала	120,0	картопля	3,8
тріска	120,0	огірки	2,5
морський окунь	74,0	Фрукти: яблука	1,6
палтус	52,0	груші	1,0
оселедець свіжий	66,0	вишні	0,3
оселедець у соусі	6,0	Молоко: материнське молоко (з 10-го дня після пологів)	6,3
тунець	50,0		
вугор	4,0		
форель	3,5		
морські водорості	100000–200000	коров'яче молоко (жирність 1,5%)	3,7
крупя	1,5–4,5	Молочні продукти: масло	4,4
рис	2,2	згущене молоко	9,9
борошно	2,0–3,0	сир (жирність 40%)	3,4
хлібобулочні вироби	3,0–8,5	кефір (жирність 3,5%)	3,7
житній хліб	8,5	М'ясо (середньої жирності): свинина	3,0
білий хліб	5,8	яловичина	3,0
вівсяні пластівці	4,0	телятина	2,8

Йодат калію – сильний окислювач, в суміші з органічними речовинами при ударі вибухає, тому як харчову добавку його використовувати недоцільно. В сполученні з органічними речовинами він може привести до незворотного окислення та хімічної модифікації з утворенням речовин з невизначеними хімічними властивостями. Сильні окисні властивості йодату калію руйнують ферментні системи і викликають появу супероксидного радикалу [99]. Останній у високих концентраціях може повернути окисно-відновні процеси в організмі в бік посилення окисних реакцій. Це призводить до переокислення та до незворотних змін процесів синтезу, результатом чого є швидка втрата речовин без їх подальшого відновлення [100].

Йодат калію в окремих випадках використовується виключно для йодування кухонної солі.

В Росії, Україні та Білорусії завдяки лобюванню цієї сполуки деякими міжнародними організаціями (ЮНІСЕФ, ICCIDD) з 1998 року використовується йодована сіль, що містить 67 г КІОЗ в тоні солі (40 ± 15 г йоду) [101–102]. В більшості ж країн світу до цього часу використовується йодид калію, який в залежності від конкретних умов та підходів вносять на 1 тону кухонної солі в кількості: у США – від 15 до 76 мг, в Швейцарії – 15 мг, в Чехії – 25 мг, в Болгарії – 25 мг, в Польщі – 30 мг. В Німеччині використовують і йодат калію, але в меншій концентрації (32 мг КІОЗ на 1 кг солі) [103].

Споживання солі на душу населення в окремих країнах зазвичай лежить в межах від 5 до 15 г·добу⁻¹. Основний процес збагачення солі йодом відносно простий: сіль збагачують, додаючи рідкий розчин йодату калію (вологий метод) або сухий порошок йодату (сухий метод). Ефект йодування залежить від рівномірного розподілу йоду в солі та якості перемішування. Однак, неможливо досягти рівномірного розподілу йоду в солі [104–105]. Тому не виключений ризик попадання в організм людини високих концентрацій йоду [106]. Незважаючи на забезпечення населення йодом означеним способом, кількість йоддефіцитних захворювань в Україні (як і в Росії) суттєво не зменшується [107–109].

Відомо [82, 110], що при деяких захворюваннях вживання кухонної солі протипоказане, тому для певної категорії населення вищезазначені джерела йоду є неприйнятними. Для окремих категорій населення споживання йодованої солі може викликати гіпертиреоз, оскільки при вищезгаданій нормі збагачення добову потребу в йоді забезпечує вживання 3..5 г йодованої солі [101–111]. Але практичний досвід показує, що більшість людей має схильність до вживання надлишкової кількості солі. За даними моніторингу щодо 11–15-річної йодної профілактики гіпотиреозу йодованою сіллю або таблетками йоду, у США, Австралії, Німеччині спостерігається збільшення випадків гіпертиреозу [112]. З цієї ж причини в Данії продаж йодованої солі обмежений [113].

Багаторічний досвід учених багатьох країн світу показує, що вживання йодованої солі лише частково ліквідує дефіцит йоду [114–116].

Крім йодування солі існує практика збагачення йодом багатьох харчових продуктів та сировини. Відомі розробки з йодування бо-

рошна, дріжджів, води, напоїв, олії, молочних продуктів, сирів, кондитерських та м'ясних виробів [94, 113, 117–121].

Герасимов Г. А. і співавт. [122] розробили технологію внесення йодиду калію в тісто при виробництві хліба. Ця речовина є сильним окисником – її традиційно рекомендують використовувати у хлібопеченні в якості поліпшувача окисної дії, що сприяє зміцненню клейковинного каркаса тіста і зменшенню розпливання подових виробів, у кількості 0,0004...0,0008% до маси борошна. Під час переробки сильного борошна використання йодату калію може спричинити «затягування» структури тіста і погіршення якості готових виробів, тому використовувати його для йодування хліба слід обережно.

В останні роки активно проводяться розробки способів одержання органічних сполук йоду з білком або амінокислотами, які можливо використовувати у хлібовипіканні [111]. Для цього білок тваринного, рослинного або мікробного походження попередньо модифікують ферментативним чи хімічним способом, після чого проводять йодування амінокислотних залишків тирозину та гістидину. Цю ідею покладено в основу способів одержання таких продуктів як «Тиреойод», «Вітайод», «Йодказеїн» тощо, які запатентовано в Росії та інших країнах світу [77, 83].

Розробником препарату «Йодказеїн» є НВП «Медбіофарм», що функціонує при Медичному радіологічному науковому центрі РАМН (м. Обнінськ, Росія). В Україні «Йодказеїн» реалізує ПП «Олімпія Трейдінггруп» (м. Ужгород). «Йодказеїн» випускають у паперових пакетах, в кожному з яких міститься 5 г продукту, що еквівалентно 35...45 мг йоду. Препарат попередньо розчиняють у невеликій кількості слабколужного розчину (наприклад, розчину харчової соди), після чого змішують з будь-яким технологічним розчином – цукру, солі, дріжджовою суспензією і дозують після ретельного перемішування. Розчин можна зберігати 3 доби за температури від 0 до 3 °С [123].

«Йодказеїн» – сполука природного з'єднання йоду з білком молока. Цей препарат не леткий, стійкий до термообробки, не змінює органолептичних показників готових виробів. Даний збагачувач зарекомендував себе не лише у хлібопекарській, але й у м'ясній та молочній промисловості. Витрати препарату на 1 кг хліба становлять 5 мг. Стабільний за різних умов зберігання, «Йодказеїн» не втрачає своїх початкових корисних властивостей. На відміну від інших способів профілактики йоддефіцитних захворювань, засвоєння цього препарату відбувається індивідуально в залежності від

ступеня йодної нестачі. Надлишок йодного білка просто виводиться організмом, тому передозування практично неможливе [124]. Недоліком цієї сполуки є те, що вона не містить інших мікроелементів – селену, кобальту, заліза тощо.

Для успішного подолання йоддефіцитних захворювань серед населення України необхідно правильно обирати носій йоду, який би містив йод у термостабільній, фізіологічно доступній та легкозасвоюваній формі, і при цьому споживач одержував харчові продукти з гарантованим вмістом йоду та звичними органолептичними показниками. Однак, як показує досвід, окремі розробки збагачення харчових продуктів на йод не вирішують проблему комплексного забезпечення ним населення країни. Найбільш перспективними на сьогоднішній день є комплексні підходи до вирішення питання дефіциту мікроелементів, тобто створення спеціальних продуктів харчування, харчових добавок, збагачених не тільки йодом, але і комплексом мікроелементів, вітамінів, полісахаридів та інших нутрієнтів для профілактики патології ендокринної, кровотворної, імунної систем і мінімізації дози внутрішнього опромінення [125–127].

Такі властивості мають морські водорості, що здавна використовуються в харчуванні населення багатьох країн світу, тому що вони є джерелом унікальних по своїй природі нутрієнтів. У їхньому складі містяться (на суху речовину): органічні речовини (77...86%); клітковина (12,3...21,3%); азотисті речовини (6,5...13,8%); пектин (10...15%); альгінова кислота (15...38,1%); маніт (4...18%); мінеральні речовини (14...23%) [128–131].

Застосуванню морських водоростей у харчуванні присвячені роботи багатьох вітчизняних та зарубіжних вчених: Возжинської В. Б., Восканяна О. С., Дейниченко Г. В., Дробот В. І., Корзуна В. Н., Пересічного М. І. та інших.

Макрофіти (водорості та морські трави) нині широко використовуються у харчуванні [99, 112, 132, 133]. Їх застосування обумовлене цінним хімічним складом як самих водоростей, так і продуктів їх переробки. До складу морських водоростей входять всі елементи, які містяться у морській воді, а також у крові та тканинах людини. У зв'язку з цим водорості можуть компенсувати дефіцит будь-яких елементів і сприяти обміну речовин [134, 135]. Водорості містять моно- та дийодтирозин, що застосовуються при лікуванні захворювань щитовидної залози. Полісахариди водоростей сприяють виведенню з організму токсичних продуктів метаболізму, а також солей важких металів та радіонуклідів [93, 99, 134, 136].

Основну цінність водоростей визначають вуглеводи та мінеральні речовини (макро- та мікроелементи) [93, 137]. Серед мінеральних речовин велике значення мають йод та селен. Вміст йоду в водоростях Чорного моря складає – 16,2...27,7% для представників червоних та бурих водоростей [71, 138]. Морські водорості – природне джерело йоду і його органічних сполук. Велика кількість цих сполук міститься в бурих водоростях і дещо менше в червоних. Дуже важливо те, що йод міститься у вигляді йодорганічних речовин, це сприяє більш легкому їх засвоєнню порівняно з мінеральним йодом [84, 139].

У літературних джерелах вказується на те, що морські водорості сприяють омолодженню, подовженню життя, так як виявилось, що введення в раціон морських водоростей (зокрема, ламінарії) гальмує розвиток склерозу судин.

Хімічний склад деяких найбільш відомих водоростей наведено у табл. 1.8 [130–131].

Ламінарія особливо багата унікальними вуглеводами, які не містять клітковину, альгіновою кислотою та її солями, фукоїданом. Відома висока радіозахисна властивість альгінової кислоти та її солей.

Крім того доведено, що фукоїдан і водорозчинний альгінат знижують коагуляційні властивості крові, мають протипухлинну активність. Переважною вуглеводною сполукою у ламінарії є гідроколоїд альгінова кислота. Традиційно ламінарія використовується для одержання високоактивних форм альгінатів відносно до радіонуклідів та розробки харчових домішок і лікарських форм для виведення з організму радіоізоотопів Sr та ін. [111, 140–141].

Фахівцями ВАТ «Завод молочної кислоти» (м. Київ) разом із вченими Інституту харчування і Наукового центру радіаційної медицини АМН України розроблено оригінальну технологію одержання натуральної лікувально-профілактичної харчової добавки з ламінарії – еламіну [142].

Еламін не тільки зберігає всі властивості ламінарії, але й перевершує її по засвоюваності організмом. Вміст йоду в еламіні складає 150...300 мг%. Крім йоду він містить 1...9% сухих речовин; у сухому залишку еламіну містяться біологічно активні вуглеводи (альгінати, ламінарін, фукоїдан, манін) у кількості 42...47%, макро- і мікроелементи – 35...40%, білки – 6...9%, ліпіди – 1,2...2,5%, клітковина – 5...8%, вітаміни групи B, K і ін. [143, 144].

Еламін діє як абсорбент, має протизобний ефект і викликає загальнозміцнюючу дію, оскільки зв'язує і виводить з організму радіонукліди і солі важких металів, а також поповнює організм не-

**Порівняльна характеристика хімічного складу морських бурих
водоростей (на 100 г сухих речовин)**

Харчові речовини	Спіруліна	Зостера	Ламінарія	Цистозіра
Білок, г	30–70	14	8	7,9
Жир, г	5	2,2	0,9	0,8
Полісахариди, мг				
- маніт	-	4,9	10,6	6,8
- альгінова кислота	-	-	28,5	23,3
Зола	7	13,2	27-35	22,9
Вітаміни, мг:				
- каротиноїди	170	245	211	217
- фолацин	0,05	0,07	0,06	0,08
- тіамін	5,5	5,9	5,7	6,1
- токоферол	19,0	12,7	11,3	10,7
- ніацин	11,8	11,3	11,5	10,9
- цианокобаламін	0,16	0,12	0,14	0,14
Мінеральні речовини, мг:				
- кальцій	118	4240	1200	1170
- фосфор	828	106	98	96
- натрій	34	254	2400	1070
- магній	166	829	400	505
- калій	1435	696	620	720
- залізо	52,8	307	40-56	31
- марганець	-	25	8,9	8,6
- йод	0,05	102	108-230	75-114
- цинк	3,3	7,6	39	27
- мідь	-	1,56	4,1	2,2

достатньою кількістю макро- та мікроелементів, зокрема йодом, вітамінами, харчовими волокнами. При виробництві еламіну відбувається розкривання кліткових оболонок ламінарії, внаслідок чого полегшується доступ до поживних і біогенних речовин, які засвоюються організмом на 80...90% [136, 145].

Дослідження морських водоростей як джерела біологічно активних речовин, проведене в багатьох країнах в останні десятиліття, показало, що водорості можуть бути новим джерелом лікарських речовин і цінною сировиною для фармацевтичної промисловості. Встановлено, що полісахариди з водоростей (ламінарин, каррагінан,

альгінова кислота, зостерин) мають широкий спектр фармакологічної активності – здатність знижувати підвищений артеріальний тиск, ущільнювати стінки кровоносних судин, нормалізувати ліпідний обмін, пригнічувати секреторну діяльність шлунка і кишечника, блокувати всмоктування радіоактивних елементів і важких металів із ШКТ, поглинати різні ендо- і екзогенні токсини з кишечника, виступати інгібіторами росту і розвитку деяких вірусів. З ряду водоростей були виділені речовини, що мають антикоагулянтні, протимікробні, кардіостимулюючі, нейротропні, антиліпемічні, протиревматичні властивості [146–147].

Полісахариди морських водоростей мають достатньо високі стабілізуючі та желуючі властивості, завдяки яким їх можна використовувати як желуючий і зв'язуючий агент, загусник, стабілізатор емульсій, пін та суспензій. Використання морських водоростей при виробництві продуктів харчування дає можливість не тільки подовжити термін зберігання, знизити собівартість продукції та покращити її якість, але й значно розширити асортимент продуктів харчування, які вже виробляються, в тому числі оздоровчого призначення [93, 148].

Усе перераховане вище говорить про високу біологічну значущість морських водоростей. Значний вміст у них основних груп поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних і органічних сполук) робить їх цінним джерелом їжі на планеті.

Вміст різних органічних і мінеральних речовин у водоростях залежить від видової приналежності водорості, пори року, місця й умов вирощування, віку водорості тощо.

Бурі водорості містять переважно альгінати, фукоїдан і ламінарин, у той час як червоні водорості є агароносіями. Ламінарин є інгібітором росту і розвитку багатьох вірусів, а після його етерифікації сірчаною кислотою він набуває характерної властивості антикоагулянта [149]. Фукоїдин здатний утворювати виняткової міцності і в'язкості слиз, що використовується у приготуванні стабільних суспензій і емульсій [131, 150].

У натуральному вигляді або після попередньої обробки (виримки у розсолі, маринаді, ферментних розчинах) водорості застосовують як добавки до широкого асортименту харчових продуктів. Для кулінарного використання водорості заготовляють у замороженому, солоному, маринованому та сухому вигляді [133, 134, 151].

На сьогодні у Франції, країнах Південно-Східної Азії, Північної Америки, Японії та інших країнах приділяють увагу приготуванню

харчових продуктів з використанням водоростей, які застосовуються для виготовлення паст, приправ, м'яких сирів, продуктів з пінною структурою. Проводяться роботи з удосконалення органолептичних і біохімічних методів дослідження водоростевої сировини та використання її у виробництві продуктів харчування [126, 152].

Крім використання водоростей у вигляді цільного продукту, достатньо широке застосування у харчовій промисловості отримали виділені з водоростей хімічні сполуки [99, 132, 153], основними з яких є альгірати, агар, агароїд і карагініани [135, 154].

Починаючи з 90-х років минулого століття в Україні проведені комплексні дослідження морських водоростей Азовського та Чорного морів. У Чорному морі зростає 310 видів макрофітів, з яких 74 відносяться до класу бурих водоростей. Найбільш корисними та перспективними з харчової точки зору виявилися водорість цистозіра чорноморська та квіткова рослина зостера, 2,0...2,5 г яких забезпечують добову потребу людини в йоді, марганці, селені.

Найбільші промислові скупчення утворюють два види цистозіри – бородата і кошлата. Співтовариства цистозіри мають поясний характер розподілу, виростають у прибережній зоні на глибині 0,5...15 м. Середня біомаса цистозіри в Чорному морі складає 3,4 кг·м⁻², максимальна – 21 кг·м⁻². У межах шельфової зони України найбільш великі зарості цистозіри зосереджені уздовж берегів Криму, де її біомаса в ряді районів досягає 6 кг·м⁻².

Потрібно відзначити, що 1 грам (сухої речовини) цистозіри забезпечує добову потребу людини в йоді, марганці, селені. За вмістом йоду (75...115 мг·(100 г)⁻¹), селену (65...95 мг·(100 г)⁻¹), заліза (60...95 мг·(100 г)⁻¹), кобальту (3,3...3,5 мг·(100 г)⁻¹) і інших мікроелементів цистозіра займає перше місце серед інших видів харчової сировини України [127].

Квіткова рослина зостера – одна з найбільш поширених рослин Чорного моря. Вона багата на полісахариди та мінеральні речовини. Особливо цінним є наявність у зостері заліза (73,0 мг%), селену (65...75 мг%), йоду (100...110 мг%). Зостера також багата на полісахарид пектинової природи – зостерин. Це природний поліаніон. На відміну від відомих пектинів (бурякового, цитрусового, яблучного) до складу зостерину входить унікальний фермент апігоалуран, що обумовлює його відносну стійкість до позаклітинних пектиназ. Встановлено, що зостерин в 2...2,5 рази посилює накопичення в селезінці тварин імунних клітин, що дає підставу стверджувати про імуностимулюючі властивості зостерину. Зостерин має виражені

антимікробні властивості, завдяки чому його використовують для лікування ран, опіків, хронічних неспецифічних гепатитів [155].

Проте, незважаючи на перелічені вище позитивні ознаки, цистозіра і особливо зостера не знайшли широкого використання при виробництві харчових продуктів в Україні, відомості про їх застосування в харчових технологіях носять обмежений і епізодичний характер.

З огляду на вищевикладене, нам представляється доцільним більш поглиблене вивчення властивостей вітчизняних морських водоростей і розроблення з їх використанням продуктів харчування і БАД для застосування їх як профілактичних засобів, що знижують дозу внутрішнього опромінення і нормалізують функцію тиреоїдної ланки ендокринної і кровотворної систем.

1.4. Використання молочно-білкових концентратів та йодвміщуючих добавок в технології молочно-білкових продуктів

МБКС є багатофункціональним і може використовуватися в закладах ресторанного господарства практично у всіх стравах із круп і макаронних виробів (крупники, запіканки, пудинги, бабки з локшини, котлети, биточки), кулінарних і борошняних виробів, в яких традиційно використовують кислий сир: запіканках, пудингах, сирниках, варениках, млинчиках, пиріжках печених, смажених, ватрушках та ін.

Асортимент харчової продукції, яку готують із молочно-білкових концентратів, включає виробництво плавлених сирів, м'ясних, хлібобулочних та кондитерських виробів, морозива, різноманітних молочних продуктів, в дитячому харчуванні.

На сьогоднішній день росте тенденція випуску сирів із відновлених МБК. Причиною цього є сезонність та низька якість молочної сировини. Для цього використовують сухе молоко та сухі МБК, а також їх поєднання з натуральним молоком для виробництва м'яких сирів. Також вченими було досліджено можливості виробництва сирів з додаванням різноманітних МБК, таких як «Алапро», «Promilk», при цьому було досліджено індекс їх розчинності: «Promilk» – 4,2%; «Алапро» – 0,7%; концентрат натурального казеїну – 4,2%, СОМ МК «Ставропольський» – 0,8% та інші. Використання МБК «Алапро» дозволяє замінити в суміші для сиру до 80% молока. Використання МБК дозволяє частково вирішити проблему

сезонності виробництва сирів, збільшити вихід продукції на 25% та підвищити якість сирів [156].

МБК знайшли широке застосування в м'ясній промисловості. Найбільш ефективне та перспективне застосування концентрату натурального із сколотин як білкової добавки в сосиски, сардельки, ковбаси, консерви та ін. [157–159]. Крім високої харчової цінності, казеїнат натрію має ряд цінних функціонально-технологічних властивостей: здатність емульгувати жир, зв'язувати воду, поліпшувати структуру виробів. Все це відіграє важливу роль при виробництві ковбасних виробів.

МБК досить широко використовують у виробництві хлібобулочних та кондитерських виробів, так як білкові речовини борошна бідні на такі амінокислоти як валін, треонін, лізин, а білки МБК містять ці амінокислоти у достатній кількості. У багатьох випадках внесення молочно-білкових добавок значно поліпшує структурно-механічні властивості тіста і хлібобулочних виробів у цілому [159–163].

Існують способи виробництва продуктів, що містять молочно-білкові концентрати в поєднанні з рибою. Розроблений комбінований продукт «беліп», який одержують з вологого кальцієвого копреципітату і тріски з додаванням рослинної олії [29]. Теоретичні основи виробництва цього продукту були розроблені А. А. Покровським, який звернув увагу на те, що узяті в рівних співвідношеннях копреципітат, одержаний хлоркальцієвим осадженням, і м'ясо тріски взаємно збагачують один одного дефіцитними незамінними амінокислотами і створюють продукт, що наближається за амінокислотним складом до ідеального. Крім того, продукт багатий полиненасиченими жирними кислотами, вітаміном Е, макроелементами. Проте, внаслідок негативних органолептичних показників, широкого застосування в харчуванні продукт не знайшов.

В. Н. Козловим запропоновано використовувати низькокальцієвий копреципітат (білок молочний харчовий) при приготуванні традиційних страв з кислого сиру, а також для збагачення повноцінними білками страв з картоплі, овочів, круп, макаронних виробів [164]. Дослідження показали, що заміна кислого сиру білком молочним харчовим сприяє підвищенню якості страв і кулінарних виробів, їх харчової і біологічної цінності.

Розроблена технологія маслоподібних низькожирних паст з використанням низькокальцієвого копреципітату [165]. Калорійність розроблених паст нижча від традиційного вершкового масла, що разом з високою біологічною цінністю паст дає змогу віднести їх

до дієтичних продуктів. Пасти рекомендовані до вживання як самостійний продукт – бутербродне масло, так і в якості компонента масляних кремів.

На основі розчинних МБК (казеїнатів для дитячого та дієтичного харчування) розроблено технології емпітів. Молочні суміші – емпіт білковий, емпіт знежирений, емпіт протианемічний – рекомендують при різноманітних формах захворювань [27].

Г. В. Дейниченком розроблена технологія напівфабрикатів молочно-білкового фаршу, крему, різних видів тіста [29], в якості основного компоненту яких використано низькокальцієвий копреципітат (білок молочний харчовий).

Не дивлячись на те, що МБК досить широко використовуються в харчовій промисловості і є цінним джерелом білка, вони є бідними на БАР, зокрема йод, але молочний білок сприяє засвоєнню йоду організмом людини. Тому для поліпшення харчової цінності молочно-білкових концентратів та збагачення харчових продуктів йодом, їх треба використовувати в сполученні з джерелами йоду – водоростями.

Останніми роками зростає інтерес до водоростей як перспективних дієтичних добавок. Це обумовлено їх специфічним складом і здатністю синтезувати унікальні полісахариди, нехарактерні для наземної рослинності, та різноманітні біологічно активні речовини, які корелюють імунологічні, адаптогенні та біостимулюючі функції організму людини [166, 167].

З 1974 року питанням використання водоростей у їжу інтенсивно займався CEVA (центр з вивчення й оцінки якості водоростей у Франції). За даними ФАО/ВООЗ, щорічне споживання харчових водоростей у Європі (не включаючи країни СНД) складає 70 т (за сухою масою), у Північній Америці – 240 т, у країнах Південно-Східної Азії – 70...90 тис. т. [168].

Основні водорості, що мають промислове значення, – це бурі та червоні. Традиційно з них добувають такі важливі речовини як йод, альгінати, агар-агар, караген. З золи добувають калійні солі, а також ацетон, оцтову кислоту, спирт.

В харчовій промисловості водорості використовують як загусник, наповнювач, стабілізатор, желюючу добавку. Для кулінарного використання водорості заготовлюють в мороженому, солоному та сухому вигляді. Продукти переробки водоростей урізноманітнюють смак хлібобулочних, рибних, кулінарних та інших продуктів [81].

Найбільш широкого застосування в харчовій промисловості набула ламінарія японська (морська капуста).

Ламінарія японська містить різноманітні мікроелементи. Особливо багато в ній бром та йод, велика частина останнього знаходиться у вигляді йодидів та йодорганічних сполук (дйодтирозин та ін.). Крім того, в ламінарії міститься високомолекулярний полісахарид ламінарин (до 21%), маніт (до 91%), L-фукоза (до 4%), альгінова кислота (до 25%), вітаміни групи В.

Ламінарію японську традиційно використовують у харчовій промисловості для виготовлення кулінарної продукції та консервів, але в процесі попередньої технологічної обробки втрачається значна частина органічних та мінеральних речовин.

Запропонована технологія виробництва нового виду продукції «Соломка пікантна», яка дозволяє максимально зберегти біологічно активні речовини ламінарії. Нова технологія виключає термічну обробку та сублимаційне сушіння, що дає досить високу біологічну цінність продукції із ламінарії. Також виготовлена швидкорозчинна смакова приправа, що містить велику кількість біогенних мікроелементів (Zn, Fe, Co, Ca, Mg, J), вільних амінокислот, низькомолекулярних вуглеводів. «Соломка пікантна» і швидкорозчинна смакова приправа мають гарний смак, високий вміст біологічно активних речовин і рекомендуються для застосування як лікувально-профілактичний засіб [144].

Розроблена технологія одержання продукту із ламінарії за типом кондитерських підварок, що виготовляються з ягід та яблук. Технологія дозволяє одержувати продукт тривалого зберігання, що представляє собою подрібнену ламінарію, уварену з цукром до консистенції 70% сухих речовин, із додаванням цитринової кислоти.

Проведені дослідження щодо визначення можливості використання солодкого продукту із ламінарії як начинки для карамелі. Водоростевий продукт змішувався із фруктовো-ягідним пюре у співвідношенні 1:1. Досліджувалася можливість застосування продукту із ламінарії при виробництві кондитерсько-булочних виробів. Водоростевий продукт додавався у рецептуру кексів у кількості 6%.

Ламінарію японську у свіжому, сухому чи замороженому вигляді використовують при приготуванні сиру, що значно підвищує в ньому вміст вітамінів (тіаміну, рибофлавіну, кобаламіну), збагачує їх такими вітамінами, як пантотенова і аскорбінова кислоти, піридоксин, біотин, що у контрольних сирах відсутні. Сири відрізняються підвищеним вмістом мікроелементів (йоду, марганцю, заліза, міді).

Ряд нових харчових продуктів із застосуванням водоростей – морського салату і морської капусти з добавкою компонентів кореня женьшеню розроблені в Японії. Технологія передбачає змішування їх із сапоніном і висушування. З висушених водоростей готують приправу «норі» чи одержують порошок бурих водоростей у вигляді гранул, а з морських водоростей, що підлягали ферментативній деструкції – сік.

Існує спосіб виготовлення соєвого сиру, що містить морську капусту; сухого гелю морської капусти, ароматизованих листків водоростей Тенгеа.

Проте в Україні морська капуста не зростає, тому при розробці нових технологій виникають деякі труднощі, у зв'язку з цим доцільно застосовувати як джерела йоду водорості та морські трави, які ростуть на території нашої країни, в Азовському та Чорному морях. Серед досліджених найбільш перспективними виявилися водорість цистозіра чорноморська та квіткова рослина зостера, які за хімічним складом не поступаються ламінарії, а за вмістом окремих мікроелементів перевершують її [169].

Встановлено, що при використанні в їжу цистозіри дітьми з патологією щитовидної залози відмічається позитивний ефект – зменшується об'єм залози, нормалізується структура тканини та зникають інші симптоми [170].

Цистозіра містить значну кількість антиоксидантів середньої сили дії і може бути використана як потенційний засіб збільшення неспецифічної стійкості організму людини та нейтралізації дії вільних радикалів [168].

Зостера є джерелом одержання пектину-зостерину, який має виражені антимікробні, імунокорегуючі властивості, що робить його перспективним для застосування при захворюваннях органів травлення. Лікування гостро-дуоденальних захворювань напоями з пектину-зостерину сприяє нормалізації ендоскопічних та гістологічних змін слизистих оболонок шлунку та дванадцятипалої кишки.

Із зостери отримують «Біостар. Продукт із зостери», 2 г якого забезпечує добову потребу людини в йоді та інших мінеральних речовинах [170].

Аналізуючи високу поживну цінність водоростей, специфічні властивості полісахаридів, можна констатувати, що актуальним є розширення асортименту виробів, що містять водорості та продукти їх переробки.

Водорості, їх екстракти і пасти знаходять своє застосування при виробництві борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів як збагачуючі добавки [80, 83, 110, 120, 127].

В Україні розроблено 15 найменувань солодких страв з використанням морської капусти (компотів, киселів, желе, мусів, кремів, гарячих солодких страв), вміст морської капусти в них складає від 10% до 20%, що забезпечує компенсацію добового споживання органічного йоду на 35...100%, харчових волокон – на 10%, вітамінів – на 7...10%, мінеральних речовин (натрію, магнію, кальцію, фосфору) – на 8...67%. Перед приготуванням солодких страв морську капусту необхідно витримати в сиропі протягом 24 годин (співвідношення морської капусти і сиропу складає 1:0,5). Калорійність таких страв у середньому знижується на 10%, а витрати желатину – на 35% [168].

У Росії Білгородським ВАТ «Колос» виробляється житньо-пшеничний хліб «Білгородський з морською капустою», а ВАТ «Гермес» – хліб «Козачий із морською капустою». Як збагачувач використовують суміш порошку з морської капусти та яблучного пектину. Встановлено, що поверхнево-активні властивості пектину зберігають йод під час випікання хліба. Дозування «Суміші пектинової з морською капустою» становить 200 г на 100 кг борошна. Збагачувач попередньо змішують з водою і після набухання (10 хв) вносять у тісто. Триста грамів готових виробів містять до 110 мкг йоду, тобто більше 70% добової потреби [169–172].

Українськими вченими розроблений досить широкий спектр технологій продуктів для харчової промисловості і ресторанного господарства з використанням еламіну [173–175].

Еламін представляє собою густу желеподібну масу від бурого до темно-зеленого кольору з характерним запахом ламінарії. Він містить 7...9% сухих речовин; в сухому залишку еламіна містяться полісахариди (альгінати, ламінарін, фукоідан, маніт) в кількості 42...47%, макро- і мікроелементи – 35...40%, білки – 6...9%, ліпіди – 1,2...2,5%, клітковина – 5...8%, вітаміни групи В, К, біотин, нікотина і фолієва кислоти – 0,01...0,02%. Вміст йоду в еламіні складає 150...300 мг% [142, 144].

Еламін добре поєднується (в концентраціях 1...3%) з рослинними, м'ясними, м'ясо-рослинними консервами, ковбасами, кондитерськими, хлібобулочними виробами, сирами, майонезами, джемами, желе. І головним є те, що термічна обробка продуктів при температурах до 120 °С не знижує радіозахисні та біологічно активні властивості еламіну [142, 144].

Значний внесок у розробку нових технологій продуктів харчування з еламіном внесла наукова школа, очолювана професором Пересічним М.І. [144, 176, 177]. На сьогоднішній день дослідження вчених у цьому напрямку продовжуються.

Так, в деяких роботах [178, 179] запропонована технологія виробництва булочок із додаванням 3...8% еламіна, який додають в опару після бродіння тіста. За даними авторів, добавка еламіна поряд зі збагаченням булочок йодом сприяє зменшенню накопичення радіонуклідів цезію в організмі тварин. При цьому комплексний показник якості розроблених булочок в порівнянні з контрольним збільшується на 12%.

В Національному університеті харчових технологій досліджено доцільність використання в технології хлібобулочних виробів препаратів з водоростей вітчизняного виробництва: зостери та цистозіри. Розроблена рецептура та затверджена нормативна документація на хліб зостеровий, що містить 2% порошку зостери, з якою до хліба надходить не лише йод, а й цілий комплекс мікроелементів та інших біологічно активних речовин [180], а також хліб із цистозірою, яку додають у кількості 0,1...0,2% до маси борошна [181].

Кулінарні та кондитерські вироби з додавання морської водорості зостери мають підвищену харчову та біологічну цінність. Розроблено технології борошняних кулінарних виробів з зостерою: пісочно-яблучного тістечка, пісочно-макового печива, м'ясного фаршу для вареників та пельменів [144] .

В останні роки українськими вченими розроблено низку продуктів харчування з використанням цистозіри.

Відоме використання сухого порошку цистозіри в складі м'ясних фаршевих виробів [182]. Дослідження свідчать, що введення добавки цистозіри до складу фаршевих виробів підвищує в них вміст йоду і вітамінів групи В.

Розроблена технологія кондитерських виробів з використанням цистозіри [183, 184]. При виробництві макових тістечок на основі пісочного напівфабрикату 45% маку автори заміщали сушеною цистозірою. Отримані вироби містять 4,4 мг% йоду і поліпшують виведення з організму радіонуклідів, що підтверджено дослідями на тваринах.

Дослідженнями останніх років встановлено, що актуальним є розширення асортименту та підвищення біологічної цінності продуктів харчування на основі комплексного застосування молочної сировини та продуктів переробки бурих морських водоростей. Білок молока містить більше двадцяти життєвонеобхідних амінокислот,

вітамінів, велику кількість ферментів та інших біологічно активних речовин. Незважаючи на те, що молочно-білкові продукти містять невелику кількість йоду в порівнянні з іншими продуктами харчування [95], молочний білок сприяє засвоєнню йоду організмом людини [185–187]. Поєднання білків молока з морськими водоростями сприяє з одного боку нормалізації надходження до організму стабільного йоду, а з іншого – сприяє еламінації радіонуклідів цезію та стронцію. Як джерело йоду доцільно використовувати водорості, тому перспективним є використання у технологіях молочно-білкових продуктів різного призначення функціональних добавок еламіну, цистозіри та зостери.

Так, професором Дейниченком Г. В. у співавторстві [188, 189] розроблені технології борошняних формованих виробів з добавками в якості рідкої фази – маслянки, а в якості йодвміщуючих компонентів – еламіну та цистозіри. Вміст йоду в розроблених виробках з добавками цистозіри складає 0,412 мг%, еламіну – 0,386 мг%. Проведеними дослідженнями встановлено, що добавка цистозіри в кількості 1...2% покращує властивості клейковини тіста.

Д. П. Крамаренком розроблено технології молочно-білкових фаршів з використанням йодвмісної добавки цистозіри [190]. Розроблено і затверджено нормативну документацію ТУУ 15.5-01566330-161-2004 «Молочно-білкові фарші» та технологічну інструкцію з їх виробництва. Розроблені та затверджені «Рекомендації з використання молочно-білкових фаршів функціонального призначення з йодовмісними добавками цистозіри в підприємствах харчування». Доведені радіопротекторні властивості розроблених молочно-білкових фаршів з використанням йодовмісної добавки цистозіри.

Проте, асортимент молочних продуктів з йодвмісними добавками в Україні є обмеженим і не відповідає потребам сьогодення.

Таким чином, на основі вищевикладеного можна зробити висновок, що одним із перспективних способів збагачення стабільним йодом продуктів харчування є використання в їх рецептурах бурих морських водоростей та продуктів їх переробки.

Досить перспективно розробляти нові молочно-білкові продукти, збагачені добавками з водоростей, тому що молочно-білкові продукти містять невелику кількість йоду в порівнянні з іншими продуктами харчування, але молочний білок сприяє засвоєнню йоду організмом людини. В якості джерела йоду доцільно використовувати водорості та продукти їх переробки, що випускаються на території України.

Розділ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЙОДВМІЩУЮЧИХ ВОДРОСТЕВИХ ДОБАВОК ТА БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ МОЛОЧНО-БІЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТУ

2.1. Аналіз поліфенольного складу йодвміщуючої добавки зостери

Вміст поліфенольних сполук у ряді планованих до застосування йодвміщуючих добавках (еламіні, цистозірі) був визначений дослідженнями вітчизняних науковців [168, 175, 190]. Що стосується йодвміщуючої добавки зостери, то таких досліджень нами виявлено не було.

Зважаючи на це, були проведені дослідження вмісту поліфенольних речовин в зостері (*Zosteraceae*). За мету дослідження був поставлений аналіз складу та визначення масової частки флавоноїдів.

Досліджували 1% етаноловий екстракт висушеної подрібненої зостери. Екстракцію проводили 70% розчином етилового спирту. Спектральне визначення наявності у дослідному об'єкті флавоноїдних сполук проводили на «SPECORD UV VIS», розглядаючи характерні смуги поглинання в ультрафіолетовій ділянці спектру.

В діапазоні довжин хвиль від 200 до 350 нм можуть спостерігатися декілька максимальних областей поглинання, які характеризуються наявністю певних груп з'єднань. Так відомо, що інтенсивність поглинання при довжині хвиль 220...240 нм належить до $n - \sigma^*$ переходів електронів неподілених пар атомів кисню карбоксильних груп різного характеру, які містяться у молекулах водорозчинних флавоноїдів. Ця область спектру характерна для оксикоричних кислот та їх похідних, яким притаманна також друга, менш інтенсивна полоса поглинання в області довжин хвиль 290...320 нм. Максимальна абсорбція при довжині хвиль 250...270 нм та другий пік при довжині хвиль 310...350 нм характеризується $n - \pi^*$ переходом електронів карбонільного кисню, зв'язаного потужним хромофором з ароматичним кільцем, що вказує на молекули флавоноїдів [191 242].

Як показали результати досліджень (рис. 2.1), максимальне інтенсивне поглинання простежується в інтервалі довжин хвиль 200...230 нм, інтенсивність поглинання в цій області відповідає збудженню

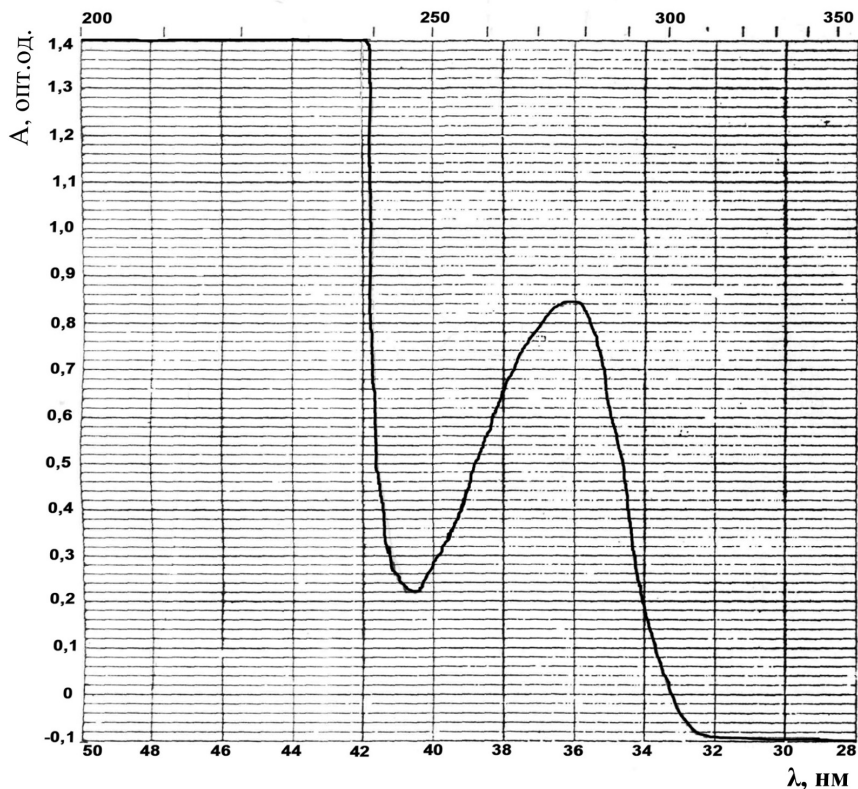


Рис.2.1. Спектр поглинання етанолового екстракту зостери

неподілених електронних пар атому кисню карбонільної групи, яка не зв'язана з ароматичним ядром, тому не має відношення до сполук фенольної природи. Згідно із завданням нашого дослідження – визначення вмісту поліфенольних сполук у зостері, найбільш інформативними для нас є максимуми поглинання при довжині хвиль $\lambda = 260\text{...}270$ нм, $\lambda = 275\text{...}285$ нм та $\lambda = 310\text{...}340$ нм.

Дані області абсорбції характерні для катехинів ($\lambda = 270\text{...}280$ нм) та лейкоантоціанідинів, які також поглинають світло в цій же області спектру. Для флавонолів характерне поглинання світла в діапазоні хвиль $\lambda = 250\text{...}270$ нм та $\lambda = 310\text{...}350$ нм. На наявність визначених таким чином сполук при подальшому дослідженні можуть також вказувати проведені якісні реакції, які ґрунтуються на здатності флавонолів до утворення специфічних забарвлених комплексів

з солями алюмінію, катехинів – з ваніліновим реактивом та лейкоантоціанів, метод визначення яких оснований на здатності цих сполук окислюватися до відповідних антоціанів при нагріванні у кислих неводних розчинах.

Таким чином можна сказати, що в йодвміщуючій добавці зостери присутні флавоноїдні сполуки, якими є флавоноли та катехіни. Область максимального поглинання при $\lambda = 310\text{...}320$ нм вказує на наявність забарвлених флавоноїдних сполук. Результати кількісного визначення вмісту поліфенольних сполук наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Вміст поліфенольних сполук у складі йодвміщуючої добавки зостери, $\times 10^{-3}$ мг%

Група поліфенольних сполук	Довжина хвилі поглинання λ_{max} , нм	Кількісний вміст
Флавоноли	250...270	84,8 \pm 0,2
Катехіни	270...280	29,2 \pm 0,1

Як видно з табл. 2.1, йодвміщуюча добавка зостера містить дві групи поліфенольних сполук. Найбільшим вмістом відзначаються флавоноли, значно менше (майже в три рази) в зостері катехинів. Оцінюючи загальний вміст поліфенольних сполук, можемо зробити висновок, що зостера є добрим джерелом флавоноїдів, їх вміст додатково підтверджує доцільність використання цієї добавки в якості джерела біологічно активних речовин.

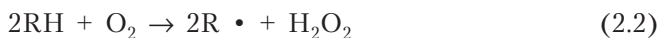
Аналізуючи отримані дані та існуючі дані хімічного складу водорості зостери, можна зробити висновок, що дана добавка може проявляти антиоксидантні властивості в складі харчових систем. Тому була поставлена задача дослідити антиоксидантні властивості йодвміщуючої добавки зостери.

2.2. Дослідження антиоксидантної дії йодвміщуючої добавки зостери

Псування харчових жирів найчастіше пов'язане з процесами окислення, які роблять їх непридатними для споживання. Реакції окислення жирів подібні до реакцій окислення вуглеводнів парафінового та олефінового рядів. Це обумовлено тим, що радикали жирних кислот представляють собою довгі вуглеводні залишки, які мають лише на одному із кінців групи, що містять кисень [207, 192].

Необхідно відзначити, що вивчення процесу окислювального псування харчових жирів з метою гальмування цього процесу не вимагає знання глибоких його стадій, тому що вже на відносно неглибоких стадіях окислення жирів вони втрачають свою харчову цінність і не можуть бути використані для харчових потреб, тому вивчення подальших окислювальних перетворень вже не має практичного значення.

Механізм рідкофазного окислення жирів та їх похідних вивчено російськими та закордонними вченими та зображується у вигляді схеми [192, 243–245 193–195]:



Реакції (2.1) і (2.2) є бі- та тримолекулярними реакціями зародження ланцюгів, (2.3) і (2.4) – реакції продовження ланцюгів, (2.5), (2.6) та 2.7) – реакції розгорнення ланцюгів, а (2.8), (2.9) та (2.10) – реакції обриву ланцюгів. Для констант реакцій (2.1–2.10) прийняті позначення констант, похідні від англійських «propagate» – передавати (Kp), «terminate» – закінчувати (Kt), «decompose» – розкладати на складові частини (Kd), які найбільш широко використовуються у закордонній та в останній час у вітчизняній літературі [246–247, 196–197].

Загальна швидкість окислення ліпідів визначається співвідношенням швидкостей кожної із стадій. Зміни швидкості будь-якої стадії окислення призводять до порушення стаціонарності процесу, до зміни загальної швидкості та накопичування перекисів ліпідів.

Коротко розглянемо стадії окислення [195]:

– стадія зародження та продовження ланцюга: стаціонарна концентрація перекисних радикалів ліпідів визначається складом ненасичених жирних кислот ліпідів (міцністю їх подвійних зв'язків), концентрацією речовин, здатних розривати подвійні зв'язки та швид-

кістю загибелі перекисних радикалів ліпідів. Підвищення концентрації перекисних радикалів ліпідів призводить до підвищення загальної швидкості окислення, яка пропорційна їх концентрації. Зміна концентрації перекисних радикалів ліпідів, додаткове їх утворення або загибель призводить до зміни стаціонарного процесу;

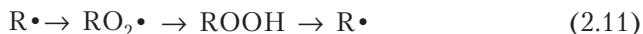
– стадія розгорнення ланцюгів: швидкість реакції розгорнення ланцюгів визначається як стійкість гідроперекисів, що утворилися, яка залежить від будови ненасичених жирних кислот. Також загальна швидкість окислення на цій стадії залежить від активності системи ферментів, які утилізують гідроперекиси без утворення вільних радикалів; від присутності в ліпідах фосфор- та сірковмісних речовин, які розкладають перекиси без утворення вільних радикалів;

– стадія обриву ланцюгів: складається з реакцій квадратичного обриву перекисних або алкільних радикалів ліпідів та реакцій лінійного обриву на межі розподілу фаз чи в об'ємі, наприклад, на молекулах природних антиоксидантів; загальна швидкість цього процесу залежить від складу ненасичених жирних кислот при обміні фосфоліпідів та від активності системи природних антиоксидантів і їх синергістів.

Важливою характеристикою ланцюгового процесу є період індукції. Період індукції тим більший, чим вища константа швидкості обриву ланцюгів та швидкості зародження ланцюгів.

У зв'язку з тим, що процес окислення харчових жирів є досить шкідливим й призводить до непридатності використання їх для споживання, до їх складу вводять речовини, які сприяють гальмуванню процесу окислення. Такі речовини називають інгібіторами окислення або антиоксидантами. Їх дія проявляється у збільшенні індукційного періоду та зниження швидкості окислення. Частина інгібіторів природного походження, а частина – синтетичного походження, тому актуальним є розширення антиоксидантів природного походження, зокрема рослинного [248–251, 198–201].

Процес окислення жирів також можна представити у вигляді схеми [195]:



Речовини, реакція радикалів з якими призводить до утворення радикалів, які не можуть далі продовжувати ланцюги, називають інгібіторами.

Інгібітори поділяються на групи [193, 195, 252, 202]:

I група – інгібітори, які обривають ланцюги по реакції із алкільними радикалами (хінони, нітросильні радикали, нітросполуки,

молекулярний йод та в деяких випадках ароматичні багатоядерні вуглеводні). Так як молекула O_2 дуже швидко реагує з алкільними радикалами, такі інгібітори ефективні тільки в тих випадках, коли концентрація кисню досить незначна ($[O_2] < 10^{-3}-10^{-4}$ моль/л), у протилежному випадку вони не можуть виявити свою антиокисну дію.

Досить ефективними вони стають в умовах недостатньої кількості кисню, коли із-за низької концентрації O_2 реакція (2.3) йде повільно.

II група – інгібітори, що обривають ланцюги по реакції із перекисними радикалами (феноли, нафтоли, ароматичні аміни, амінофеноли.

III група – інгібітори, які руйнують гідроперекиси (до них відносяться сполуки, які містять атоми S, P, N та інші, а також комплекси металів). Ці інгібітори не можуть зупинити ланцюговий процес окислення, але зупиняють швидкість виродженого розгорнення ланцюга.

IV група – інгібітори – дезактиватори металів (діаміни, кето- і гідроксикислоти, інші бі- та поліфункціональні сполуки, які утворюють міцні комплекси із металами). Ці інгібітори по своїй взаємодії на ланцюгову реакцію окислення подібні попереднім. Метали змінної валентності, які потрапляють у жири, прискорюють розпад гідропероксидів із утворенням вільних радикалів і тим самим прискорюють швидкість ініціювання. Дезактивація металів-каталізаторів розпаду гідропероксидів дозволяє знижувати швидкість ініціювання. Такі властивості мають діаміни, кето- і гідроксикислоти, інші бі- та поліфункціональні сполуки, які утворюють міцні комплекси з металами.

Дослідженнями встановлено, що найбільшою ефективністю при зберіганні харчових продуктів в негерметичній тарі володіють антиоксиданти другої групи – інгібітори, що обривають ланцюги по реакції із перекисними радикалами. Ці антиоксиданти є одними з найбільш важливих та ефективних для запобігання псуванню харчових продуктів, так як вони інгібують процес окислення жирів в присутності кисню повітря [207, 192].

Хімічний склад йодвміщуючої добавки зостери, а особливо наявність в ній комплексу поліфенольних сполук, вказує на її можливі антиоксидантні властивості.

Досліджували етаноліві екстракти зостери як джерела антиоксидантних речовин другої групи.

Для проведення дослідження, як джерело антиоксидантних речовин використовували водно-етаноловий екстракт водорості зостера (водно-етанолову суміш часто використовують для вилучення речовин з антиоксидантними властивостями). Антиоксиданти,

якщо вони є, у правильно підібраних умовах екстракції переходять у розчин [253, 203]. Вивчення антиоксидантних властивостей водно-етанолового екстракту водорості зостера проводили методом встановлення залежності між швидкістю окислення одержаного нами розчину та швидкістю ініціювання у присутності ініціатора та інгібітора [254, 204].

Перед тим, як досліджувати антиокислювальні властивості екстрактів з рослинної сировини, необхідно було вивчити вплив екстрагентів на швидкість окислення модельного вуглеводню, наприклад, кумолу.

Оскільки рослинні екстракти вводилися в кумол, що окислювався, у вигляді водно-етанольних сполук, необхідно було вивчити вплив цих екстрагентів на швидкість окислення кумолу. Для цього була проведена серія експериментів з окислення кумолу у присутності екстрагентів та без них. Концентрація екстрагентів у кумолі складала 1%. Співвідношення вода:етанол в екстрагенті складало 70:30, 30:70, 50:50 відповідно.

Швидкість окислення кумолу визначали за швидкістю поглинання кисню на волюметричній установці. У всіх експериментах використовували ініціатор – азодіізобутиронітрил (АІБН) у кількості 2×10^{-3} моль/л. Як розчинник використовували ацетонітрил для забезпечення гомогенності системи. Окислення кумолу проводили за температури 348 К.

Результати досліджень показали, що добавка екстрагентів до кумолу, що окислюється, у кількості 1% не впливає на швидкість окислення кумолу в описаних умовах.

Попередніми дослідженнями було встановлено, що найбільш важливими технологічними чинниками, які впливають на екстракцію речовин, що виявляють антиокислювальну дію, є температура процесу та концентрація етанолу в екстрагенті. Тривалість процесу екстракції всіх дослідних зразків дорівнювала 5400 с.

Для визначення залежності періоду індукції окислювальних зразків від наведених чинників був складений двофакторний композиційний план експерименту, який наведений у табл. 2.2.

Кінетика поглинання кисню розчином кумолу у присутності 1% об'ємних водно-етанольних екстрактів, при різних швидкостях ініціювання наведена на рис. 2.2–2.6.

На осі ординат наведено різницю значень катетометру (ΔH), на осі абсцис – тривалість окислення дослідних зразків (τ). Наведені прямі є результатом усереднення п'яти експериментів. За даними

План експерименту по екстракції антиоксидантних речовин із зостери

№ зразка	Температура процесу екстракції, x_1		Концентрація етанолу, x_2		Швидкість окислення кумолу, моль/(дм ³ с)
	умовн.	°С	умовн.	%	
1	+	55	+	70	4,28
2	+	55	-	30	2,63
3	-	25	+	70	3,85
4	-	25	-	30	3,16
5	0	40	0	50	3,05

кінетики поглинання кисню було визначено швидкість окислення модельної суміші і залежність швидкості окислення від швидкості ініціювання. Ця залежність наведена на рис. 2.7.

Як видно з рис. 2.7, наведені залежності є лінійними. Тобто швидкість окислення пропорційна швидкості ініціювання. Як відомо, такий характер залежності притаманний системі з лінійним обривом ланцюгів, що вказує на те, що практично усі вільні радикали «гинуть» на молекулах інгібітора, тобто у складі дослідних екстрактів інгібітор присутній. Для визначення деяких його характеристик користувались залежністю для інгібованого окислення. Відповідно

до залежності $\frac{k_2 \cdot [RH]}{k_7 \cdot f \cdot [InH]}$ – тангенс кута нахилу прямої. Для кож-

ної з представлених прямих тангенс дорівнює: для зразка 1 – 4,28, для зразка 2 – 2,63, для зразка 3 – 3,05, для зразка 4 – 3,16, для зразка 5 – 3,85. Для визначення ефективності інгібітора, який містить водно-етанольний екстракт, необхідно знайти $k_7 f [InH]$. З урахуванням, що $[RH] = 5,25$ моль/дм³, розраховане значення k_2 дорівнює 3,274 дм³/моль·с, тоді:

$$k_7 = \frac{k_2 \cdot [RH]}{tg \alpha \cdot f \cdot [InH]}, \quad (2.12)$$

де f – коефіцієнт інгібування – кількість вільних радикалів, що «гинуть» на одній молекулі інгібітора;

k_2 – константа швидкості продовження ланцюгів;

$[RH]$ – концентрація речовини, що окислюється,

$[InH]$ – концентрація інгібітора,

k_7 – константи швидкості обриву ланцюгів на молекулах інгібіторів:

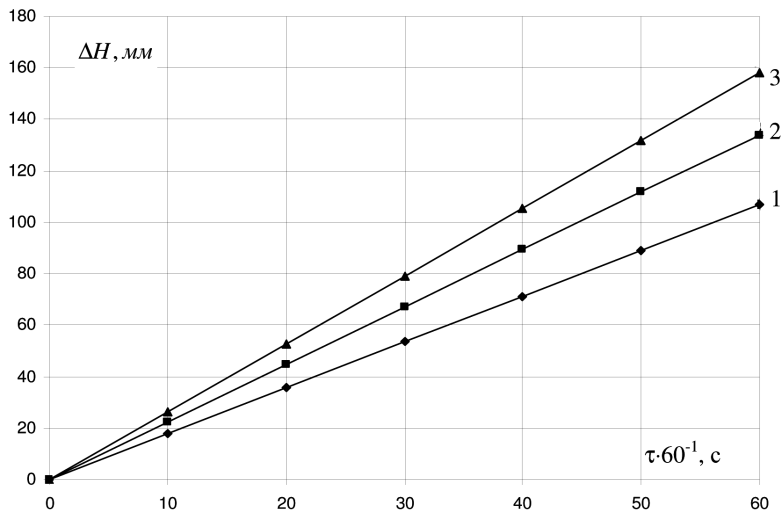


Рис. 2.2. Залежність кількості поглиненого кисню зразком 1 від часу при різних концентраціях АІБН:

1 – $8 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 2 – $10 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 3 – $12 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с)

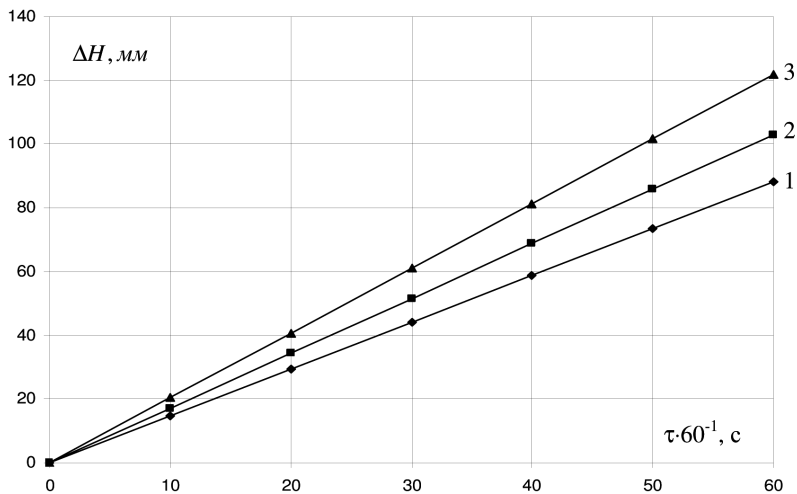


Рис. 2.3. Залежність кількості поглиненого кисню зразком 2 від часу при різних концентраціях АІБН:

1 – $8 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 2 – $10 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 3 – $12 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с)

Дослідження функціонально-технологічних властивостей йодвміщуючих водоростевих добавок та багатокомпонентних систем на основі молочно-білкового концентрату

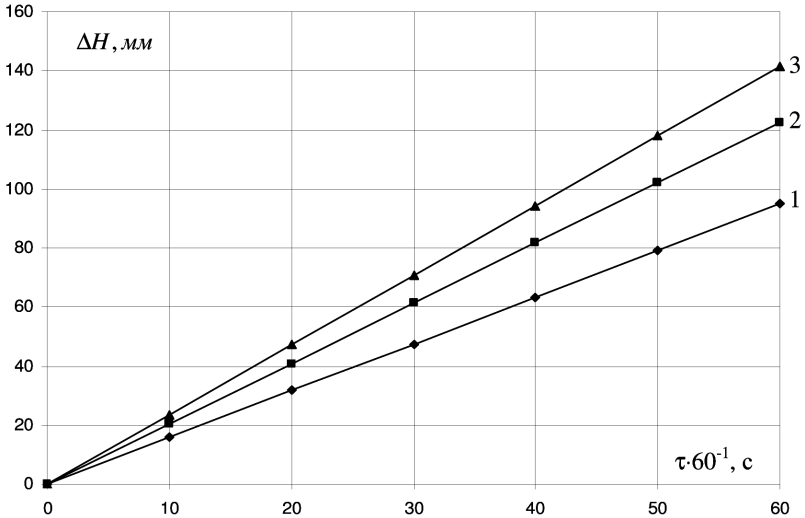


Рис. 2.4. Залежність кількості поглиненого кисню зразком 3 від часу при різних концентраціях АІБН:

1 – $8 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 2 – $10 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 3 – $12 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с)

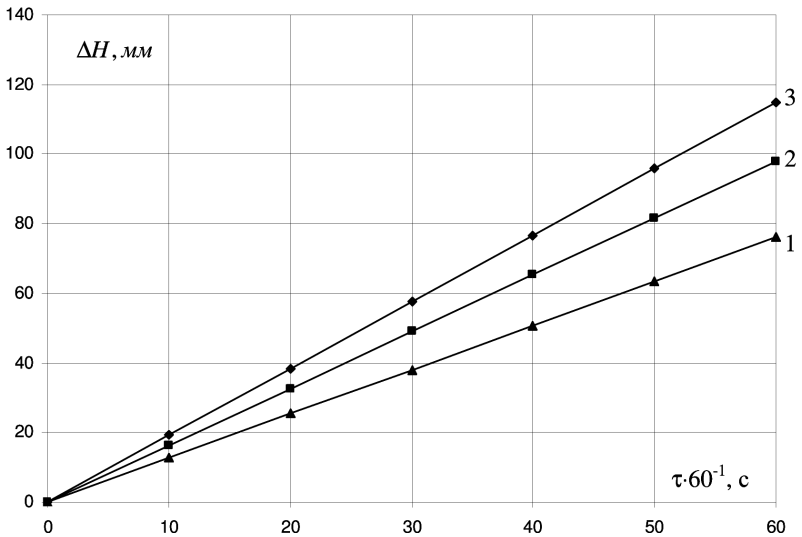


Рис. 2.5. Залежність кількості поглиненого кисню зразком 4 від часу при різних концентраціях АІБН:

1 – $8 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 2 – $10 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 3 – $12 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с)

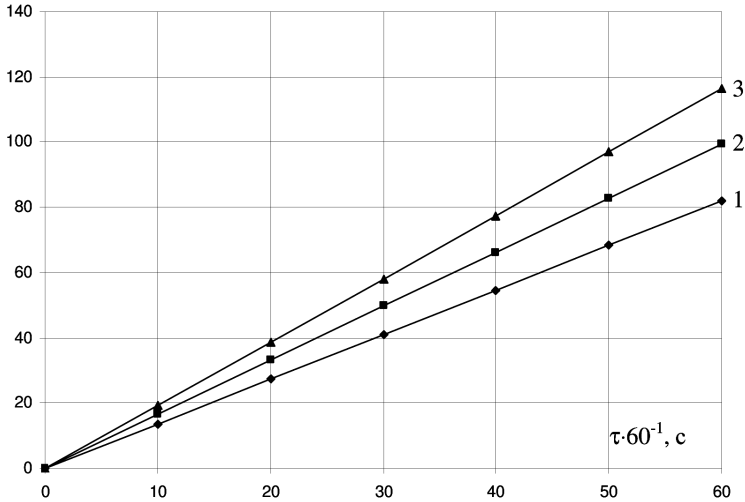


Рис. 2.6. Залежність кількості поглиненого кисню зразком 5 від часу при різних концентраціях АІБН:

1 – $8 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 2 – $10 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с); 3 – $12 \cdot 10^{-3}$ моль/(дм³·с)

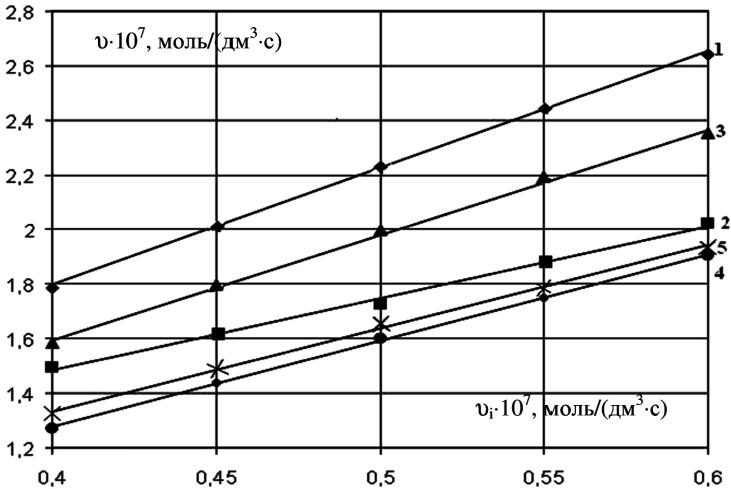


Рис. 2.7. Залежність швидкості окислення модельної суміші (v) від швидкості ініціювання (v_i):

◆ зразок 1 – $y = 4,2775x + 0,0871$; ■ зразок 2 – $y = 2,628x + 0,4335$;
 ▲ зразок 3 – $y = 3,047x + 0,1147$; ● зразок 4 – $y = 3,163x + 0,0112$;
 × зразок 5 – $y = 3,8515x + 0,0532$

для зразка 1: $k_7 f[InH] = 4,02 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$;

для зразка 2: $k_7 f[InH] = 6,54 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$;

для зразка 3: $k_7 f[InH] = 5,64 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$;

для зразка 4: $k_7 f[InH] = 5,44 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$;

для зразка 5: $k_7 f[InH] = 4,46 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$.

Дані значення констант обриву ланцюгів показують, що даний інгібітор є досить ефективним і наближається до синтетичного інгібітора – суміші 2- і 3-трибутил-4-гідроксианізолів (БОА). Для деяких природних антиоксидантів, які використовуються в харчовій промисловості значення k_7 становить [207, 282]: α -токоферол – $2,0 \cdot 10^5 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$; іюнол – $1,2 \cdot 10^4 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$; пірокатехін – $3,5 \cdot 10^4 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$; гідрохінон – $5,1 \cdot 10^4 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$; кварцетин – $3,3 \cdot 10^6 \text{ дм}^3/(\text{моль} \cdot \text{с})$.

З метою встановлення оптимальних умов екстракції антиоксидантних речовин з зостери була проведена обробка і узагальнення експериментальних досліджень. Після обробки результатів дослідження було отримано математичний опис процесу екстракції у вигляді регресійного рівняння, що зв'язує параметри цього процесу (температуру і тривалість екстракції) з антиоксидантною активністю екстрактів. Графічне зображення поверхні відгуку наведено на рис. 2.8.

Як видно з рис. 2.8, поверхня відгуку досягає точки мінімуму при значенні температури 40°C і значенні концентрації спиртового розчину 50% (швидкість окислення кумолу складає $3,1 \cdot 10^7 \text{ моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с})$). Поверхня відгуку досягає точки максимуму при значенні температури 60°C і значенні концентрації спиртового розчину 70% (швидкість окислення кумолу складає $5,1 \cdot 10^7 \text{ моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с})$).

Математична обробка експериментальних даних дозволила отримати рівняння, що описує залежність між концентрацією і температурою процесу екстракції антиоксидантних речовин водорості зостера та швидкістю окислення кумолу з додаванням отриманих екстрактів:

$$v = 5,968 - 0,105 \cdot T - 0,620 \cdot 10^{-3} \cdot C - 0,801 \cdot 10^{-3} \cdot T \cdot C - \\ - 0,878 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 - 0,573 \cdot 10^{-3} \cdot C^2, \quad (2.13)$$

де v – швидкість окислення кумолу, $\text{моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{с})$;

T – температура екстракції, $^\circ\text{C}$;

C – концентрація етилового спирту в водному розчині екстрагента, %.

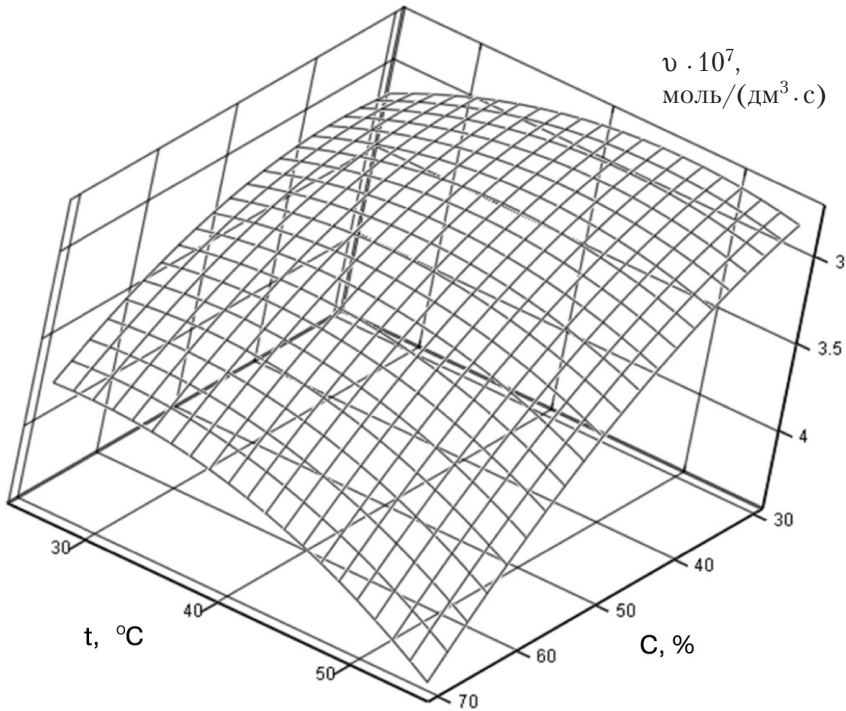


Рис. 2.8. Залежність між концентрацією і температурою процесу екстракції антиоксидантних речовин йодвміщуючої добавки зостери та швидкістю окиснення кумолу з додаванням отриманих екстрактів

Отже, було встановлено, що найбільш раціональними умовами екстракції з водорості зостери речовин, що забезпечують антиокислювальну дію, є температура екстракції 40°C ; концентрація спиртового розчину 50% .

Таким чином, на підставі проведених досліджень було зроблено висновок, що йодвміщуюча добавка зостера містить речовини, які надають їй властивості інгібітора окислювальних процесів. За показником константи швидкості обриву ланцюгів зостера перевищує такі відомі антиоксиданти, як α -токоферол, інол, кварцетин, тобто можна констатувати, що вона володіє властивостями комплексного антиоксиданту другого роду.

2.3. Визначення кольорових характеристик зразків водоростей

З метою забезпечення підвищення споживних властивостей МБЗ було досліджено кольорові характеристики водоростевих добавок цистозіри та зостери та відомих харчових наповнювачів (мак, горіхи арахіс та волоський, родзинки), які традиційно використовуються в технологіях запіканок.

Подібні дослідження для йодвміщуючої добавки еламіну не проводили у зв'язку з тим, що дана добавка є водорозчинною, під час виготовлення МБЗ вона розподіляється по продукту та візуально не сприймається.

За допомогою спектрального методу можна отримати спектри відбиття для непрозорих речовин та матеріалів вимірюванням спектрального коефіцієнта дифузійного відбиття R_λ (reflection).

На рис. 2.9 наведені спектральні характеристики зразків водоростей.

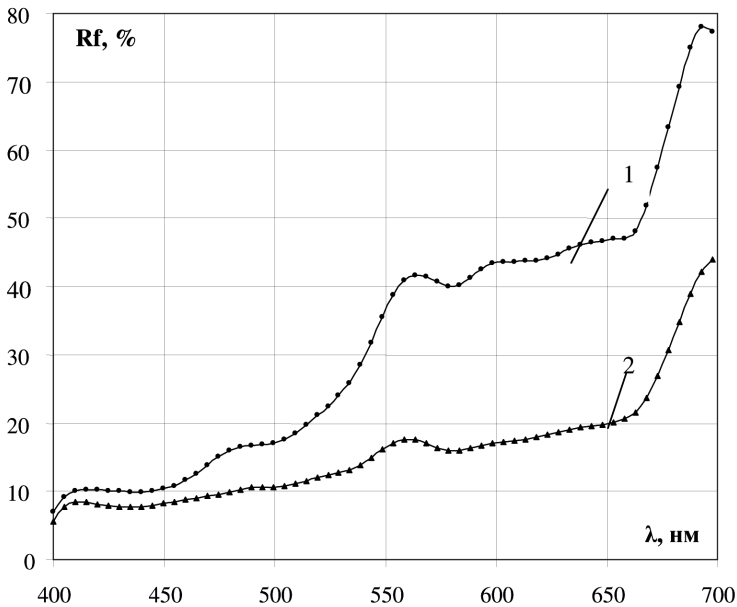


Рис. 2.9. Спектри відбиття зразків водоростей:
1 – зостера, 2 – цистозіра

Крива спектрального коефіцієнта відбиття містить інформацію про те, що колір зразка відповідає кольоровому тону випромінювання саме тієї ділянки спектру, де об'єкт найбільше відбиває світло, а насиченість світла, що сприймається, відповідає ступеню селективності відбиття, тобто крутості кривої спектрального коефіцієнта відбиття. Спектральні характеристики обох зразків подібні між собою. Різниця спостерігається тільки в інтенсивності відбиття світла, яка визначається коефіцієнтами R_{λ} за довжинами хвиль більше 550 нм.

Коефіцієнти відбиття зразка йодвміщуючої добавки зостери практично у двічі вищі, ніж коефіцієнти відбиття зразка йодвміщуючої добавки цистозіри. Хід кривих свідчить про неселективність відбиття світла у діапазоні 400...500 нм, інтенсивне відбиття в обох зразках при довжинах хвиль, що відповідають зелено-жовтому діапазону видимої області спектру (домінуючий тон або домінуюча довжина хвилі 550...575 нм), має інтенсивне відбиття у довгохвильовій області спектру (670...700 нм).

Розраховані координати кольоровості x , y в системі CIEXYZ вказують на значний внесок червоної і зеленої складової кольору, практично відсутній внесок синьої складової (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Кольорові характеристики зразків зостери та цистозіри за системами CIEXYZ та CIELab ($S_r = 0,05$, $n = 5$, $p = 0,95$)

Параметр	Зостера	Цистозіра
Система CIEXYZ		
x	0,4273	0,3795
y	0,4109	0,3809
Домінуюча довжина хвилі, нм	581,6	580,6
Яскравість, %	41,1	38,1
Чистота кольору, %	63,6	41,6
Спектральний колір (домінуючий тон)	жовто-оранжевий	жовто-оранжевий
Система CIELab		
L	63,6	45,3
a	10,48	4,20
b	39,43	17,64

Яскравість практично однакова для обох зразків і знаходиться у діапазоні 38...41 %. Домінуюча довжина хвилі (580...582 нм) вказує на те, що спектральний колір зразків (домінуючий тон) знахо-

диться у жовто-оранжевій області спектру. Чистота кольору більша для зразка зостери у порівнянні із візуально більш світлим зразком цистозіри.

Розраховані кольорові характеристики за системою CIE Lab також вказують на значний внесок червоної ($a > 0$) і жовтої ($b > 0$) компонент у загальний колір зразків. Величини цих компонент різні для зразків: зелено-червона компонента a для зостери складає 10,48, для цистозіри – 4,20; синьо-жовта компонента b складає 39,43 і 17,64 відповідно. Втім, співвідношення a/b для зразків знаходиться у межах 0,24...0,27, тобто показники кольору у системі координат Хантера знаходяться в одній площині.

За аналогічних умов були досліджені спектральні характеристики зразків маку, горіхів арахісу і волоського та родзинок (рис. 2.10).

Як свідчать отримані дані, хід кривих зразків аналогічний кривим для зостери і цистозіри: неселективність відбиття світла у діапазоні 400...500 нм, інтенсивне відбиття при довжинах хвиль 550...575 нм, інтенсивне відбиття у довгохвильовій області спектру (670...700 нм). Коефіцієнти відбиття зразків в діапазоні 500...700 нм знаходяться між величинами для зостери і цистозіри.

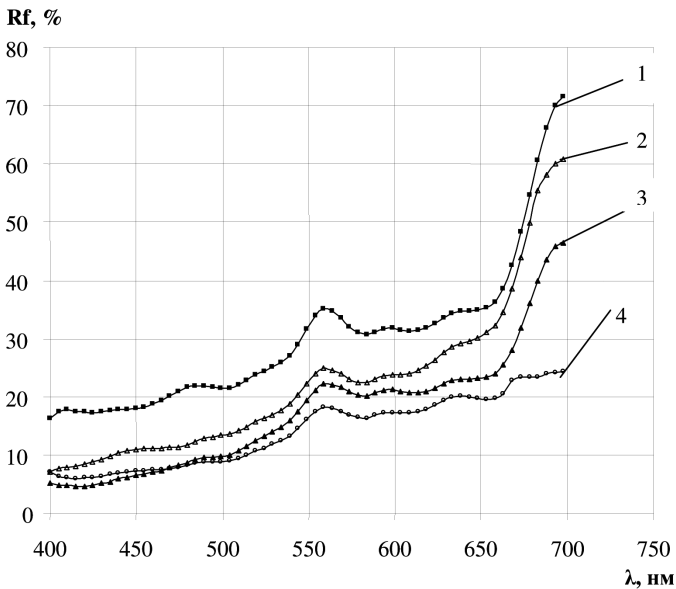


Рис. 2.10. Спектри відбиття зразків:

1 – мак, 2 – горіх арахіс, 3 – горіх волоський, 4 – родзинки

Розраховані кольорові характеристики означених харчових продуктів представлені у табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Кольорові характеристики дослідних зразків за системами CIEXYZ та CIELab ($S_r = 0,05$, $n = 5$, $p = 0,95$)

Параметр	Мак	Горіх арахіс	Горіх волоський	Родзинки
Система CIEXYZ				
x	0,3647	0,3932	0,4135	0,3966
y	0,3725	0,3872	0,4117	0,3908
Домінуюча довжина хвилі, нм	579,6	581,5	579,8	581,3
Яскравість, %	37,3	38,7	41,2	39,1
Чистота кольору, %	34,5	47,4	60,8	49,6
Спектральний колір (домінуючий тон)	жовтий	жовто-оранжевий	жовтий	жовто-оранжевий
Система CIELab				
L	60,5	52,2	48,4	44,8
a	3,30	6,58	5,19	5,80
b	17,74	22,95	29,90	21,61

Аналіз отриманих величин кольорових характеристик за системою CIEXYZ дозволяє зробити наступні висновки. Яскравість дослідних зразків знаходиться у межах для зостери і цистозіри, тобто в тому ж діапазоні – 38...41 %. Домінуюча довжина хвилі зразків змінюється від 579,6 нм до 581,5 нм, таким чином входить до діапазону для зостери і цистозіри.

Спектральний колір (домінуючий тон) зразків маку і горіху волоського знаходиться у жовтій області спектру, інших зразків – у жовто-оранжевій.

Чистота кольору найбільша для зразка горіху волоського 60,8 % і наближається до величини цього показника для зостери, найменша – для зразка маку (34,5 %). Інші зразки мають чистоту кольору 47,4...49,6 %.

Розраховані кольорові характеристики зразків за системою CIELab показали, що параметр L також знаходиться у межах, визначених для цистозіри (45,3 %) та зостери (63,6 %), при цьому для маку цей параметр наближається до зостери. Величини зелено-червоної компоненти a для дослідних зразків нижчі за a для зостери (10,48 од.) і не перевищують $6,58 \pm 0,17$ одиниць.

Співвідношення a/b для зразків горіху волоського і маку становить 0,17 та 0,19 відповідно, для інших зразків знаходяться у межах 0,27...0,29, тобто показники кольору зостери і цистозіри, а також інших дослідних зразків, у системі координат Хантера знаходяться в одній площині.

Отже, за результатами проведених досліджень, були визначені кольорові характеристики та встановлені кольоропараметричні показники йодвміщуючих добавок та відомих харчових добавок, які традиційно використовуються в технологіях запіканок.

Таким чином, було встановлено, що відомі харчові добавки можливо використовувати у поєднанні з дослідними йодвміщуючими добавками у складі МБЗ, так як вони за кольоровими характеристиками наближаються до них.

2.4. Визначення раціональної кількості йодвміщуючих водоростевих добавок у складі молочно-білкових запіканок

При розробленні технології МБЗ важливою задачею було визначити раціональні концентрації водоростевих добавок.

З метою визначення раціональних інтервалів варіювання кількості водоростевих добавок у складі виробів враховували результати інших дослідників, які використовували водоростеві добавки в кількості 0,5...3,0% [168, 183, 260, 205]. У зв'язку з цим під час експериментальних досліджень кількість водоростевих добавок варіювали в інтервалі 0,5...3,0%.

Первинну обробку йодвміщуючої добавки цистозіри здійснювали за методикою, наведеною в [184] – подрібнення до розміру часток 0,5...0,7 мм, гідратація протягом $(110...120) \cdot 60^{-1}$ с за температури 50...60 °С. Первинну обробку зостери, проводили за методикою наведеною в [168] – подрібнення до розміру часток 0,8...0,92 мм, гідратація протягом $(100...120) \cdot 60^{-1}$ с за температури 50...60 °С. Обробку еламіну проводили за методикою, наведеною в [261, 206] – просіювання, гідратація протягом $(100...120) \cdot 60^{-1}$ с за температури 95...98 °С.

При обґрунтуванні технології використання йодвміщуючих водоростевих добавок (ЙВД) у виробництві МБЗ вивчали закономірності зміни функціонально-технологічних властивостей модельних систем на основі МБКС залежно від кількості ЙВД, харчову цінність і органолептичні показники якості. В якості контрольних зразків використовували модельні системи з аналогічним складом

компонентів, водоростеві добавки в яких замінювали відповідною кількістю МБКС.

За результатами органолептичних досліджень модельних харчових композицій з ЙВД можна зробити висновок, що колір, запах і консистенція зразків із найменшим вмістом ЙВД (0,5%) практично не відрізнялися від контролю (табл. 2.5). Збільшення кількості внесених ЙВД підвищувало інтенсивність забарвлення зразків. При додаванні 3,0% ЙВД зразки з добавками цистозіри і зостери набу-

Таблиця 2.5

Органолептична оцінка модельних харчових композицій із ЙВД за 10-бальною шкалою, бали

Кількість ЙВД	Зовнішній вигляд	Колір	Запах	Консистенція	Загальна оцінка
1	2	3	4	5	6
Цистозіра					
Контроль	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,30 ± 0,3	9,68
0,50%	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,10 ± 0,3	9,63
1,00%	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,00 ± 0,3	9,60
1,50%	8,70 ± 0,2	8,80 ± 0,2	9,50 ± 0,3	8,90 ± 0,3	8,98
2,00%	8,10 ± 0,2	8,20 ± 0,2	8,30 ± 0,2	8,40 ± 0,2	8,25
2,50%	6,60 ± 0,1	6,60 ± 0,1	6,90 ± 0,1	7,80 ± 0,1	6,98
3,00%	6,30 ± 0,1	5,50 ± 0,1	5,10 ± 0,1	6,70 ± 0,1	5,95
Зостера					
Контроль	9,90 ± 0,3	9,90 ± 0,3	9,80 ± 0,3	8,90 ± 0,3	9,63
0,50%	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	8,80 ± 0,2	9,55
1,00%	9,80±0,3	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	8,80 ± 0,2	9,55
1,50%	9,10±0,3	9,10 ± 0,3	9,20 ± 0,3	8,10 ± 0,2	8,88
2,00%	8,50 ± 0,2	8,70 ± 0,2	8,50 ± 0,2	7,30 ± 0,1	8,25
2,50%	7,50 ± 0,1	7,10 ± 0,1	7,30 ± 0,1	6,10 ± 0,1	7,00
3,00%	6,50 ± 0,1	5,70 ± 0,1	5,50 ± 0,1	5,50 ± 0,1	5,80
Еламін					
Контроль	9,90 ± 0,3	9,90 ± 0,3	9,90 ± 0,3	9,20 ± 0,3	9,73
0,50%	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,10 ± 0,3	9,63
1,00%	9,70 ± 0,3	9,80 ± 0,3	9,60 ± 0,3	8,80 ± 0,3	9,48
1,50%	9,60 ± 0,3	9,50 ± 0,3	9,50 ± 0,3	8,70 ± 0,3	9,33
2,00%	9,40 ± 0,3	9,40 ± 0,3	9,40 ± 0,3	8,50 ± 0,3	9,18
2,50%	9,30 ± 0,3	9,30 ± 0,3	8,90 ± 0,3	8,40 ± 0,3	8,98
3,00%	9,10 ± 0,3	8,90 ± 0,3	8,40 ± 0,3	8,20 ± 0,3	8,65

вали сіруватого кольору, а з добавкою еламіну – оливкового відтінку. З'являвся яскраво виражений специфічний водоростевий запах, який не є властивим для МБЗ, а також відзначалося погіршення консистенції продуктів.

При тепловій обробці відбувається зменшення ВУЗ МБЗ, що впливає на їх консистенцію та вихід. Саме тому нами було досліджено вплив ЙВД на ВУЗ модельних систем МБЗ. Результати досліджень наведені на рис. 2.11.

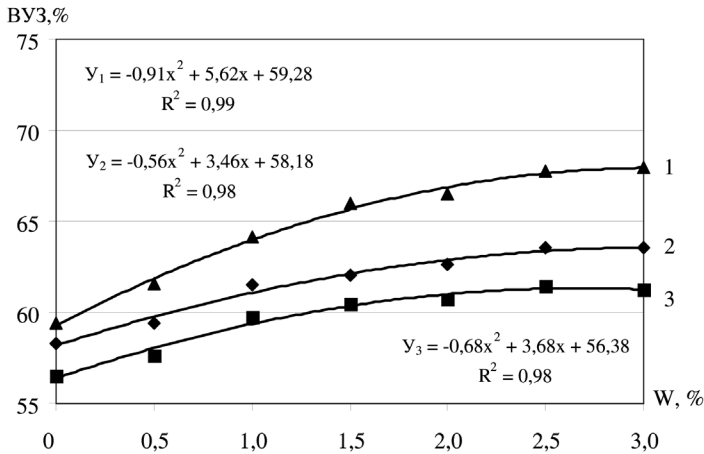


Рис. 2.11. Вологоутримуюча здатність модельних систем МБЗ з ЙВД:

1 – з добавкою еламіну; 2 – з добавкою цистозіри; 3 – з добавкою зостери

Отримані дані свідчать, що всі використані ЙВД підвищують ВУЗ модельних систем. Це позитивно впливає на якість готових продуктів, оскільки зі зростанням зв'язаної вологи у МБЗ зменшуються втрати маси при тепловій обробці. З іншого боку, при надмірному вмісті зв'язаної вологи готові вироби можуть бути щільними та несоковитими.

Додавання цистозіри і зостери призводить до підвищення ВУЗ порівняно з контролем на 8,4...9,4%. Це зумовлено тим, що означені добавки після гідратації можуть поглинати додаткову кількість вологи до максимального значення їх вологоутримуючої властивості.

Додавання еламіну призводить до більш значного підвищення ВУЗ, вона підвищується в порівнянні з контролем на $14,4 \pm 0,1\%$,

що можна пояснити більш високою кількістю в еламіні, порівнянно з цистозірою і зостерою, біологічно активних вуглеводів – альгінатів, фукоідану, маніту, які інтенсивно зв'язують вологу, утворюючи драгли. Додаткова кількість катіонів натрію, магнію і заліза, що містяться у ЙВД, також впливає на величину заряду білкової молекули та зв'язування вологи.

Дослідження модельних харчових композицій МБЗ (табл. 2.6...2.8) показали, що зі збільшенням вмісту ЙВД кількість білків у модельних системах зменшується порівняно з контролем: при додаванні цистозіри на 0,01...0,02%; зостери – на 0,01...0,02% і еламіну – на 0,01...0,04%. Це пов'язано зі зменшенням відповідної кількості МБКС у системі.

Вміст золи в модельованих системах поступово зростає відповідно до збільшення кількості ЙВД, що зумовлено багатим мінеральним складом водоростевих добавок. Порівняно з контролем у зразках із добавками цистозіри загальний вміст мінеральних речовин зростає на 0,07...0,40%, зостери – на 0,04...0,22%, еламіну – на 0,03...0,18%.

Досліджені зміни загального вітамінного складу модельних харчових композицій. У дослідних зразках зі збільшенням вмісту ЙВД поступово зростає загальна кількість вітамінів, що пояснюється високим вмістом вітамінів у ЙВД. Підвищення кількості вітамінів складає 0,02...0,18%.

Дослідженнями реологічних властивостей встановлено, що дослідні зразки з ЙВД набувають підвищеного значення ГНЗ. Добавки цистозіри і зостери підвищують ГНЗ на 0,02...0,11%. Найбільше на значення граничної напруги зсуву впливає добавка меламіну: ГНЗ підвищується на 0,02...0,12%, що обумовлено більш високим, в порівнянні з цистозірою і зостерою, вмістом в еламіні драглетуючих речовин.

Для визначення раціональної кількості ЙВД у складі МБЗ застосовували математичний метод, де за критерій оптимізації був прийнятий комплексний показник якості ($K_{\text{ня}}$). Цей показник охоплював такі властивості МБЗ: органолептичну оцінку, вміст білків, мінеральних речовин, вміст вітамінів, функціонально-технологічну властивість – ВУЗ, структурно-механічний показник – ГНЗ. Розрахунки комплексного показника якості наведено у табл. 2.8...2.10.

Графічну залежність $K_{\text{ня}}$ МБЗ від вмісту цистозіри графічно зображено на рис. 2.18.

**Розрахунок комплексного показника якості МБЗ
з додаванням цистозіри**

Показник	Коефіцієнт вагомості	Кількість добавки, %						
		Контроль	0,5	1	1,5	2	2,5	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсолютні показники								
Органолептична оцінка, бали	40	9,68	9,63	9,60	8,98	8,25	6,98	5,95
Вміст білка, %	20	22,20	22,10	22,01	21,90	21,80	21,71	21,62
Зола, %	20	2,26	2,41	2,56	2,71	2,86	3,01	3,15
Вміст вітамінів, мг%	10	35,77	36,68	37,59	38,51	39,42	40,33	41,24
ВУЗ, %	5	58,28	59,39	61,52	62,07	62,64	63,53	63,54
ГНЗ, кПа	5	600,74	609,51	618,73	628,41	638,55	649,14	660,18
Сума	100							
Відносні показники								
Органолептична оцінка, бали	40	1,00	0,99	0,99	0,93	0,85	0,72	0,61
Вміст білка, %	20	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97
Зола, %	20	1,00	1,07	1,13	1,20	1,27	1,33	1,39
Вміст вітамінів, мг%	10	1,00	1,03	1,05	1,08	1,10	1,13	1,15
ВУЗ, %	5	1,00	1,02	1,06	1,07	1,07	1,09	1,09
ГНЗ, кПа	5	1,00	1,01	1,03	1,05	1,06	1,08	1,10
Сума	100							
Комплексний показник якості								
Органолептична оцінка, бали	40	40	39,79	39,69	37,11	34,11	28,84	24,60
Вміст білка, %	20	20	19,91	19,83	19,73	19,64	19,56	19,48
Зола, %	20	20	21,33	22,65	23,98	25,31	26,64	27,88
Вміст вітамінів, мг%	10	10	10,25	10,51	10,77	11,02	11,27	11,53
ВУЗ, %	5	5	5,10	5,28	5,33	5,37	5,45	5,45
ГНЗ, кПа	5	5	5,07	5,15	5,23	5,31	5,40	5,49
Сума	100	100	101,45	103,11	102,14	100,77	97,16	94,43

**Розрахунок комплексних показників якості МБЗ
з додаванням зостери**

Показник	Коефіцієнт вагомості	Кількість добавки, %						
		Контроль	0,5	1	1,5	2	2,5	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсолютні показники								
Органолептична оцінка, бали	40	9,63	9,55	9,55	8,88	8,25	7,00	5,80
Вміст білка, %	20	21,39	21,34	21,29	21,23	21,18	21,13	21,08
Зола, %	20	2,24	2,32	2,40	2,49	2,57	2,65	2,73
Вміст вітамінів, мг%	10	36,39	37,46	38,52	39,58	40,65	41,71	42,77
ВУЗ, %	5	56,50	57,64	59,75	60,44	60,70	61,44	61,25
ГНЗ, кПа	5	582,68	592,23	602,24	612,71	623,65	635,04	646,90
Сума	100							
Відносні показники								
Органолептична оцінка, бали	40	1,00	0,99	0,99	0,92	0,86	0,73	0,60
Вміст білка, %	20	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
Зола, %	20	1,00	1,04	1,07	1,11	1,14	1,18	1,22
Вміст вітамінів, мг%	10	1,00	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15	1,18
ВУЗ, %	5	1,00	1,02	1,06	1,07	1,07	1,09	1,08
ГНЗ, кПа	5	1,00	1,02	1,03	1,05	1,07	1,09	1,11
Сума	100							
Комплексний показник якості								
Органолептична оцінка, бали	40	40,00	39,69	39,69	36,88	34,29	29,09	24,10
Вміст білка, %	20	20,00	19,95	19,91	19,86	19,81	19,76	19,72
Зола, %	20	20,00	20,72	21,45	22,17	22,89	23,60	24,33
Вміст вітамінів, мг%	10	10,00	10,29	10,58	10,88	11,17	11,46	11,75
ВУЗ, %	5	5,00	5,10	5,29	5,35	5,37	5,44	5,42
ГНЗ, кПа	5	5,00	5,08	5,17	5,26	5,35	5,45	5,55
Сума	100	100,00	100,84	102,08	100,39	98,88	94,81	90,87

**Розрахунок комплексних показників якості МБЗ
з додаванням еламіну**

Показник	Коефі- цієнт ваго- мості	Кількість добавки, %						
		Конт- роль	0,5	1	1,5	2	2,5	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Абсолютні показники								
Органолептична оцінка, бали	40	9,73	9,63	9,48	9,33	9,18	8,98	8,65
Вміст білка, %	20	22,24	22,09	21,99	21,81	21,72	21,47	21,31
Зола, %	20	2,22	2,29	2,36	2,41	2,48	2,54	2,61
Вміст вітамінів, мг%	10	36,39	37,28	38,17	39,55	39,94	40,82	41,71
ВУЗ, %	5	59,38	61,57	64,13	65,97	66,48	67,77	67,93
ГНЗ, кПа	5	582,68	592,10	610,16	623,84	636,15	641,09	648,65
Сума	100							
Відносні показники								
Органолептична оцінка, бали	40	1,00	0,99	0,97	0,96	0,94	0,92	0,89
Вміст білка, %	20	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96
Зола, %	20	1,00	1,03	1,06	1,08	1,12	1,14	1,17
Вміст вітамінів, мг%	10	1,00	1,02	1,05	1,09	1,10	1,12	1,15
ВУЗ, %	5	1,00	1,04	1,08	1,11	1,12	1,14	1,14
ГНЗ, кПа	5	1,00	1,02	1,05	1,07	1,09	1,10	1,11
Сума	100							
Комплексний показник якості								
Органолептична оцінка, бали	40	40,00	39,59	38,97	38,35	37,74	36,92	35,58
Вміст білка, %	20	20,00	19,86	19,78	19,62	19,53	19,30	19,16
Зола, %	20	20,00	20,59	21,20	21,68	22,31	22,81	23,50
Вміст вітамінів, мг%	10	10,00	10,24	10,49	10,87	10,97	11,22	11,46
ВУЗ, %	5	5,00	5,18	5,40	5,55	5,60	5,71	5,72
ГНЗ, кПа	5	5,00	5,08	5,24	5,35	5,46	5,50	5,57
Сума	100	100,00	100,55	101,07	101,43	101,61	101,45	100,99

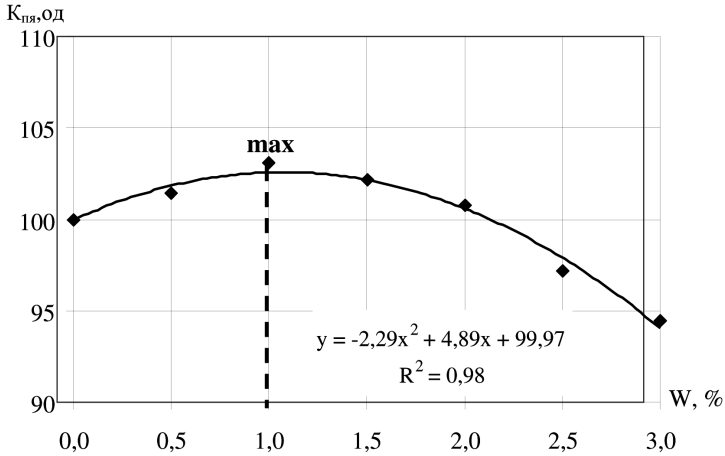


Рис. 2.12. Залежність комплексного показника якості ($K_{пн}$) МБЗ від вмісту цистозіри

Як видно з рис. 2.12, максимальне значення ($K_{пн} = 103,11$) комплексного показника якості має модельна система із 1 % цистозіри.

Графічну залежність комплексного показника якості МБЗ від вмісту зостери графічно зображено на рис. 2.13.

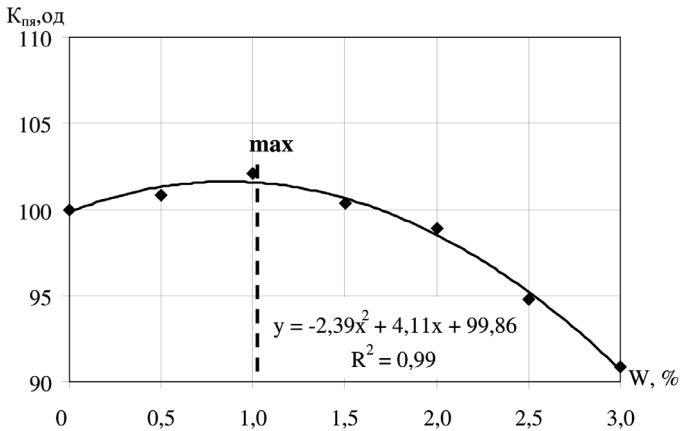


Рис. 2.13. Комплексний показник якості ($K_{пн}$) МБЗ залежно від вмісту зостери

Як видно з рис. 2.13, максимальне значення ($K_{\text{пн}} = 102,08$) комплексного показника якості має модельна система із вмістом 1 % зостери.

Графічна залежність $K_{\text{пн}}$ МБЗ від вмісту еламіну графічно зображена на рис. 2.14.

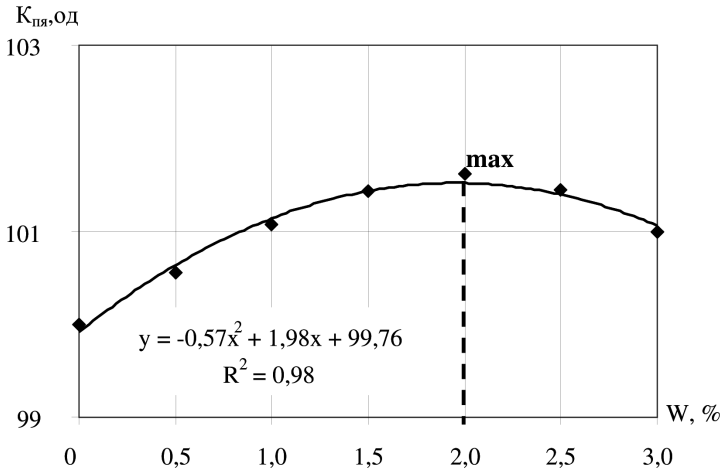


Рис. 2.14. Залежність комплексного показника якості ($K_{\text{пн}}$) МБЗ від вмісту еламіну

Як видно з рис. 2.14, максимальне значення ($K_{\text{пн}} = 101,61$) комплексного показника якості має модельна система із вмістом 2,0 % еламіну.

Таким чином, з отриманих даних можна зробити висновок, що оптимальна кількість ЙВД у складі МБЗ складає для цистозіри і зостери – 1,0 %, а для еламіну – 2,0 %. У відповідності з розрахованим в розділі 3.5 оптимальним складом основних компонентів та визначеною оптимальною кількістю добавок в даному розділі приймаємо наступне співвідношення рецептурних компонентів МБЗ з йодвміщуючими добавками (табл. 2.9).

В подальшому нами була поставлена задача оптимізувати технологічні режими приготування запіканок.

**Співвідношення рецептурних компонентів молочно-білкових
запіканок з йодвміщуючими добавками, %**

Найменування сировини	Масова частка компонентів, г		
	Запіканка з еламіном	Запіканка із зостерою	Запіканка з цистозирою
МБК зі сколотин	55,0	56,0	55,0
Борошно пшеничне	11,0	11,0	11,0
Цукор білий	11,0	11,0	11,0
Яйця	4,5	4,5	4,5
Маргарин столовий	5,5	5,5	5,5
Сухарі	5,5	5,5	5,5
Сметана	5,5	5,5	5,5
Еламін	2,0	–	–
Зостера	–	1,0	–
Цистозіра	–	–	1,0
Мак мелений	–	–	1,0
Всього:	100,0	100,0	100,0

2.5. Обґрунтування раціональних механічних режимів приготування молочно-білкових запіканок

Приготування МБЗ з йодвміщуючими добавками включає наступні етапи: механічна кулінарна обробка сировини, дозування інгредієнтів, їх перемішування, формування, випікання і охолодження.

Основним інгредієнтом МБЗ з йодвміщуючими добавками є молочно-білковий концентрат зі сколотин. Дослідження, представлені в роботі Юдиної Т. І. [30], показують, що оптимальним способом технологічної обробки МБК є дворазове протирання, яке надає найкращі показники структурно-механічних властивостей продукту без значних тимчасових витрат.

Підготовку йодвміщуючих добавок водоростевого походження, як показано на с. 113, здійснювали за методиками [168, 184, 261, 206].

Для первинної обробки інших компонентів використовували традиційні методики [262–265, 207–210]: пшеничне борошно просіювали крізь сита з діаметром отворів 1,4 мм; цукор-білий просіювали крізь сита з діаметром отворів 2,8 мм; мак просіювали крізь сита з діаметром отворів 2,8 мм, промивали, заливали окропом в співвідношенні 1:1, доводили до кипіння і кип'ятили $(1...2) \cdot 60^{-1}$ с, після чого залишали на $(3...4) \cdot 60^2$ с для набухання, підсушували та подрібнювали до розмірів 0,2...0,6 мм; яйця звільняли від шкарлупи, проціджували.

Однією з головних стадій приготування МБЗ є процес перемішування їх компонентів. Визначення раціонального режиму перемішування дає можливість забезпечити оптимальний режим роботи змішувача, під час якого відбувається рівномірне розподілення компонентів за мінімальний період часу, що дає можливість отримати якісний продукт [266, 211].

Проводили дослідження процесу перемішування компонентів МБЗ за різної частоти обертання робочого органа змішувача ВМ з об'ємом бачка 20 дм³, що є змінним механізмом для приводу УКМ-1, який досить часто використовують в закладах ресторанного господарства. Перемішування проводили при частоті обертання робочого органа 170 хв⁻¹ і 330 хв⁻¹.

При аналізі ефективності перемішування маси для запіканки із зостерою оцінювали рівномірність розподілення зостери в масі, яку виділяли за допомогою ситового аналізу. У масі для запіканки із цистозірою виділяли мелений мак разом з водоростевою добавкою.

Результати досліджень наведені на рис. 2.15...2.16.

Аналізуючи отримані дані, можна зробити висновок, що підвищення частоти обертання робочих органів прискорює процес перемішування. Найбільш інтенсивно перемішування відбувається в змішувачі ВМ за частоти обертання робочого органа 330 хв⁻¹.

Процес рівномірного розподілу добавок в масі для запіканки з додаванням зостери відбувається більш інтенсивно, ніж в масі для запіканки з додаванням цистозіри та маку. Це можна пояснити тим, що до рецептури МБЗ з додаванням цистозіри та маку входить 2% добавок, а до рецептури молочно-білкової запіканки з додаванням зостери – 1%.

З отриманих результатів бачимо, що найбільш інтенсивне перемішування рецептурних компонентів відбувається протягом перших двох хвилин, під час яких нерівномірність розподілення ключового компоненту знижується на 35...73%. Протягом наступних двох хвилин розподілення компонентів запіканок відбувається менш інтенсивно і коефіцієнт рівномірності розподілення ключового компоненту β знижується на 20...32%. Починаючи з п'ятої хвилини процесу, β в усіх видах мас знижується незначно (на 1,6...3,3%). Після шостої хвилини ефективність перемішування, незалежно від типу змішувача, значно падає і β знижується не більше ніж на 0,1...0,6% за хвилину.

Отримані результати свідчать, що найбільш раціональним часом перемішування мас для МБЗ з водоростевими добавками є $(5...7) \cdot 60^{-1}$ с, що відповідає достатній рівномірності розподілення

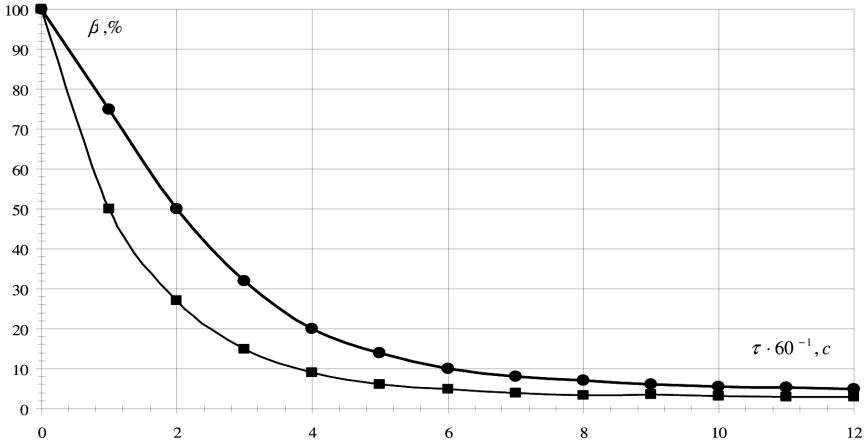


Рис. 2.15. Динаміка рівномірності розподілення зостери в процесі перемішування маси для запіканки:

- – частота обертання робочого органу – 170 хв^{-1}
- – частота обертання робочого органу – 330 хв^{-1}

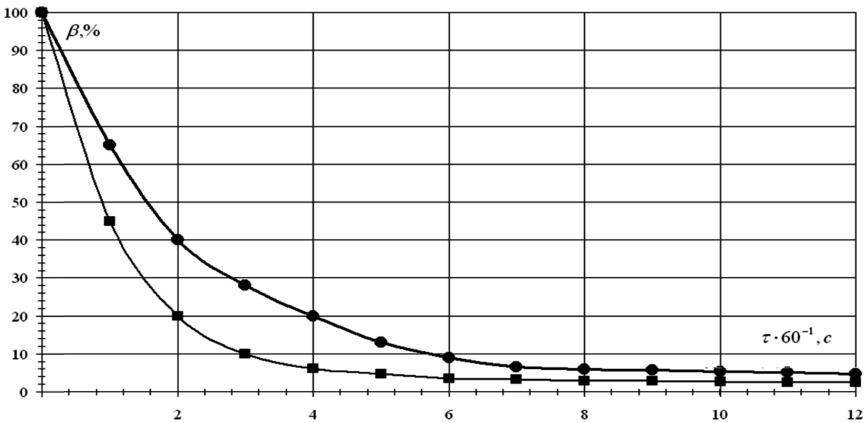


Рис. 2.16. Динаміка рівномірності розподілення цистозіри і маку в процесі перемішування маси для запіканки:

- – частота обертання робочого органу – 170 хв^{-1}
- – частота обертання робочого органу – 330 хв^{-1}

ключового компоненту в запіканках при мінімальних затратах часу і, відповідно, енергії на перемішування.

Відповідний режим перемішування приймаємо і для маси запіканки з еламіном.

2.6. Дослідження функціонально-технологічних властивостей багатокомпонентних полідисперсних систем на основі молочно-білкового концентрату

МБК має певні переваги в порівнянні з кислим сиром [30], що свідчить про доцільність використання його в якості основного компонента МБЗ.

Додатковими компонентами МБЗ були обрані: пшеничне борошно, цукор, яйця, мак, йодвміщуючі добавки. Додатково в якості технологічних компонентів для змащування форм, поверхні напівфабрикатів перед запіканням і присипки поверхні були використані маргарин столовий, сухарі і сметана. Так як основним компонентом в складі МБЗ передбачалося використання МБКС, нами була поставлена мета – дослідити зміни функціонально-технологічних властивостей багатокомпонентних систем на його основі при введенні різних концентрацій додаткових компонентів.

Вивчення змін функціонально-технологічних властивостей трикомпонентних систем на основі МБКС проводив Крамаренко Д. П. зі співавторами. За результатами проведених досліджень можна констатувати, що зміна вмісту сухих речовин, білків та жирів в залежності від вмісту в системі МБКС носить лінійний характер, а зміна ГНЗ і пластичності систем – нелінійний характер. Тому апроксимацію експериментальних даних змін вмісту сухих речовин, білків, жирів проводили поліномами першого ступеня, а дані про зміну ГНЗ і пластичності – поліномами другого ступеня [17].

Нами була поставлена задача – дослідити зміни вологоутримуючої здатності (ВУЗ) і вмісту вуглеводів в трикомпонентних системах: «МБКС-пшеничне борошно-яйця», «МБКС-яйця-цукор» і «МБКС-яйця-мак».

Для вирішення поставленої задачі були сплановані і проведені повнофакторні експерименти типу 42. Планування експерименту проводили за методикою [256–259, 212–215]. Перед початком експериментів МБКС протирали, перемішували з інгредієнтами, які передбачалися як компоненти МБЗ, в різних співвідношеннях та визначали функціонально-технологічні властивості отриманих мо-

дельних систем. За результатами експериментів були отримані рівняння, які дають характеристику змін функціонально-технологічних властивостей залежно від концентрації компонентів.

Адекватність розроблених математичних моделей перевіряли, користуючись критерієм Фішера при 5%-вому рівні значимості, за допомогою t-критерія Ст'юдента перевіряли значимість коефіцієнтів [214]. Коефіцієнт достовірності апроксимації експериментальних даних одержаних рівнянь R^2 становив від 0,95 до 1,00.

Зміну основних характеристик модельних систем при введенні до МБКС різних концентрацій пшеничного борошна і яєць наведено на рис. 2.17...2.18.

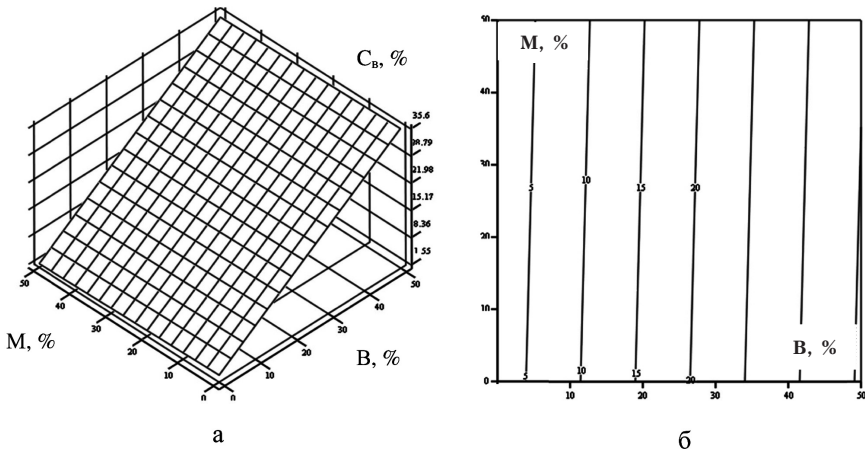


Рис. 2.17. Графіки залежності вмісту вуглеводів (C_v) в системі «МБКС–пшеничне борошно–яйця» від концентрації пшеничного борошна (B) та яєць (M): а – графік поверхні; б – контурний графік

Як видно з рисунків, при збільшенні концентрації борошна та яєць вміст вуглеводів в системі лінійно змінюється, причому підвищення концентрації борошна інтенсивно впливає на підвищення вмісту вуглеводів, і насамперед крохмалю, а додавання яєць навпаки, зменшує кількість вуглеводів в системі.

Ці розглянуті залежності мають лінійний характер. Спільне підвищення вмісту борошна і яєць в системі з 0% до 50% викликає підвищення вмісту вуглеводів в 14,0...14,5 разів.

Підвищення вмісту пшеничного борошна в системі призводить до росту ВУЗ, причому ВУЗ зростає постійно за рахунок зв'язування

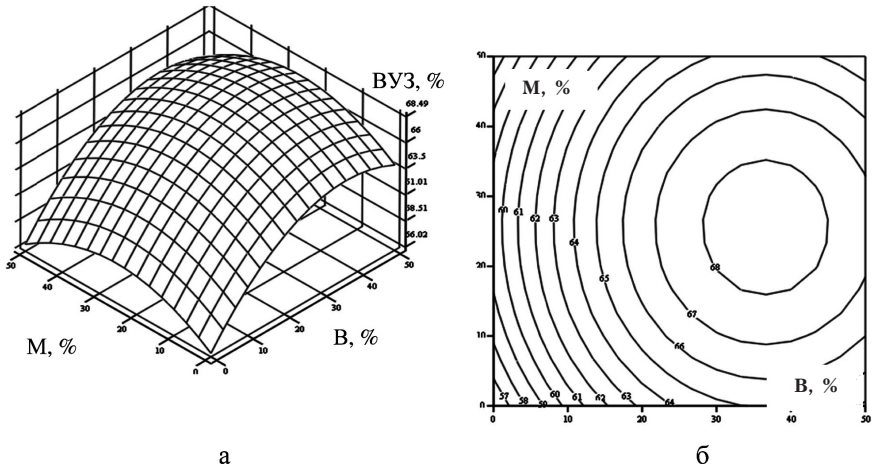


Рис. 2.18. Графіки залежності ВУЗ системи «МБКС–пшеничне борошно–яйця» від концентрації пшеничного борошна (В) та яєць (М): а – графік поверхні; б – контурний графік

вологи білками та крохмалем пшеничного борошна. Додавання яєць в кількості 30...32% призводить до підвищення ВУЗ, подальше додавання яєць знижує ВУЗ. На наш погляд це можна пояснити обмеженою здатністю білків системи до гідратації та розрідженням системи. При підвищенні вмісту борошна і яєць в системі з 0% до 50% ВУЗ системи підвищується на 13,8...14,3%.

Досліджені зміни функціонально-технологічних властивостей системи «МБКС-пшеничне борошно-яйця» описані формулами (2.14)...(2.15):

$$C_g = 0,664 \cdot B - 0,017 \cdot M + 2,40, \quad (2.14)$$

$$W = -1,208 \cdot 10^{-7} \cdot B \cdot M - 5,25 \cdot 10^{-3} \cdot M^2 + 0,269 \cdot M + 56,017 - 0,494 \cdot B + 6,751 \cdot 10^{-3} \cdot B^2, \quad (2.15)$$

де C_g – вміст вуглеводів в системі, %;
 W – ВУЗ системи, %;
 B – вміст борошна в системі, %;
 M – вміст яєць в системі, %.

Зміни функціонально-технологічних властивостей полідисперсних систем «МБКС–цукор–яйця», наведені на рис. 2.19...2.20 та опи-

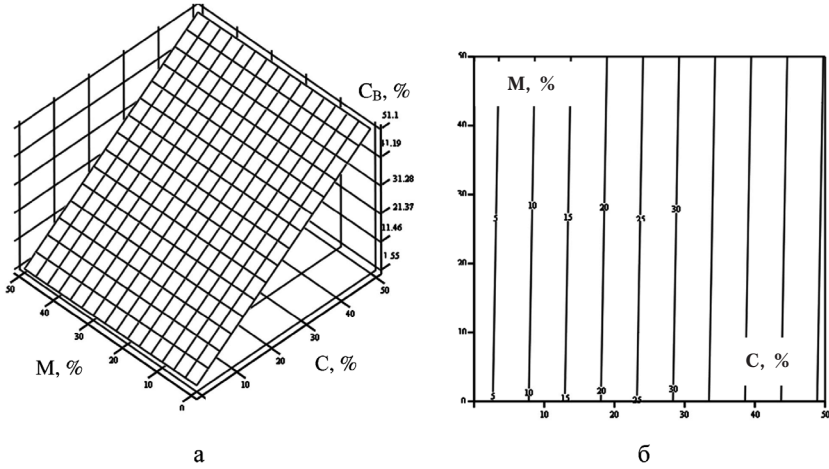


Рис. 2.19. Графіки залежності вмісту вуглеводів ($C_{в}$) в системі «МБКС–цукор–яйця» в залежності від концентрації цукру (C) та яєць (M): а – графік поверхні; б – контурний графік

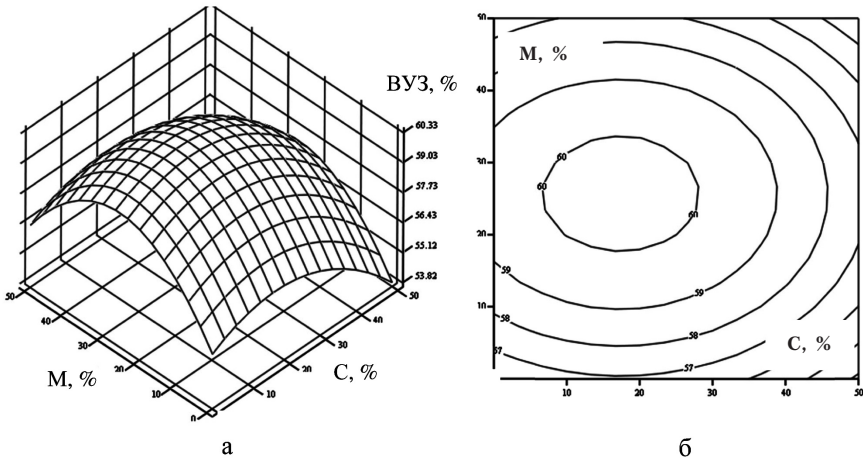


Рис. 2.20. Графіки залежності ВУЗ системи «МБКС–цукор–яйця» від концентрації цукру (C) та яєць (M): а – графік поверхні; б – контурний графік

сані формулами (2.16)...(2.17). Зберігаються тенденції впливу яєць на зміну функціонально-технологічних властивостей, що були виявлені

в попередніх дослідженнях. Додавання яєць призводить до зниження вмісту вуглеводів в системі. Напроти цукор значно підвищує кількість вуглеводів за рахунок водорозчинної цукрози. Додавання цукру в кількості 15,0...18,3% сприяє підвищенню ВУЗ системи, подальше підвищення концентрації цукру зменшує ВУЗ системи. На нашу думку це можна пояснити додатковим зневодненням гідратованих білків системи під впливом цукру.

Підвищення концентрації цукру та яєць в системі від 0% до 50% призводить до підвищення вмісту вуглеводів в 19,8...20,9 разів. ВУЗ модельних систем зменшується на 3,21...3,34%, а максимальний показник ВУЗ має система із вмістом цукру 18,2...18,3% і яєць 27,2...27,5%.

Зміни функціонально-технологічних властивостей модельної системи «МБКС-цукор-яйця» в залежності від концентрації компонентів можна описати наступними залежностями:

$$C_6 = 0,974 \cdot C - 0,017 \cdot M - 2,40, \quad (2.16)$$

$$W = -1,671 \cdot 10^{-7} \cdot M \cdot C - 5,25 \cdot 10^{-3} \cdot M^2 + 0,269 \cdot M + 56,017 + 0,101 \cdot C - 2,899 \cdot 10^{-3} \cdot C^2, \quad (2.17)$$

де C_6 – вміст вуглеводів в системі, %;

W – ВУЗ системи, %;

M – вміст яєць в системі, %;

C – вміст цукру в системі, %.

Зміни основних характеристик модельних систем «МБКС–мак-яйця» в залежності від концентрацій в них маку і яєць представлені на рис. 2.21...2.22 та описані рівняннями (2.18)...(2.19). При збільшенні концентрації маку в системах підвищується кількість вуглеводів в системі за рахунок крохмалю і водорозчинних вуглеводів.

Зміни концентрації яєць впливають на властивості системи так, як і в попередніх модельних харчових системах із вмістом яйця. Загальне підвищення концентрації обох компонентів в однакових співвідношеннях від 0% до 50% призводить до зменшення вмісту вуглеводів в системі на 42,51...43,75%.

Підвищення концентрації маку викликає підвищення ВУЗ системи. Цей вплив менш інтенсивний, ніж вплив борошна в системах на основі МБК і обумовлений меншою кількістю крохмалю в маку в порівнянні з пшеничним борошном, а також високою здатністю білків борошна до гідратації. Підвищення концентрації яєць і маку

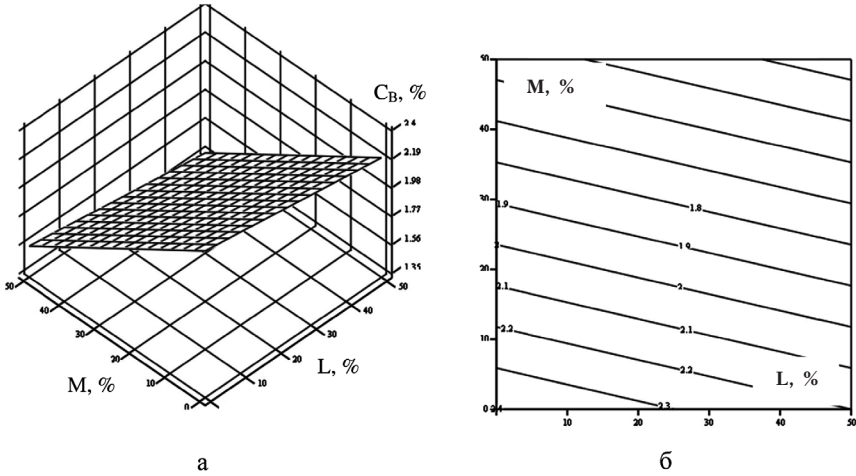


Рис. 2.21. Графіки залежності вмісту вуглеводів ($C_{в}$) в системі «МБКС–яйця–мак» в залежності від концентрації маку (L) та яєць (M): а – графік поверхні; б – контурний графік

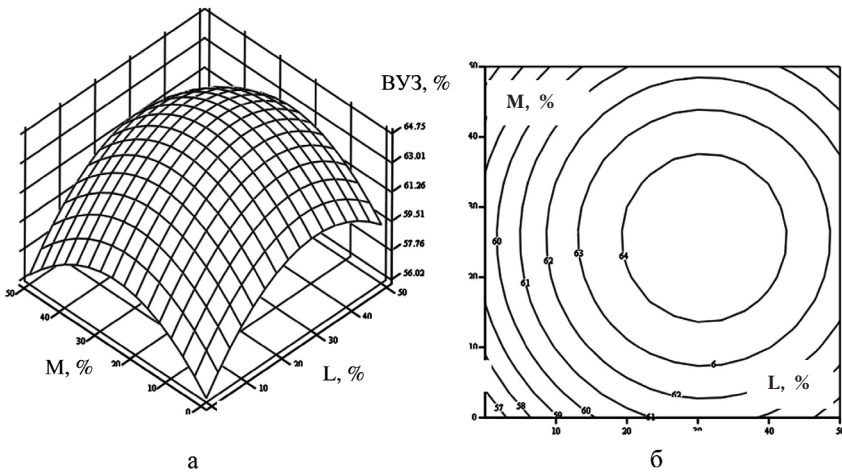


Рис. 2.22. Графіки залежності ВУЗ системи «МБКС–яйця–мак» від концентрації маку (L) та яєць (M): а – графік поверхні; б – контурний графік

Дослідження функціонально-технологічних властивостей йодвміщуючих водоростевих добавок та багатокомпонентних систем на основі молочно-білкового концентрату

в однакових співвідношеннях з 0% до 50% підвищує ВУЗ систем на 6,31...6,42%.

Максимальна ВУЗ системи спостерігається при вмісті маку 32,3...33,5% і яєць 27,4...27,7%.

Зміни функціонально-технологічних властивостей модельних систем «МБКС – мак – яйця» описуються наступними рівняннями:

$$C_g = 4,0 \cdot 10^{-3} \cdot L - 0,017 \cdot C + 2,40, \quad (2.18)$$

$$W = 3,306 \cdot 10^{-7} \cdot L \cdot C + 5,25 \cdot 10^{-3} \cdot M^2 + 0,269 \cdot M + 56,017 + 0,343 \cdot L - 5,550 \cdot 10^{-3} \cdot L^2, \quad (2.19)$$

де C_g – вміст вуглеводів в системі, %;

W – ВУЗ системи, %;

L – вміст маку в системі, %;

M – вміст яєць в системі, %.

Отриманні дані і залежності змін функціонально-технологічних систем на основі МБКС були використані при розробці окремих технологій запіканок на їх основі.

Розділ 3

РОЗРОБКА НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ ЗАПІКАНОК ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ ЯКОСТІ

3.1. Оптимізація температурних режимів приготування молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками

З урахуванням нового рецептурного складу потребують дослідження параметри термічної обробки МБЗ з йодвміщуючими добавками. В зв'язку з цим нами було проведено серію досліджень з знаходження оптимальних режимів температури та вологості повітря для приготування МБЗ. Дослідження проводили за допомогою пароконвектомату SCC 101 фірми «Rational» (Німеччина).

Для дослідження були обрані температурний інтервал 160...260 °С, вологість варіювали від 0 % до 50 %. Дані режими температури та вологості відповідають режимам запікання більшості кулінарних виробів [215]. Готовність МБЗ визначали при досягненні температури 95 °С в центрі виробу.

При визначенні оптимальних режимів температури та вологості для оцінки МБЗ застосовували математичний метод, де за критерій оптимізації був прийнятий комплексний показник якості ($K_{ня}$), який охоплював два показники – органолептичну оцінку за 10-бальною шкалою; питомий об'єм (m^3/kg), при збільшенні якого покращується структура та консистенція готового виробу. Розрахунки комплексного показника якості представлено у додатку В.

З метою оптимізації комплексного показника якості, температури, вологості за допомогою програми MathCad 14 було отримано рівняння регресії (додаток В), яке має вигляд:

$$K_{ня} = 1,46 \cdot 10^{-4} \cdot t \cdot H - 0,031 \cdot H^2 + 2,135 \cdot H - 246769 + 3,461 \cdot t - 8,09 \cdot 10^{-3} t^2, \quad (3.1)$$

де t – значення температури, °С;

H – вологість, %.

Для визначення оптимальних параметрів запікання МБЗ було побудовано графік (рис. 3.1), який описує рівняння регресії (3.1).

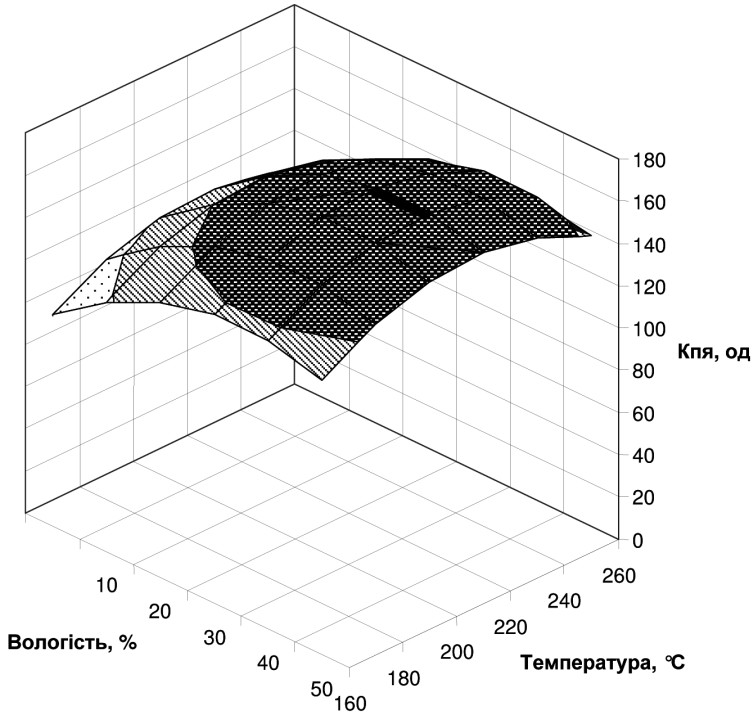


Рис. 3.1. Залежність комплексного показника якості ($K_{пк}$) МБЗ від температури та вологості теплової обробки

З графіка видно, що найвищий $K_{пк}$ від 140 до 160 од. відповідає температурі 210...230 °С та вологості повітря 30...40 %.

Проведені дослідження показали, що оптимальний температурний режим для запікання МБЗ з йодвміщуючими добавками становить 210...230 °С та вологість повітря – 30...40 %.

3.2. Технологія молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими водоростевими добавками

На основі серії попередніх досліджень і з урахуванням даних, що містяться в науково-технічній літературі, були розроблені технологічні схеми виробництва молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками. В розроблених технологіях передбачено викорис-

тання молочно-білкового концентрату зі сколотин в якості основного компоненту та введення до складу молочно-білкових запіканок йодвміщуючих добавок – еламіну, цистозіри, зостери. Технологічні схеми молочно-білкових запіканок наведено на рис. 3.2...3.4.

Одержання молочно-білкових запіканок здійснюється за наступною поетапною схемою: первинна обробка сировини і підготовка її до виробництва, дозування інгредієнтів, їх перемішування, викладання у попередньо змащені маргарином та посипані сухарями форми, розрівнювання поверхні, змащення сметаною та випікання за температури 210...230 °С та вологості повітря 30...40 % протягом (20...25) · 60⁻¹ с.

На способи отримання молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками отримані деклараційні патенти України на винаходи та корисну модель [267-269, 216-218].

Оскільки розроблені молочно-білкові запіканки є новими продуктами, що плануються до подальшого використання як у підприємствах торгівлі, так і в закладах ресторанного господарства, необхідно було дослідити їх харчову цінність та функціонально-технологічні характеристики. В якості контрольного зразка використовували запіканку з кислого сиру № 469 [215].

3.3. Дослідження харчової і біологічної цінності МБЗ з йодвміщуючими добавками

Під поняттям якості харчових продуктів розуміють широкую сукупність властивостей, що характеризують харчову і біологічну цінність, органолептичні, структурно-механічні, функціонально-технологічні, санітар-но-гігієнічні та інші властивості продукту, а також ступінь їх виразності [219]. З точки зору показників якості харчовий продукт повинен містити компоненти, необхідні організму людини для нормального обміну речовин.

За загальноприйнятою термінологією, в поняття «харчова цінність» входить як кількісне співвідношення харчових речовин у продукті та сумарна енергетична цінність, так і органолептичні характеристики продукту.

Досліджували показники харчової цінності розроблених запіканок [220]. Як контрольні показники, використовували дані про харчову цінність запіканки з кислого сиру [221].

До органолептичних показників молочно-білкових продуктів відносяться зовнішній вигляд, консистенція, колір, смак та запах.

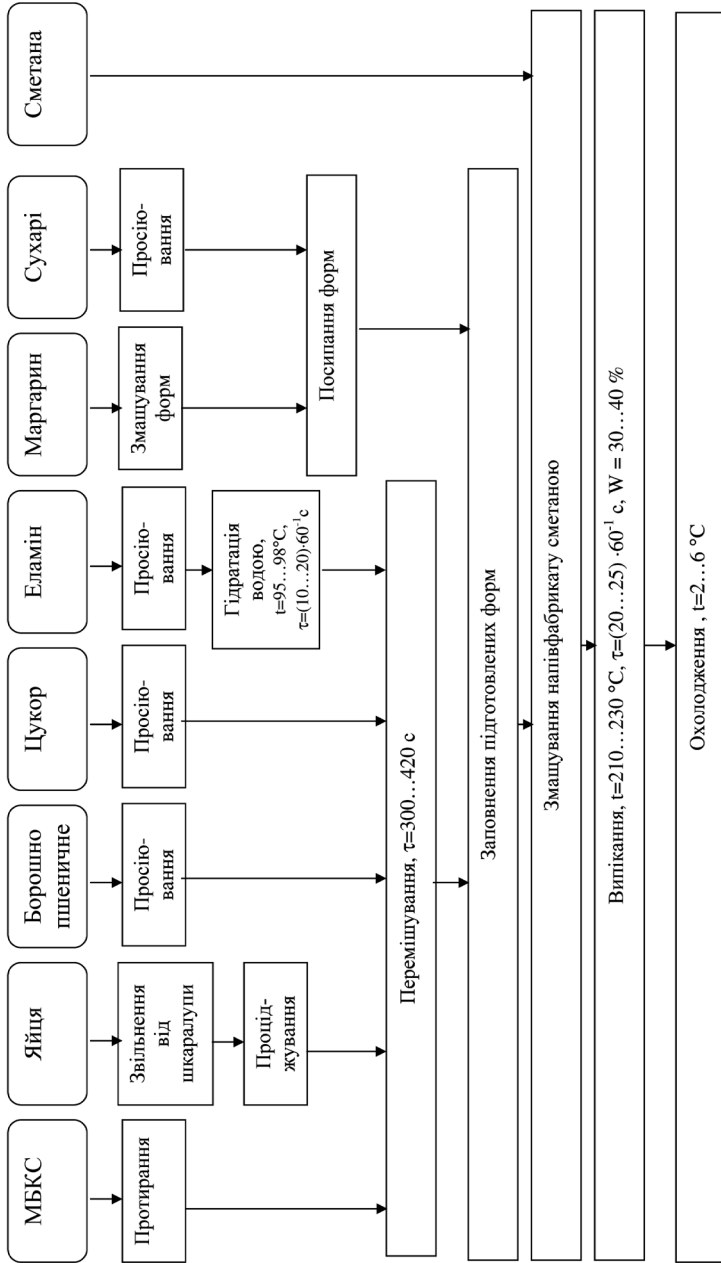


Рис. 3.2. Технологічна схема виробництва молочно-білкової запіканки з еламіном (патент України на винахід № 85780)

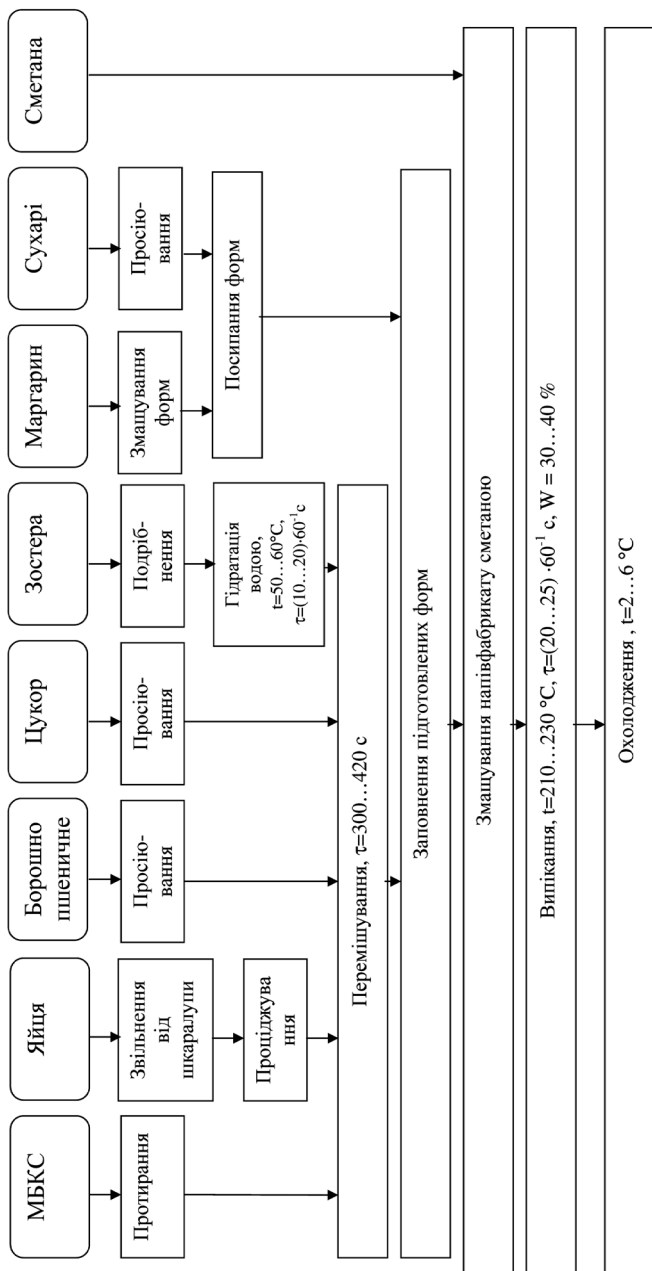


Рис. 3.3. Технологічна схема виробництва молочно-білкової запіканки із зостерою (патент України на винахід № 85794)

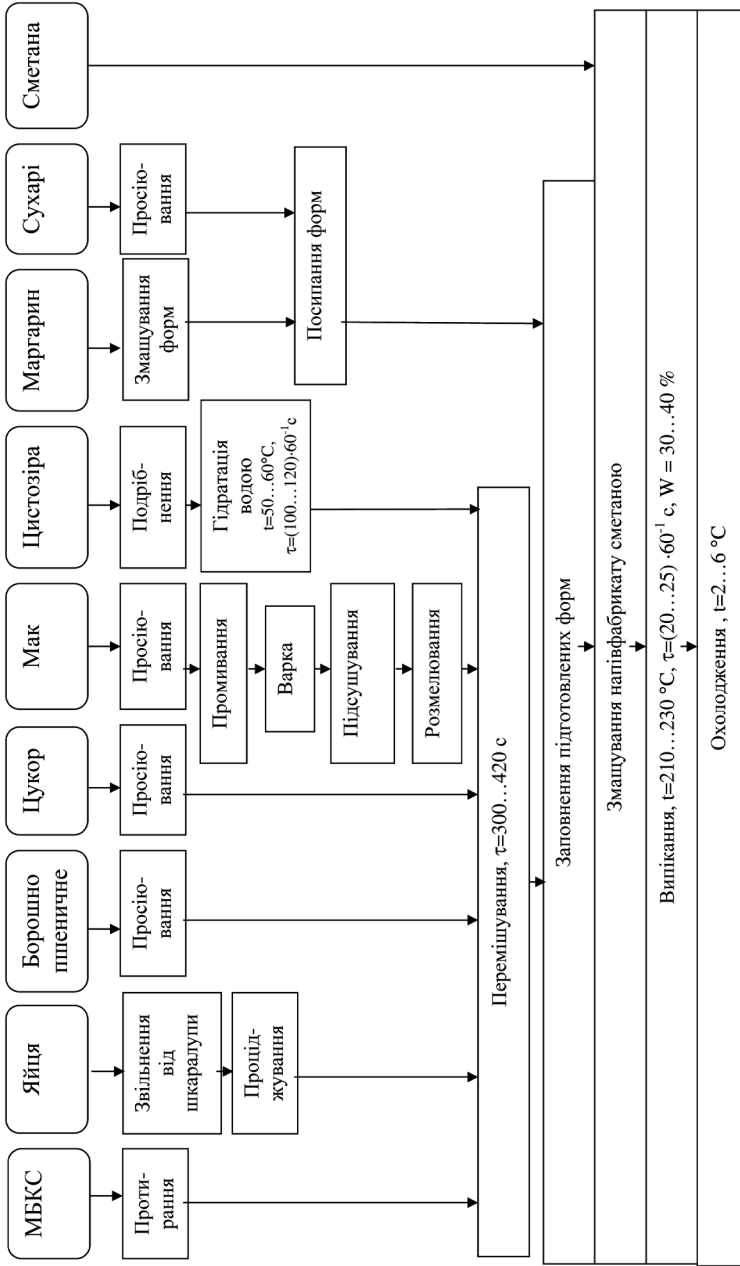


Рис. 3.4. Технологічна схема виробництва молочно-білкової запіканки з цистозірою (патент України на корисну модель № 32119)

Саме ці показники, головним чином, формують уявлення споживача про якість продукту.

За органолептичними показниками розроблені запіканки повинні відповідати вимогам, зазначеним у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Органолептичні показники МБЗ

Найменування показника	Характеристика запіканок з		
	еламіном	цистозірою	зостерою
Зовнішній вигляд	Вироби квадратної або прямокутної форми, поверхня гладка, без тріщин		
Консистенція	Однорідна по всій масі продукту, соковита, пишна		
Колір: поверхні	Золотистий, без підгорілих ділянок		
середини	Біло-жовтий	Біло-жовтий, з коричньоватими краплями маку та цистозіри	Біло-жовтий, з зеленуватими краплями зостери
Смак	Молочно-білковий, солодкий, властивий молочно-білковим виробам		
Запах	Приємний, властивий молочно-білковим виробам		

За даними табл. 3.1 видно, що органолептичні властивості МБЗ з йодвміщуючими добавками знаходяться на високому рівні, що дає можливість їх широкого використання при виробництві на підприємствах харчової промисловості та в закладах ресторанного господарства.

Хімічний склад МБЗ в порівнянні з контрольним зразком наведено у табл. 3.2.

З даних табл. 3.2 видно, що за вмістом більшості нутрієнтів розроблені запіканки перевищують контрольний зразок.

Так, за вмістом білка МБЗ з еламіном перевищує контроль на 21,15%, МБЗ з цистозірою – на 22,67%, МБЗ із зостерою – на 24,0%.

За вмістом вуглеводів контрольний зразок та МБЗ з додаванням водоростевих добавок значно не відрізняються.

За вмістом золи нові продукти перевищують контрольний зразок на 11,58%, 27,89% та 17,37% відповідно, що, на наш погляд, є наслідком вмісту в рецептурах запіканок йодвміщуючих добавок.

Оскільки розроблені МБЗ відрізняються високим вмістом білка, досліджували його амінокислотний склад (табл. 3.3).

Як видно з даних табл. 3.3, у білках всіх молочно-білкових запіканок ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, у тому числі всі незамінні. За абсолютним вмістом амінокислот білки розроблених

Хімічний склад та енергетична цінність молочно-білкових запіканок, % ($P \leq 0,05$, $n = 5$)

Показник	Назва продукту			
	Контроль	МБЗ з еламіном	МБЗ з цистозірою	МБЗ із зостерою
Сухі речовини	45,10	44,33	45,43	45,57
Білок	16,50	19,99	20,24	20,46
Жир	11,70	6,80	7,43	6,85
Вуглеводи, в т.ч.				
моно- і дисахариди	7,80	7,78	7,80	7,81
крохмаль та полісахариди	6,30	6,05	6,52	6,37
клітковина	0,01	0,04	0,19	0,18
Зола	1,90	2,12	2,43	2,23
Енергетична цінність, ккал/100г	231,00	299,34	301,96	295,78

продуктів перевищують контрольний зразок, у тому числі за вмістом незамінних амінокислот МБЗ з еламіном перевищує контроль на 15,68%, МБЗ з цистозірою – на 23,64%, МБЗ із зостерою – на 16,6%.

Питома вага незамінних амінокислот від загальної суми амінокислот в білках розроблених МБЗ складає для МБЗ з еламіном – 37,47%, для МБЗ з цистозірою – 37,43% і для МБЗ із зостерою – 37,44%.

Особливо великий вміст мають у білках МБЗ лейцин (8,5...9,2% від загальної суми амінокислот і 22,8...24,7% від суми незамінних амінокислот), лізін (відповідно 6,7...6,8% і 17,7...17,9%), валін (відповідно 6,5...6,7% і 17,3...17,9%).

Із замінних амінокислот у МБЗ відмічений високий вміст аспарагінової (9,3...11,6% від загальної суми амінокислот), глутамінової (21,5...23,0%) кислот і серина (10,7...11,0%), що є характерним для молочних продуктів.

Для визначення біологічної цінності й наявності лімітуючих амінокислот у білках дослідних продуктів розраховували скор незамінних амінокислот і порівнювали його зі стандартом ФАО/ВООЗ. Результати досліджень наведені в табл. 3.4.

За даними табл. 3.4 видно, що в складі білків МБЗ лімітуючі амінокислоти відсутні, рівень всіх незамінних амінокислот перевищує стандарт ФАО/ВООЗ, що свідчить про високу біологічну

Таблиця 3.3

Амінокислотний склад білків МБЗ з йодвміщуючими добавками
(% на натуральну речовину), ($P \leq 0,05$, $n = 5$)

Назва амінокислоти	Контроль	МБЗ з еламіном	МБЗ з цистозірою	МБЗ із зостерою
Незамінні амінокислоти	6,116	7,075	7,562	7,098
в тому числі валін	0,792	1,221	1,308	1,270
ізолейцин	0,796	0,911	0,976	0,953
лейцин	1,498	1,612	1,727	1,752
лізин	1,122	1,255	1,344	1,292
метіонін	0,377	0,445	0,477	0,464
треонін	0,631	0,806	0,863	0,830
триптофан	0,148	0,206	0,221	0,217
фенілаланін	0,752	0,605	0,648	0,650
Замінні амінокислоти	8,218	11,804	12,641	11,862
в тому числі аланін	0,364	0,538	0,575	0,559
аргінін	0,046	0,637	0,690	1,185
аспарагінова кислота	0,791	1,755	1,879	2,199
гістидин	0,436	0,458	0,504	0,480
глїцин	0,225	0,285	0,305	0,312
глутамінова кислота	2,690	4,062	4,351	4,360
пролін	1,556	0,987	1,056	1,089
серин	0,662	2,028	2,172	2,084
тирозин	0,717	0,794	0,850	0,798
цистін	0,131	0,332	0,356	0,334
Загальна кількість АК	14,334	18,879	20,203	18,96

цінність продуктів. Підвищений рівень сіркоутримуючих амінокислот (метіонін + цистин) у МБЗ є наслідком наявності в їх складі МБКС, що містить сироваткові білки.

Біологічна цінність харчових продуктів також характеризується ступенем протеолізу їх білків ферментами шлунково-кишкового тракту. Ферментативний гідроліз дослідних зразків здійснювали

**Амінокислотний скор молочно-білкових запіканок
з йодвміщуючими добавками**

Назва амінокислоти	Вміст білків, мг на 1 г білків (ФАО/ВООЗ)	% до стандарту			
		Контроль	МБЗ з еламіном	МБЗ з цистозірою	МБЗ із зостерою
Ізолейцин	40	121	114	121	117
Лейцин	70	130	115	122	122
Метіонін + цистін	35	88	111	118	111
Лізин	55	124	114	121	115
Феніла-ланін + тирозин	60	148	117	123	118
Треонін	40	96	101	107	101
Валін	50	96	122	129	124
Триптофан	10	90	103	109	106

основними протеолітичними ферментами – пепсином, трипсином і хімотрипсином. Тривалість гідролізу зразків пепсином становила 5 годин, трипсином і хімотрипсином – 3 години.

Про кінетику гідролізу білка судили по накопиченню в продуктах амінного азоту, відбираючи щогодини наважки відповідної ваги. За отриманими даними розраховували ступінь гідролізу білка.

Досліджували наступні зразки продуктів: казеїн-контроль, МБЗ з еламіном, МБЗ з цистозірою і МБЗ з зостерою. Графічні залежності глибини гідролізу білка МБЗ протеолітичними ферментами від тривалості їх дії наведені на рис. 3.5.

З даних рис. 3.5 можна бачити, що всі зразки характеризуються, в цілому, високим ступенем гідролізу. Найменшою глибиною гідролізу білка протягом 8 годин відзначається МБЗ з еламіном – 69%, що може бути пов'язано, на нашу думку, з частковим зв'язуванням вологи добавкою. Використання в якості добавок цистозіри та зостери призводить до збільшення ступеня протеолізу білка – 79... 83%. На наш погляд, це можна пояснити збільшенням гетерогенності структури виробів завдяки введенню добавок зостери і цистозіри, які містять значну кількість харчових волокон. У зв'язку із цим збільшується доступність білкових речовин впливу протеолітичних ферментів, що й призводить до збільшення глибини гідролізу.

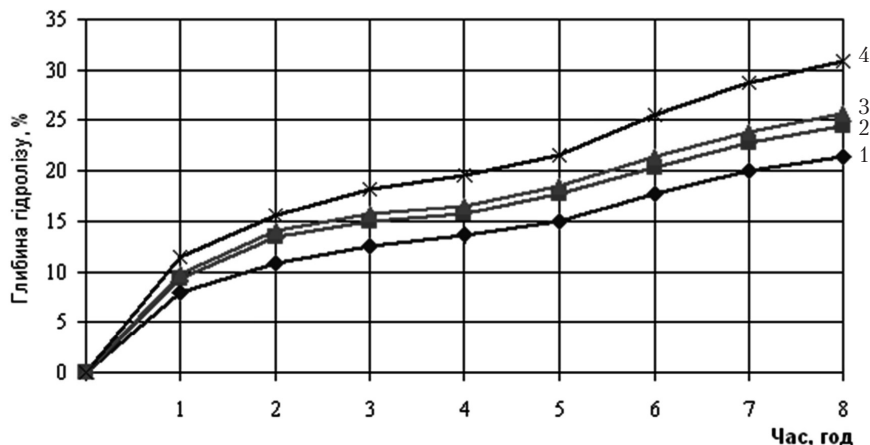


Рис. 3.5. Кінетика ферментативного гідролізу білка:

- ◆ зразок 1 – МБЗ з еламіном; ■ зразок 2 – МБЗ з зостерою;
- ▲ зразок 3 – МБЗ з цистозірою; × зразок 4 – Казеїн-контроль.

Мінеральний склад МБЗ визначає характер можливих хімічних перетворень під час технологічного процесу: іони кальцію визначають термостійкість молочних білків сумішей, іони міді, заліза впливають на процеси окислення жиру та аскорбінової кислоти, іони калію та натрію впливають на загальну сольову рівновагу в суміші [95, 222].

Враховуючи вищевказане, досліджували мінеральний склад МБЗ. Результати дослідження мінерального складу МБЗ наведені в табл. 3.5. З таблиці видно, що за вмістом всіх зольних елементів розроблені запіканки значно перевищують контрольні зразки. Розроблені продукти є гарним джерелом кальцію, калію, а з мікроелементів – заліза, йоду, цинку.

При цьому МБЗ добре збалансовані за співвідношенням Са:Р:Мg, що свідчить про підвищену харчову цінність даних продуктів.

Інтерес представляє високий вміст такого важливого мікроелементу, як йод. Вміст йоду в розроблених запіканках перевищує цей показник в контрольних зразках на 1...2 порядки, що, на наш погляд, свідчить про можливість використання МБЗ для профілактики йоддефіцитних захворювань.

Вітамінний склад розроблених МБЗ наведено в табл. 3.6. Вивчення вмісту вітамінів у дослідних продуктах показує, що МБЗ є

Таблиця 3.5

Мінеральний склад молочно-білкових запіканок, ($P \leq 0,05$, $n = 5$)

Мінеральні речовини	Вміст (мг/100 г продукту)			
	Контроль	МБЗ з еламіном	МБЗ з цистозірою	МБЗ із зостерою
Макроелементи				
Натрій	217,00	138,97	86,71	75,01
Калій	122,00	281,82	282,75	278,09
Кальцій	131,00	167,49	173,33	194,23
Магній	23,00	47,48	49,38	48,40
Фосфор	210,00	218,29	229,25	220,27
Мікроелементи				
Залізо	0,50	2,06	1,50	5,33
Марганець	0,06	0,59	0,46	0,70
Йод	сл.	0,081	0,076	0,072
Цинк	0,10	3,17	2,44	2,19
Мідь	0,01	0,71	0,65	0,62

Таблиця 3.6

Вітамінний склад молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками, мг/100г, ($P \leq 0,05$, $n = 5$)

Вітаміни	Назва продукту			
	Контроль	МБЗ з еламіном	МБЗ з цистозірою	МБЗ із зостерою
А (ретинол)	0,06	0,28	0,28	0,28
β -каротин	0,04	5,52	2,84	3,20
V_1 (тіамін)	0,14	0,77	0,70	0,71
V_2 (рибофлавін)	0,27	1,84	1,84	1,88
V_9 (фолієва кислота)	29,04	32,34	32,34	32,93
V_{12} (ціанокобаломін)	1,29	2,92	2,92	2,97
РР (ніацин)	1,31	5,10	4,93	5,02
С (аскорбінова кислота)	0,28	0,42	0,42	0,43
Е (токоферол)	2,21	3,94	3,78	3,85

добрим джерелом водорозчинних і жиророзчинних вітамінів, за вмістом яких вони значно перевищують контрольні зразки.

Так, в розроблених молочно-білкових запіканках в значній кількості з'являються ретинол та β -каротин, що, на нашу думку, є на-

слідком вмісту в рецептурах нових виробів йодвміщуючих добавок – еламіну, цистозіри, зостери.

Для кількісного і якісного аналізу поліфенолів в складі розроблених МБЗ досліджували етанолові екстракти розроблених продуктів в ультрафіолетовій області спектру. Результати досліджень наведені на рис. 3.6. та в табл. 3.7.

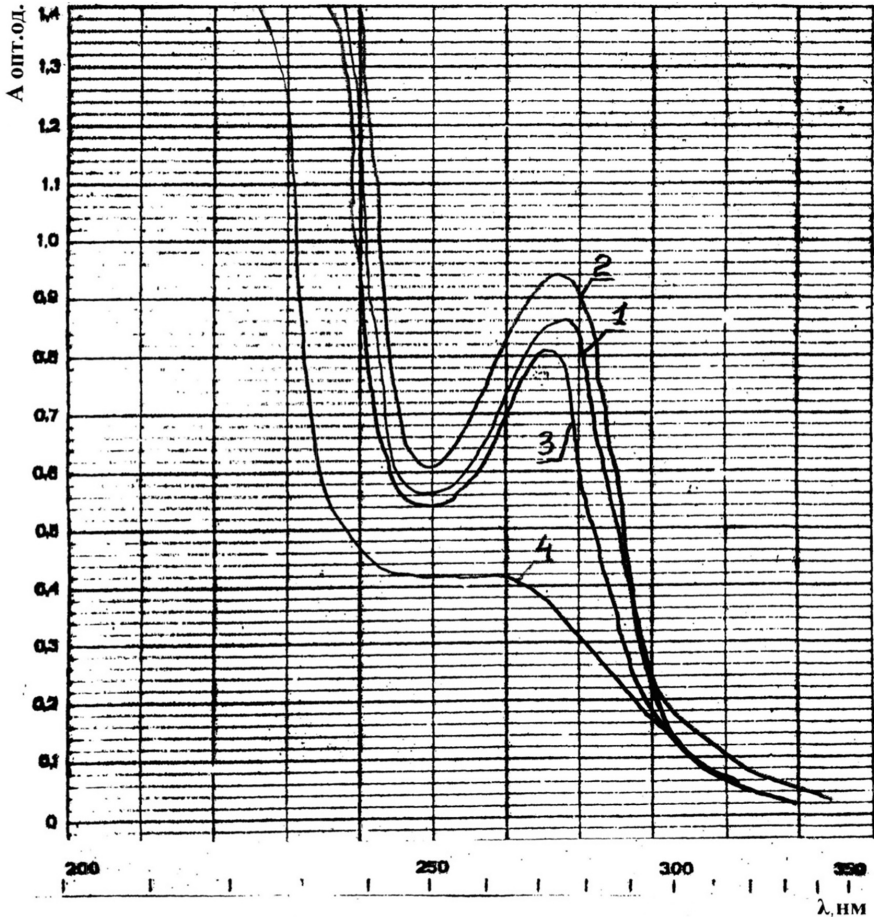


Рис. 3.6. Спектри поглинання етанолових екстрактів молочно-білкових запіканок:

1 – МБЗ із зостерою, 2 – МБЗ з цистозірою, 3 – МБЗ з еламіном, 4 – без добавок (контроль)

Таблиця 3.7

Вміст поліфенольних сполук в МБЗ, $\times 10^{-3}$ мг%, ($P \leq 0,5$, $n = 5$)

Найменування запіканки	Концентрація, $\times 10^{-3}$ в 100 г продукту	
	Флавоноли	Катехіни
МБЗ з еламіном	13,0	23,9
МБЗ з цистозірою	19,2	24,4
МБЗ із зостерою	19,6	18,2

Як видно з отриманих даних, найбільшим вмістом флавонолів характеризуються МБЗ з цистозірою та МБЗ із зостерою, які перевищують за цим показником МБЗ з еламіном на 67,7% та 66,3% відповідно, що на наш погляд, пояснюється використанням в їх рецептурі цистозіри, зостери і маку. За вмістом катехінів МБЗ з еламіном та МБЗ з цистозірою перевищують показники МБЗ із зостерою на 76,2% та 74,6% відповідно. Поліфенольний склад цих МБЗ за вмістом основних груп поліфенольних сполук дуже близький. МБЗ з цистозірою декілька перевищує за вмістом комплексу поліфенольних сполук МБЗ із зостерою та МБЗ з еламіном, що є наслідком наявності в її рецептурі маку.

Також одним із важливих показників якості продукту, який визначає його нешкідливість для організму, є рівень вмісту в ньому солей важких металів. Аналіз даних табл. 3.8 показує, що вміст солей важких металів у розроблених МБЗ знаходиться в припустимих для групи молока і молочних продуктів концентраціях [223], що також свідчить про високу харчову цінність нових запіканок.

Таблиця 3.8

Вміст солей важких металів у МБЗ, мг/кг

Група солей важких металів	ГПК для молочних продуктів, мг/кг, не більше	МБЗ з еламіном	МБЗ з цистозірою	МБЗ із зостерою
Свинець	0,30	0,03	0,04	0,04
Миш'як	0,20	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Кадмій	0,20	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Ртуть	0,02	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Мідь	4,00	2,8	3,0	2,6
Цинк	50,00	38,2	30,0	27,4

3.4. Дослідження протирадіонуклідних і радіопротекторних властивостей МБЗ

Проведені дослідження [224, 225] свідчать про наявність радіозахисної дії водоростевих добавок еламіну, цистозіри та зостери. Передбачається, що МБЗ з цими добавками можуть мати протирадіонуклідні і радіопротекторні властивості. Для перевірки цієї гіпотези були проведені дослідження протирадіонуклідних та радіопротекторних властивостей МБЗ з йодвміщуючими добавками. Дослідження проводилися на базі лабораторії спеціальних харчових продуктів ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеєва АМН України» (м. Київ).

Результати досліджень протирадіонуклідних властивостей МБЗ представлено на рис. 3.7.

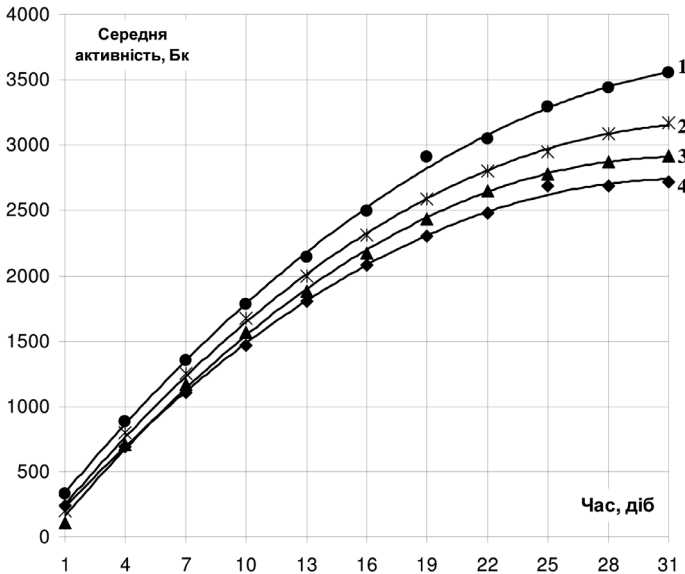


Рис. 3.7. Вплив вживання МБЗ на динаміку накопичення Cs-137 в організмі щурів:

- 1 – контроль – віварний раціон; 2 – МБЗ з еламіном;
3 – МБЗ із зостерою; 4 – МБЗ з цистозірою

Аналізуючи дані рис. 3.7, можна констатувати, що кратність накопичення Cs-137 тваринами контрольної групи мала стійке зростання і на 31 добу становила $3557,2 \pm 501,6$ Бк. У другій групі

тварин, раціон яких включав МБЗ з еламіном, за даний період накопичення Cs-137 становило $3175,1 \pm 434,2$ Бк. У третій групі тварин, які в складі раціону споживали МБЗ з зостерою, накопичення Cs-137 склало $2920,8 \pm 423,6$ Бк. У четвертій групі тварин, які в складі раціону споживали МБЗ з цистозірою, накопичення Cs-137 склало $2712,3 \pm 433,4$ Бк. Отже, наведені дані свідчать, що введення в раціон тварин МБЗ, що містять йодвміщуючі добавки, сприяє зниженню накопичення радіонукліду Cs-137 в організмі тварин відповідно для МБЗ з еламіном на $10,7 \pm 0,5\%$, МБЗ із зостерою – на $17,9 \pm 0,7\%$, та МБЗ з цистозірою – на $23,8 \pm 0,8\%$. За отриманими даними можна зробити припущення, що досить високий радіопротекторний ефект МБЗ з йодвміщуючими добавками є наслідком вмісту в добавках альгінової кислоти, фукоїдану, солей альгінової кислоти, які мають протирадіаційну дію. Також більш виражені протирадіонуклідні властивості у МБЗ із зостерою та МБЗ з цистозірою можна пояснити наявністю в даних водоростях певної кількості харчових волокон, які також мають радіопротекторні властивості. МБЗ з цистозірою має підвищений радіопротекторний ефект за рахунок вмісту в її складі маку, який є джерелом кальцію, магнію, заліза та білків, що також позитивно впливають на радіопротекторні властивості запіканки.

На другому етапі проводили експериментальні дослідження з вивчення радіопротекторних властивостей МБЗ з додаванням еламіну, цистозіри, зостери [226]. В досліді було використано 40 щурів, по 10 тварин у кожній групі.

У тварин всіх груп на протязі усього експерименту частина в'ярого раціону була замінена: в контрольній 1-групі – на сирну запіканку без водоростей, в 2-групі частина раціону була замінена на МБЗ з еламіном – 10,0 г/щура, 3-групі – 10,0 г/щура МБЗ з цистозірою, 4-групі – 10,0 г/щура МБЗ з зостерою. Калорійність раціонів в усіх групах була однаковою.

Тваринам контрольної та дослідних груп одноразово за допомогою внутрішлункового зонду *per os* було введено $850,0 \pm 33,6$ Бк/тварину розчину хлориду цезію. Протягом 31 доби спостерігали вплив споживання МБЗ з добавками на виведення радіоцезію з організму щурів. Вміст радіоцезію в тілі тварин визначали в день введення ізотопу та через кожні 3...4 доби.

Дані впливу споживання запіканок на динаміку виведення радіоцезію з організму щурів представлені на рис. 3.8. Як видно з даних рис. 3.8, у контрольній групі тварин (1 група), які на протязі

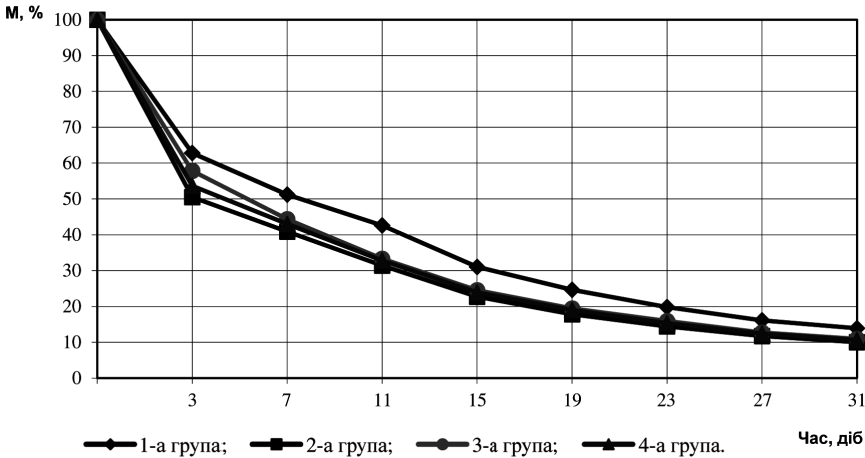


Рис. 3.8. Остаточна кількість цезію-137(п) в організмі щурів, що отримували раціон з добавками молочно-білкових заміканок:

◆ – 1-а група; ■ – 2-я група; ● – 3-я група; ▲ – 4-я група.

експерименту отримували звичайний віварний раціон, через 31 добу від моменту введення ізотопу вміст радіоцезію в організмі складав $13,9 \pm 0,40\%$ від введеної кількості. Період напіввиведення цезію-137 ($T_{1/2}$) становив $9,9 \pm 0,20$ діб.

У тварин другої групи (2 гр.), які отримували на протязі експерименту МБЗ з еламіном, на цей же час спостережень вміст цезію-137 в організмі складав $10,0 \pm 0,6\%$ від введеної кількості, $T_{1/2} = 6,8 \pm 0,3$ дня. Тобто, у щурів цієї групи вивелося більше радіоізотопу у порівнянні з контрольними тваринами першої групи на 27,3 %, різниця статистично достовірна ($p < 0,05$). Внесення в раціон щурів МБЗ з цистозірою значно прискорило темпи виведення цезію, знизило період напіввиведення ($T_{1/2}$ біол.). Так, у щурів 3 групи вміст цезію в тілі знизився на 21,18%. У групі тварин, які отримували з раціоном МБЗ із зостерою, прискорення виведення цезію-137 становило 23,46%. Різниця в ефективності дії МБЗ з цистозірою та зостерою на виведення радіонукліду обумовлена, на наш погляд, більш високим вмістом в означених добавках харчових волокон.

Крім того, на протязі експериментальних досліджень нами вивчались деякі інтегральні показники фізичного розвитку та стану тварин. Встановлено, що дослідні МБЗ з йодвміщуючими добавками не впливають на динаміку маси, стан шерстяного покриву та фізичну

активність тварин. У тварин дослідних груп шерсть була гладкою, блискучою, без ознак облісіння. Споживання кормів було повне, рівномірне на протязі дня.

Введення в склад раціонів щурів МБЗ з йодвміщуючими добавками сприяло підвищеному виведенню радіонуклідів. Вміст у запіканках полісахаридів (пектинів, клітковини), макро- та мікроелементів, органічних кислот прискорює обмін цезію, сприяє його виведенню. Найбільш суттєву дію на виведення радіонуклідів дало внесення в раціон тварин еламіну.

Ці дані підтверджують результати даних про позитивну дію продуктів з водоростевими добавками на виведення радіонуклідів із організму. Згідно з діючими нормативами ці продукти можна віднести до ентеросорбентів середньої значущості.

Дослідження, проведені на лабораторних тваринах, показали, що внесення в раціон щурів запіканок з водоростевими добавками сприяє виведенню цезію-137 із організму, знижує дозу внутрішнього опромінення.

3.5. Розробка моделі якості МБЗ з йодвміщуючими водоростевими добавками

Якість продукції – це сукупність властивостей, які обумовлюють здатність продукції задовольняти певні потреби відповідно до її призначенням.

За допомогою програми Excel 2003 «MODEL» на основі проведених досліджень математичними методами визначені $K_{\text{ня}}$ МБЗ з добавками еламіну, цистозіри та зостери і контрольного зразка. Побудована модель якості розробленого продукту у порівнянні з моделлю якості запіканки з кислого сиру за такими показниками: органолептична оцінка (коефіцієнт вагомості – 0,2), кількість білків (коефіцієнт вагомості – 0,1), вміст незамінних амінокислот (коефіцієнт вагомості – 0,1), сумарний вміст мінеральних речовин (коефіцієнт вагомості – 0,1), вміст йоду (коефіцієнт вагомості – 0,2), сумарний вміст вітамінів (коефіцієнт вагомості – 0,1), ступінь елімінації радіонуклідів (коефіцієнт вагомості – 0,2). Через те, що кожний натуральний розмір якості виробу може бути оцінений у відносних показниках за шкалою вагомості, легко здійснити перехід від одних характеристик до інших. Об'єднуючи ці показники, одержуємо систему діаграм, що утворюють модель якості, представлену на рис. 3.9.

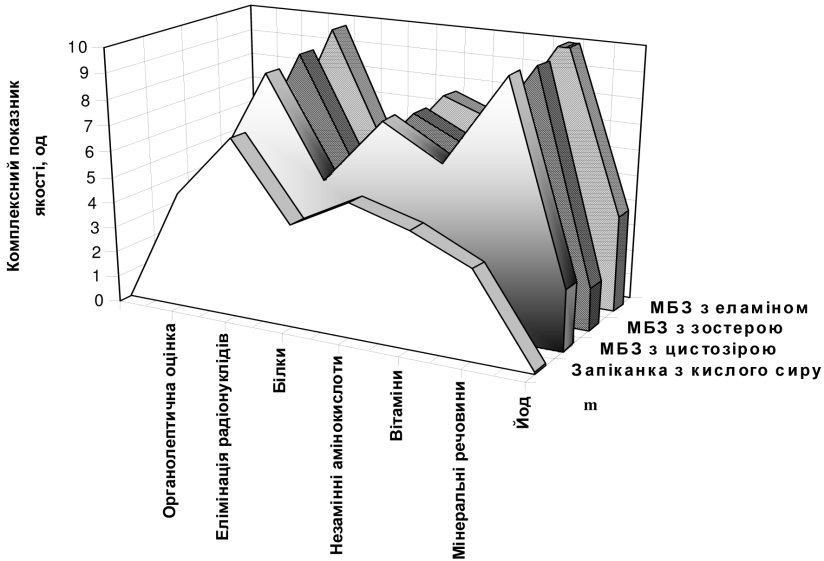


Рис. 3.9. Моделі якості молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками

Як свідчать дані рис. 3.9, комплексний показник якості складає: для МБЗ з додаванням еламіну – 35,23, для МБЗ з додаванням цистозіри – 28,48, для МБЗ із додаванням зостери – 24,25, для запіканки з кислого сиру (контроль) – 12,08, що підтверджує високий рівень якості МБЗ, які розроблені, і доцільність їх використання в харчуванні населення, з метою профілактики йод дефіцитних захворювань.

3.6. Дослідження змін властивостей МБЗ з йодвміщуючими добавками при зберіганні

Найважливішим показником якості будь-якого харчового продукту є його санітарно-гігієнічна характеристика. МБЗ з йодвміщуючими добавками відносяться до молочнокислої продукції, яка швидко псується, до якої надаються підвищені санітарні вимоги на всіх стадіях технологічного процесу. Строк їх зберігання залежить від складу, властивостей, наявності сторонньої мікрофлори вихідної сировини, дотримання режимів їх виготовлення.

Під час зберігання в МБЗ можуть розвиватися патогенні мікроорганізми роду *S. aureus*, що викликають харчові отруєння, бактерії груп *Salmonella*, *Cytrifactor*, *Enterofactor*, різноманітні види дріжджів, що надають продукту дріжджовий присмак, а також плісневий гриби.

Для запобігання швидкому псуванню, а також з метою уповільнення росту мікроорганізмів МБЗ необхідно зберігати за оптимальних температур. З даних літератури відомо, що для охолодженого кислого сиру та напівфабрикатів з нього рекомендується температура зберігання 0...2 °С за відносної вологості повітря 70...75%. Ця температура гнітюче впливає на ріст вищевказаних мікроорганізмів і бактерій [227, 228].

Для визначення термінів зберігання розроблених МБЗ були вивчені їх мікробіологічні показники відразу після приготування та під час зберігання [229]. Зберігання охолоджених МБЗ проводили за температури +2...+6 °С і відносної вологості не більше 75 %. Результати досліджень мікробіологічних характеристик надані в табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Мікробіологічні показники МБЗ з йодвміщуючими добавками

Показник	МБЗ з еламіном				МБЗ з цистозірою				МБЗ із зостерою			
	Термін зберігання, діб											
	0	3	5	7	0	3	5	7	0	3	5	7
Бактерії групи кишкової палички в 0,001г продукту	Не виділено											
Бактерії роду сальмонели в 25 г	Не виділено											
Бактерії роду протея в 0,1 г	Не виділено											
<i>S. aureus</i> в 0,1 г продукту	Не виділено											
Мікроскопічні гриби, КУО/г	1,0	1,6	2,6	5,0	1,3	2,6	3,6	9,0	1,3	3,3	3,7	5,0

Як видно з табл. 3.9, серед бактеріальної мікрофлори не було виявлено спороносних паличок, бактерій роду сальмонел, кишкової палички. Мікроскопічні гриби відразу після випікання були виявлені у всіх зразках запіканок, але зразках з цистозірою та зостерою їх

містилося на 30% більше, ніж в зразку з еламіном. На протязі семи діб зберігання кількість мікроскопічних грибів виросла в 5 разів і складала 5×10^3 КУО на 1 грам продукту у зразках з еламіном та зостерою, а у зразку з цистозірою кількість збільшилась в 7 разів.

На основі проведених мікробіологічних досліджень було зроблено висновок, що збільшення строків зберігання призводить до зміни якісного та кількісного складу мікрофлори запіканок. Тому можливий термін зберігання запіканок повинен становити при температурі $+2...+6$ °C не більше 5 діб.

Для вибору раціональних термінів зберігання МБЗ з йодвміщуючими добавками були проведені дослідження з вивчення зміни їх активної та титрованої кислотності, а також вмісту вологи у процесі зберігання. Отримані дані представлені на рис. 3.10...3.12.

Як свідчать дані рисунків, титрована кислотність МБЗ з йодвміщуючими добавками змінюється в межах 61...97 °T, що відповідає нормативним даним для кислого сиру та напівфабрикатів з нього за цим показником. При цьому збільшення титрованої кислотності за дослідний період складає для запіканки з еламіном 41,0%, для запіканки з зостерою – 48,4%, для запіканки з цистозірою – 44,7%.

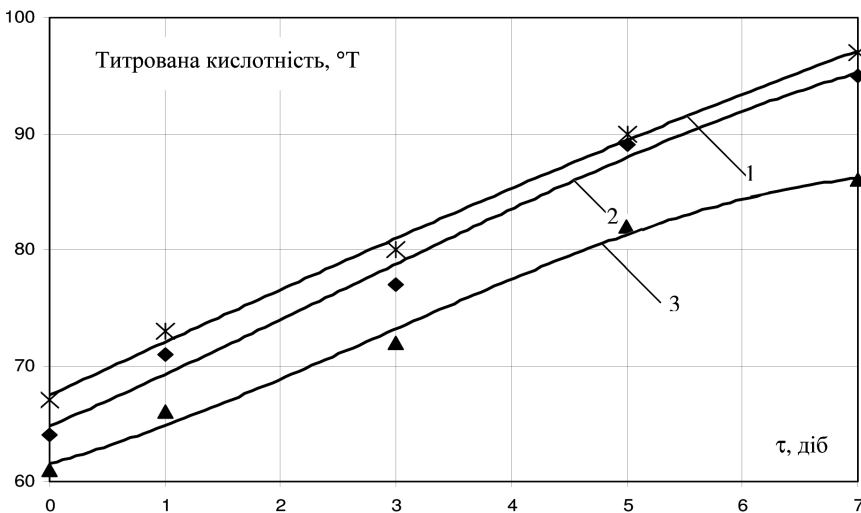


Рис. 3.10. Зміна титрованої кислотності МБЗ з йодвміщуючими добавками під час зберігання:
1 – МБЗ з цистозірою; 2 – МБЗ із зостерою; 3 – МБЗ з еламіном.

Активна кислотність (рис. 3.11) молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками також збільшувалась, але незначно; рН розроблених продуктів змінювався від значень 4,63...4,73 – для свіже-виготовлених запіканок до 4,54...4,59 – для запіканок через 7 діб зберігання.

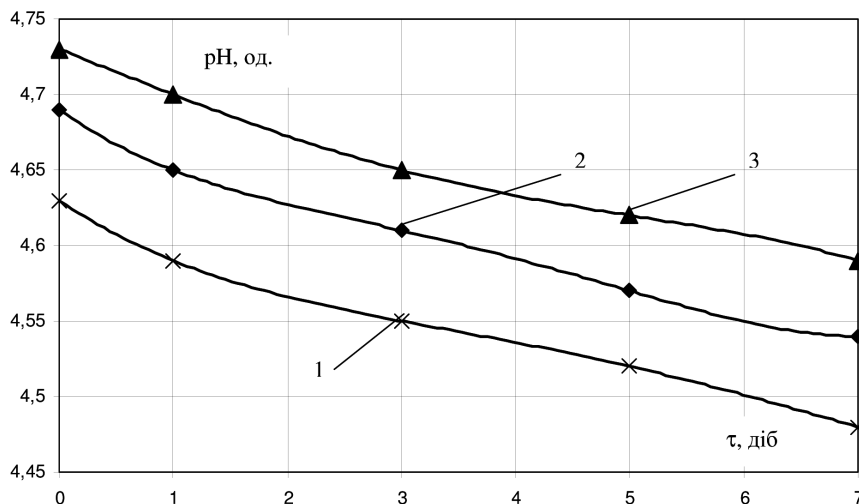


Рис. 3.11. Зміна активної кислотності МБЗ з йодвміщуючими добавками під час зберігання:

1 – МБЗ з цистозірою; 2 – МБЗ із зостерою; 3 – МБЗ з мелаїном.

Залежність масової частки вологи в молочно-білкових запіканках з йодвміщуючими добавками від тривалості зберігання наведено на рис. 3.12. При зберіганні запіканок відбувається зменшення кількості вологи в виробках. Так, протягом періоду зберігання масова частка вологи в запіканці з елаїном знизилась на 0,7%, запіканці з зостерою зниження відбулось на 0,8% і в запіканці з цистозірою – на 0,84%. Найменша втрата вологи спостерігається у запіканці з елаїном, що, на нашу думку, пов'язано з тим, що драглеутворюючі речовини знаходяться в цій добавці в найбільш активній формі і добре зв'язують вологу.

Для визначення змін органолептичних показників якості МБЗ під час зберігання були проведені дослідження, направлені на розробку шкали сенсорної оцінки, що представлена графічно у вигляді окремих дескрипторів на кругових органолептичних профілях [230,

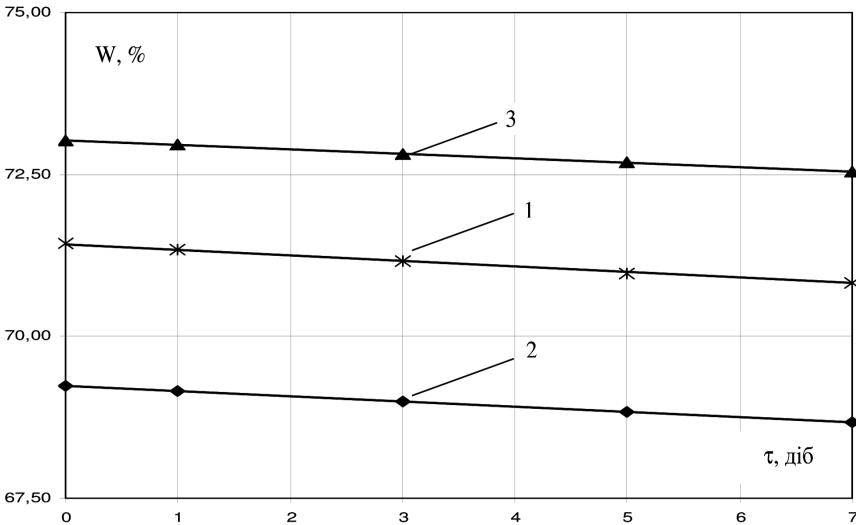


Рис. 3.12. Зміна масової частки води в МБЗ з йодвміщуючими добавками під час зберігання:

1 – МБЗ з цистозірою; 2 – МБЗ із зостерою; 3 – МБЗ з еламіном.

231]. Для оцінки органолептичних показників було обрано 22 дескриптори.

Вісі на діаграмі відповідають обраним дескрипторам, величина кожної зі складових органолептичної оцінки відзначена на відповідній вісі за п'ятибальною системою. Органолептичні показники оцінювали за шкалою сенсорної оцінки через кожну добу на протязі 7 днів. Органолептичні профілі МБЗ після їх зберігання протягом 5 і 7 днів наведені на рис. 3.13.

Протягом 5 днів зберігання МБЗ з йодвміщуючими добавками їх органолептичні показники залишалися незмінними. На 6 добу були відзначені погіршення смаку та запаху, а саме зменшились насиченість, чистота, натуральність і відповідність використаній сировини. На 7 добу були відзначені вади зовнішнього вигляду, а саме знизилась гладкість поверхні і блиск, була відзначена поява незначної кількості завітрянних ділянок і випресованої води.

Таким чином, на основі проведених досліджень було зроблено висновок про доцільність зберігання МБЗ з йодвміщуючими добавками за температури +2...+6 °С і відносній вологості повітря не більше 75 % на протязі 5 днів.

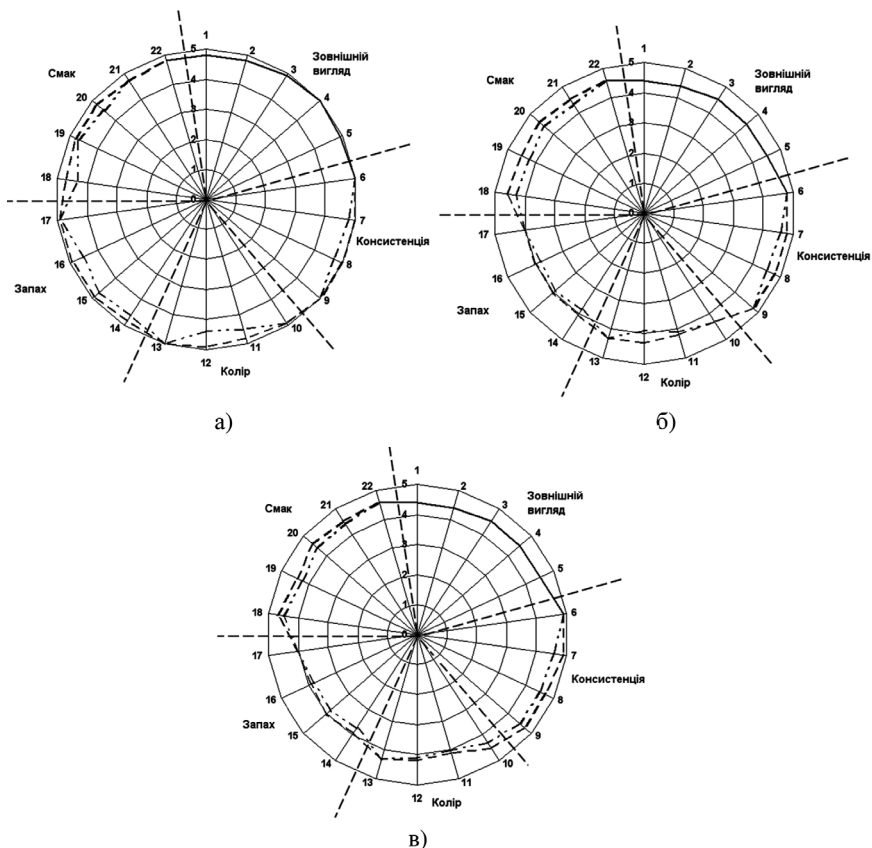


Рис. 3.13. Органолептичні профілі МБЗ з еламіном (а), цистозірою (б), зостерою (в) після 5 днів зберігання (---), після 7 днів зберігання (- · - · - · -), 5 і 7 днів зберігання з виділенням відповідних дескрипторів:

зовнішній вигляд: 1 – гладкість поверхні; 2 – наявність золотистої кірочки; 3 – відсутність підгорілих ділянок; 4 – відсутність підсохлих ділянок і слідів закалу; 5 – збереження форми; **консистенція:** 6 – однорідність; 7 – м'якість; 8 – некришливість; 9 – відсутність грудок; **колір:** 10 – однорідність; 11 – насиченість; 12 – натуральність; 13 – відповідність виду використаної сировини; **запах:** 14 – насиченість; 15 – чистота; 16 – натуральність; 17 – відповідність виду використаної сировини; **смак:** 18 – насиченість; 19 – чистота; 20 – натуральність; 21 – збалансованість; 22 – відповідність виду використаної сировини

ВИСНОВКИ

В результаті аналізу та систематизації літературних джерел встановлено, що в світі існує досить стійка проблема дефіциту білка та органічного йоду в раціонах харчування людей. Вирішити існуючу проблему можливо за рахунок використання харчового потенціалу БВМС та продуктів переробки морських водоростей. Доведено актуальність та доцільність розроблення технологій молочно-білкових запіканок на основі МБКС з додаванням йодвміщуючих добавок водоростевого походження – еламіну, цистозіри та зостери.

Визначено поліфенольний склад йодвміщуючої добавки зостери та показано, що в її складі ідентифіковано дві групи флавоноїдних сполук. Доведено, що найбільша масова частка в складі поліфенолів зостери належить флавонолам – $84,8 \cdot 10^{-3}$ мг%. Значно менше (майже в три рази) в зостері катехінів – $29,2 \cdot 10^{-3}$ мг%.

Доведені антиоксидантні властивості йодвміщуючої добавки зостери та встановлено, що вона містить речовини, які надають їй властивості комплексного антиокислювача. Визначено, що константа обриву ланцюгів водно-спиртового екстракту означеної добавки становить $(4,02...6,54) \cdot 10^4$ дм³/(моль·с), що дозволяє класифікувати її як ефективний антиоксидант другого роду.

Визначені кольорові характеристики та встановлені кольоропараметричні показники йодвміщуючих добавок цистозіри та зостери, а також традиційних наповнювачів молочно-білкових запіканок – маку, горіхів арахісу та волоського, родзинок. Доведено, що за системою CIEXYZ основним спектральним кольором (домінуючим тоном) цистозіри та зостери є жовто-оранжевий. В системі CIElab співвідношення a/b для йодвміщуючих добавок знаходиться в межах 0,24...0,27, для інших наповнювачів – в межах 0,17...0,29, тобто показники кольору всіх зразків знаходяться в одній площині, що дозволяє рекомендувати комплексне використання дослідних добавок в складі харчових продуктів.

Визначений вплив окремих рецептурних компонентів на фізико-хімічні та функціонально-технологічні властивості модельних систем молочно-білкових запіканок на основі МБКС. Оптимізований рецептурний склад МБЗ з йодвміщуючими добавками, встановлено, що раціональний вміст еламіну в складі запіканок становить 2,0 %, цистозіри та зостери – 1,0 %. Обґрунтовані та встановлені раціональні технологічні режими виробництва МБЗ.

Розроблені технології трьох видів молочно-білкових запіканок з йодвміщуючими добавками – еламіном, цистозірою та зостерою. Визначені показники харчової та біологічної цінності МБЗ, встановлено, що дослідні продукти на 21,15...24,0 % перевершують контрольні зразки за вмістом білка, причому білок розроблених запіканок більш збалансований за амінокислотним складом та не містить лімітуючих амінокислот. За вмістом біофлавоноїдів, мінеральних елементів та комплексу вітамінів розроблені продукти також перевершують контрольні зразки, а кількість органічного йоду в них складає 0,07...0,08 мг/100 г продукту.

Експериментальними дослідженнями на біооб'єктах встановлені протирадіаційні та радіопротекторні властивості МБЗ. Доведено, що споживання МБЗ сприяє зменшенню накопичення в організмі радіонуклідів на 10,7...23,8 % та прискорює виведення з організму радіоактивного цезію Cs-137 на 21,2...27,3 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гаврилов Б.Г. Перспективы развития молочных продуктов / Б.Г. Гаврилов, С.В. Абросимова, А.А. Макарушин // Переработка молока. – 2006. – № 10. – С. 18–21.
2. Кудряшова А.А. Права человека на пищу и адекватное питание / А.А. Кудряшова // Пищевая промышленность. – 2005. – № 2. – С. 67.
3. Energy and Protein Requirements. Geneva, WHO. – 1985. – 272 p.
4. Dietary Reference Values: Guide. Department of Health, London: HMSO. – 1999. – 58 p.
5. Шалапугина Э.П. Разработка новых продуктов из пахты / Э.П. Шалапугина, Н.В. Шалапугина // Переработка молока. – 2006. – № 11. – С. 30–31.
6. Ерьсько Г.А. Использование компонентов молока в пищевых целях / Г.А. Ерьсько // Тез.докл.научно-практ.конф. «Пути решения проблемы пищевого белка в Украине». – Київ, 1994. – С. 17–19.
7. Молочников В.В. Перспективы переработки пахты, обезжиренного молока и сыворотки / В.В. Молочников // Молочная промышленность. – 1983. – № 8. – С. 5–8.
8. Молочно-фруктовые прохладительные напитки: / Справочник. [Рудаевская А.Б., Кириченко Л.С., Чунихина Н.М., Рудаевская М.В]. – К.: Урожай, 1990. – 87 с.
9. Храмцов А.Г. Экспертиза вторичного молочного сырья и получаемых из него продуктов: Методические указания / А.Г. Храмцов – СПб.: ГИОРД, 2002. – 120 с.
10. Производство продуктов из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки. Обзорная информация. – М.: 1981. – С. 2.
11. Храмцов А.Г. Безотходная технология в молочной промышленности / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко. – М.: Агропромиздат, 1989. – 279 с.
12. Промышленная переработка нежирного молочного сырья / [А.Г. Храмцов, К.К. Полянский, П.Г. Нестеренко, С.В. Василисин]; под ред. А.Г. Храмцова. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1992. – 192 с.
13. Крусь Г.Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, Г.А. Шальгина, З.В. Волокитина – М.: Колос, 2002. – 366 с.

14. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова – М.: ГИОРД, 2010. – 332 с.
15. Брусенцев А.А. Технология молока и молочных продуктов. Ч. 1. Технология цельномолочной продукции, мороженого и молочных консервов / А.А. Брусенцев, Т.Н. Евстигнеева – Санкт-Петербург: СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 171 с
16. Горбатова К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова, П.И. Гунькова – СПб.: ГИОРД, 2012. – 336 с.
17. Renner Z. Milch und Milchporodukte in der Ernährung des Menschen, 4. Aufl, Miinchen: Volkswirtschaftlichev verlag; Gelsenkir. – Chen Buer: Verlag Th. Mann KG. – 1982. – 25 p.
18. Черников М.П. Протеолиз и биологическая ценность белков / М.П. Черников – М.: Медицина, 1975. – 231 с.
19. Черников М.П. Физиологическая активность продуктов ограниченного протеолиза α -казеина / М.П. Черников, Е.Я. Стан // Матер. XXI Межд. молочн. конгресса. – М.: Агропромиздат, 1982. – Т.1, Кн. 2. – С. 118–119.
20. Козлов В.Н. Технология молочно-белковых продуктов / В.Н. Козлов, А.Ф. Затирка – К.: «Урожай», 1998. – 162 с.
21. Храмов А.Г. Молочная сыворотка / А.Г. Храмов, П.Г. Нестеренко – М.: Агропромиздат, 1990. – 273 с.
22. Белоусов А.П. Физико-химические процессы в производстве масла сбиванием сливок / А.П. Белоусов – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1984. – 264 с.
23. Василевская Л.С. Физиологические основы проблем питания / Л.С. Васильевская, Л.Г. Охнянская // Вопросы питания. – 2002. – Т.71, № 2. – С. 47.
24. Сенкевич Т. Молочная сыворотка: переработка и использование в агропромышленном комплексе / Т. Сенкевич, К.Л. Ридедь – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 268 с.
25. Храмов А.Г. Молочная сыворотка / А.Г. Храмов – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 237с.
26. Храмов А.Г. Экспертиза вторичного молочного сырья и получаемых из него продуктов. Методические указания / А.Г. Храмов – СПб.: ГИОРД, 2004. – 120 с.
27. Липатов Н.Н. Производство творога / Н.Н. Липатов – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 272 с.

28. Храмцов А.Г. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.5. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, С.В. Василисин – СПб.: ГИОРД, 2004. – 576 с.
29. Храмцов А.Г. Технология продуктов из молочной сыворотки. Учебное пособие / А.Г. Храмцов, П.Г. Нестеренко – ДеЛи-принт, 2003. – 587с.
30. Технология молока и молочных продуктов / П.Ф. Дьяченко, М.С. Коваленко, А.Д. Грищенко, А.И. Чеботарев – М.: Пищевая промышленность, 1983. – 446 с.
31. Дейниченко Г.В. Научное обоснование и разработка технологий продуктов питания повышенной пищевой ценности на основе нежирного молочного сырья: дис. ...доктора техн. наук: 05.18.16. / Дейниченко Григорій Вікторович. – Х., 1997. – 327 с.
32. Юдіна Т.І. Розробка молочно-білкового концентрату зі скотин та його використання у технологіях продуктів харчування: дис... кандидата техн. наук: 05.18.16. / Юдіна Тетяна Іллівна – Харків, 2001. – 158с.
33. Jacybczyk T., Bartuik M. Producty mleczarskie jako czynniki poprawiajace ja-cose peciwa // Peregład pieka. – PSKII Cukiesniczy, 1986. – № 2. – Р. 4–6.
34. Получение, свойства и применение молочно-белковых и растительных концентратов. Сборник научных трудов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 187 с.
35. Промышленная переработка нежирного молочного сырья / [Храмцов А.Г., Полянский К.К., Нестеренко П.Г., Василисин С.В.] – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1992. – 192 с.
36. Технология цельномолочных продуктов и молочно-белковых концентратов: Справочник / Е.А.Богданова, Р.Н.Хандак, З.С.Зобкова и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 311 с.
37. ГОСТ 17626-81. Казеин технический. Технические условия.
38. ТУ9229-001-45358584-97. Казеин пищевой кислотный (молочнокислотный, солянокислотный, ферментированный).
39. ТУ 10 РФ 1137-92. Казеин-сырец
40. Храмцов А.Г. Промышленная переработка вторичного молочного сырья. / А.Г. Храмцов, С.В. Василисин. – М.: ДеЛи-Принт, 2003. – 100с.
41. ТУ 9229-077-00419785-97. Казеинат натрия пищевой.

42. ТУ 9229-142-00419785-98. Казеинат натрія в гелевої формі.
43. ТУ 10 РСФСР 94-87. Казеинат натрія із замороженого нежирного творага.
44. ТУ 10-02-02-789-24-90. Казецити пищевые.
45. Технология продуктов детского питания / [Н.Г.Алексеев, Т.А. Кудрявцева, Л.А. Забодалова, Т.Н. Евстигнеева]. – М.: Колос, 1992. – 191 с.
46. Новиков О.П. Методы извлечения белковых веществ из творожной сыворотки / О.Л. Новиков, А.Т. Борисов – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1981. – 19с.
47. ТУ 10-02-02-33-87. Белок сухой молочный.
48. ТУ 49 720-80. Копреципитаты пищевые растворимые.
49. ТУ У 40-01566330.094-2000. Молочно-білковий продукт зі сколотини.
50. Юдіна Т.І. Одержання молочно-білкового копреципітату зі сколотин і дослідження його якісних показників / Т.І. Юдіна // Вісник ДонДУЕТ. Технічні науки. – 2000. – № 6. – С. 60–64
51. ТУ У 248-90. Сир із коров'ячого молока. Технічні умови. На зміну РСТ УСССР 248-82. Чин. Від 01.01.90. – К.: Держстандарт України, 1991. – 17 с.
52. Гроностайская Н.А. Создание молочно-белковых концентратов / Н.А. Горностайская, С.П. Петрова, Т.И. Минева // Молочная промышленность. – 1999. – № 12. – С. 32–34.
53. Анацкая А.Г. Создание новых молочных продуктов / А.Г. Анацкая // Молочная промышленность. – 2000. – № 2. – С. 29–31.
54. Rose D. Heat stability of bovine milk: a review // Dairy Sci. – Abstr. – 1983. – V.25. – № 2. – P. 42–64.
55. Darling R.A. Heat stability of milk // J. Dairy Res. – 1980. – V. 47. – № 2. – P 199–210.
56. Владыкина Т.Ф. Определение термостойкости молока и молочных продуктов по тепловой пробе / Т.Ф. Владыкина, В.В. Вайтикус // Тр. Литовского филиала ВНИИМСа, 1986. – Т. 19. – С. 21 – 30.
57. Robitaille G., Britte M., Petitclerc D. – Effect of differential allelic expression of [kappa]-casein gene on ethanol stability of bovine milk // J. Dairy Res. – 2001. – V.68. – № 1. – P. 145–149.
58. Hermansson A.M. // J. Food Sci. – 1975. – V. 40. – 603 p.

59. Просеков А.Ю. Научное обоснование биотехнологической обработки белково-углеводного сырья при производстве продуктов с пенной структурой. Низкотемпературные и пищевые технологии в 21 веке: Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию Санкт-Петербургского университета низкотемпературных и пищевых технологий. / А.Ю. Просеков, О.Е. Просекова – СПб: Изд-во СПбГУН иПТ. – 2001. – С. 262.
60. Сурков Б.А. Принципы стандартизации молокосвертывающих ферментных препаратов / Б.А. Сурков, И.И. Климовский, В.А. Краюшкин // Молочная промышленность. – 1982. – № 6. – С. 25–27.
61. Производство сыра: технология и качество // Пер. с фр. Б.Ф. Богомолов; под ред. Г.Г. Шиллера – М.: Агропромиздат, 1989. – 496 с.
62. Сергеев В.Н. Влияние состава и свойств молока на качество сыров / В.Н. Сергеев, А.В. Гудков и др. // Молочная промышленность. – 1996. – № 8. – С. 6–8.
63. Горностайская Н.А. Функциональные свойства растворимых молочно-белковых концентратов и использование их в производстве пищевых продуктов. / Н.А. Горностайская, Т.А. Холодова. – М.: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1977. – 33 с.
64. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. / В.К. Тихомиров. – М.: Химия, 1983. – 263 с.
65. Попов А.М. Физико-химические основы технологий полидисперсных гранулированных продуктов питания / А.М. Попов. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2002. – 324 с.
66. Просеков А.Ю. Теоретические аспекты формирования дисперсной фазы пены с учетом частного случая парадокса Даламбера / А.Ю. Просеков, М.В. Баканов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 10. – С. 22–24.
67. Юдіна Т. І. Наукове обґрунтування технологій структурованої кулінарної продукції з використанням концентратів скотин : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.18.16 / Юдіна Тетяна Іллівна ; Київ. нац. торг.-екон. ун-т. – Київ, 2016. – 47 с.
68. Щеплягина Л.А. Проблемы йодного дефицита / Л.А. Щеплягина // Русский медицинский журнал. 1999. № 7 (11). С. 523–527.

69. Щеплягина Л.А. Йод и интеллектуальное развитие ребенка / Л.А. Щеплягина, Н.Д. Макулова, О.И. Маслова // Русский медицинский журнал. 2002. № 10 (7). С. 358–363.
70. Жукова Г.Ф. Йод. Свойства и распространение в окружающей среде / Г.Ф. Жукова, С.А. Савчик, С.А. Хотимченко // Микроэлементы в медицине. – 2004. – № 5 (I). – С. 1–6.
71. Химия, Большой энциклопедический словарь / Под ред. И.Л.Кнунянц-Большая Медицинская энциклопедия, 1998. – 792 с.
72. Estimation of dietary iodine and bromine intakes of Ukrainians / K.Shiraishi, I.P. Los: V.N. Koram et al. // J. Radio-analytical and Nuclear Chemistry. – 1999. – Vol, 242, № 1, – P. 199–202.
73. Герасимов Г.А. Йодирование соли – эффективный путь ликвидации йоддефицитных заболеваний в России (ICCTDD) / Г.А. Герасимов // Пробл. эндокринологии. – 2002. – № 6. – С. 7–10.
74. Герасимов Г.А. Йоддефицитные заболевания. Диагностика, методы, профилактика и лечение / Г.А. Герасимов, Н.Ю. Свириденко // Терапевтический архив. – 1997. – Т. 69, № 10. – С. 17–19.
75. Гигиеническая оценка содержания микроэлементов в питьевой воде и продуктах питания в системе социально-гигиенического мониторинга / В.М. Боев, И.А. Лесцова, Н.М. Амерзянова и др. // Гигиена и санитария. – 2002. – № 5. – С. 71–73.
76. Коренев Н.М. Актуальные вопросы детской эндокринологии / Н.М. Коренев, Е.Л. Будрейко // Мат. наук.-практ. конф. «Особливості ендокринної патології в різних вікових періодах», Харків, 2005. – С50 – 51.
77. Delange F. Screening for congenital hypothyroidism used as indicator of the degree of iodine deficiency and of its control // Thyroid, – 1998. – Vol. 8, № 12, – P. 1185 – 92.
78. Delange F., Benker G, Caron P. Thyroid volume and urinary iodine in European school children: standardization of values for assessment of iodine deficiency // Eur. J. Endocr. – 1997. – Vol. 136. – P. 180 – 187.
79. Оценка йодной обеспеченности территорий, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС / В.В.Шахтарин, А.Ф. Цыб, А.Д. Прошин и др. // Пробл. эндокринологии, – 2002. – № 1. – С. 25–31.

80. Пилат Т.Л. Биологически активные добавки к пище (теория, производство, применение). / Т.Л. Пилат, Л.А. Иванов – М.: Аввалон, 2002. – 710 с.
81. Новые подходы в решении проблемы ликвидации йоддефицитных состояний / А.Ф. Цыб, В.А. Тугелян, Г.Г. Онищенко и др. // Довкілля і здоров'я. – 2004. – № 3. – С. 66–69.
82. Велданова М.В. Проблемы дефицита йода с позиций врача / М.В. Велданова // Пробл. эндокринологии, – 2001. – № 5. – С. 10–13.
83. Левченко И.А. Субклинический гипотиреоз / И.А. Левченко, В.В. Фадеев // Пробл. эндокринологии. – 2002. – № 2. – С. 13–22.
84. Профилактика тиреоидной патологии у детей, подвергшихся воздействию радиации и йодной эндемии / Т.П. Сиваченко, В.Г. Бебешко, В.В. Елагин и др. // Int. J. of Rad. Med. – 2001. – № 1 – 2. – С. 287.
85. Анциферов М.Б. Организация основных мероприятий по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом йода / М.Б. Анциферов, Н.Ю. Свириденко, Н.Н. Филатов // Клинич. тиреоидология. – 2004, – Т. 2 – № 2. – С 18–21.
86. Волкотруб Л.П. Гигиенические аспекты профилактики йоддефицитных состояний / Л.П. Волкотруб, Н.Р. Караваев, Н.С. Зинченко // Гигиена и санитария. – 2000. – № 3. – С. 28–31.
87. Оценка безопасности применения йодказеина для профилактики йодной недостаточности / А.Ф. Цыб, Р.А. Розиев, А.Я. Гончарова и др. // Результаты экспериментальных исследований и практического применения йодказеина для профилактики йодной недостаточности: Сб. статей, Обнинск, 2001. – С. 13–25.
88. Влияние йодной эндемии на развитие радиогенных раков щитовидной железы детей и подростков / [В.В. Шахтарян, А.Ф. Цыб, В.Ф. Степаненко, Л.Ф.Марченко] // Вопросы онкологии. – 2002. – Т. 3. – С. 311–317.
89. Лягинская А.М. Актуальные проблемы сочетаного действия на щитовидную железу радиации и эндемии / А.М. Лягинская, И.Я. Василенко // Мед.радиология и радиац. безопасность, – 1996. – № 6. – С. 57–63.

90. Seaweed prevents breast cancer? / H. Funahashi, T. Imai, T. Mase et al. // *Jpn, J.Cancer Res.* May. – 2001. – № 92(5). – P. 483 – 7.
91. Steven C., Boyages S. Повреждение мозга при дефиците йода: данные о непрерывном спектре влияния такого дефицита на население соответствующих районов: Сб. статей «Преодоление последствий дефицита йода», М., 1999. – С 21 – 30.
92. International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders. Indicators for assessing iodine deficiency disorders and their control through salt iodization /WHO, UNICEF, Geneva, 1994. – P. 1–55.
93. Анализ современных рекомендаций и критериев ВОЗ по оценке йоддефицитных состояний / Э.П. Касаткина, Д.Е. Шилин, Г.В. Ибрагимова и др. // *Пробл. эндокринологии.* – 1997. – № 4. – С. 3–6.
94. Деланж Ф. Йодный дефицит в Европе – состояние проблемы на 2002 год. Русский перевод Фадеева В.В., М., 2004. – 43 с.
95. Тимченко А.М. Сучасні особливості регіональної розповсюдженості тиреопатології серед населення / А.М. Тимченко. // *Пробл. ендокринної патології.* – 2003, – № 3. – С. 36–45.
96. Тронько М. Мікроелементи в ендокринології / М. Тронько, О. Щербак. // *Аспекти фармакології.* – 2002. – № 10. – С. 10–14
97. Свириденко Н.Ю. Йоддефицитные заболевания. Эпидемиология, методы диагностики, профилактики и лечения: дис. ... доктора мед. наук: 14.00.03 / Свириденко Наталья Юрьевна – М., 1999.
98. Йодування хліба – один зі способів вирішення проблеми йоддефіциту / Л.Ю. Арсеньєва, В.І. Дробот, Л.А. Герасименко, В.Ф. Доценко // *Мат. XIV з'їзду гігієністів України «Гігієнічна наука та практика на рубежі століть».* – Т. 2. – Дніпропетровськ, 19-21 травня 2004р. – Дніпропетровськ. – 2004. – С. 350–353.
99. Корзун В.Н. Гигиеническая проблема профилактики внутреннего облучения организма при длительном алиментарном поступлении радионуклидов цезия и стронция: дис... доктора мед. наук: 14.02.01. / Корзун Виталий Наумович. – К., 1995. – 294 с.
100. Тутельян В.А. Коррекция микронутриентного дефицита – важнейший аспект концепции здорового питания населения

- России / В.А. Тутельян, В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк // Вопросы питания – 1999. – № 1. – С. 3–11.
101. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2 : Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
102. Химический состав российских пищевых продуктов. Справочник. / Под ред. И.М. Скурихина. – М. ДеЛипринт, 2002. – 244 с.
103. Сухина С.Ю. Йод и его значение в питании человека / С.Ю. Сухина, Г.И. Бондарев, В.Н. Поздняковский // Вопросы питания. – 1995. – № 3. – С. 12.
104. Корзун В.Н. Гігієна харчування: Підручник. / В.Н. Корзун – К., 2003. – 236 с.
105. Герасимов Г.А. Всеобщее йодирование пищевой поваренной соли для профилактики йоддефицитных заболеваний: преимущества значительно превышают риск / Г.А. Герасимов // Пробл. эндокринологии. – 2001. – С. 22–26.
106. Постанова Кабінету міністрів України від 26.09.2002 № 1418 «Про затвердження Державної програми профілактики йодної недостатності на 2002–2005 р.».
107. Преодоление последствий дефицита йода: Зарубежный опыт: Сб. статей под ред. Г.А. Герасимова. – М., 1999. – 128 с.
108. Передерни В.Г. Йодная недостаточность – проблема государственная / В.Г. Передерни, А.А. Соловьева // Проблемы питания и здоровья. – 1996. – № 3–4. – С. 4–6.
109. Delange F., Lecomte P. Iodine supplementation: benefits outweigh risks // Drug safety. – 2000, Vol. 22. – P. 89–95.
110. Новые подходы в решении проблемы ликвидации йоддефицитных состояний / А.Ф. Цыб, В.А. Тутельян, Г.Г. Онищенко и др. // Довкілля і здоров'я. – 2004. – № 3. – С. 66–69.
111. Ємельяненко І.В. Рівень інтелектуального та фізичного розвитку дітей шкільного віку, які проживають на території з дефіцитом йоду в біосфері / І.В. Ємельяненко, Н.М. Воронич – Семченко // Екологічний вісник. – 2003. – № 7–8. – С. 10–11 .
112. Йодированный молочный белок йодказеин – эффективный продукт для ликвидации йодной недостаточности / А.Ф. Цыб,

- В.В. Шахтарин, Р.А. Розиев и др. // Результаты экспериментальных исследований и практического применения йодказеина для профилактики йодной недостаточности: Сб.статей, Обнинск, 2001. – С. 26–55.
113. Онищенко Г. Профилактика зобной эндемии на территориях Западного Урала и Сибири / Г. Онищенко, Н. Зайцева, М. Землянова // Сан. врач. – 2004. – № 4. – С. 6–12.
114. Противоречия и пути решения федеральных целевых программ профилактики дефицита йода и артериальной гипертонии / А.Н. Бритов, А.Ф. Цыб, Р.Г. Оганов и др. // Мат. междунауч. конф. «Социально-медицинские аспекты состояния здоровья и среды обитания населения, проживающего в иоддефицитных регионах России и стран СНГ», Тверь (Россия), 2003. – С. 33–36.
115. Герасимов Г.А. Всеобщее йодирование пищевой поваренной соли для профилактики йоддефицитных заболеваний: преимущества значительно превышают риск / Г.А. Герасимов // Пробл. эндокринологии. – 2001. – С. 22 – 26.
116. Андрейчук В.П. Органический йод и питание человека / В.П. Андрейчук // Пищевая промышленность. – 2004. – № 10. – С. 90–92.
117. Burgi H. Schaffher T., Seiler J. The toxicology of iodate: a review of the literature // *Thiroid*. – 2001. Vol. 11. – P. 449–456.
118. Щеплягина Л.А. Пренатальная и постнатальная профилактика дефицита микроэлементов у детей / Л.А. Щеплягина // Русский медицинский журнал. – 2001. – Т. 9. № 19. – С. 1–9.
119. Кравченко В.І. Проблеми забезпечення населення України препаратами, що містять йод / В.І. Кравченко // Мат. XIV з'їзду гігієністів України «Гігієнічна наука та практика на рубежі століть». – Т. 2. – Дніпропетровськ, 19–21 травня 2004 р. Дніпропетровськ. – 2004. – С. 388–391.
120. Лузанчук І.А. Ендемія зоба серед дітей Харківської, Дніпропетровської, Донецької областей та автономної республіки Крим / І.А. Лузанчук, В.І. Кравченко, В.І. Турчин // *Ендокринологія*. – 2004. – Т. 9. – № 1. – С. 46–51.
121. Онищенко Г.Г. О дополнительных мерах по профилактике йоддефицитных состояний / Г.Г. Онищенко, А.И. Петухов, И.В. Сваховская // *Вопросы питания*. – 1998. – № 2. – С. 9–11.

122. Еколого-гігієнічні проблеми харчування населення північних регіонів України / В.Н. Корзун, І.П. Лось, П.В. Замостян та ін. // Гігієна населених місць. – К., 2003. – Вип. 42. – С. 442–448.
123. Макарова Е.В. Разработка сиропа полифункционального действия с использованием биологически активной добавки «Ламиналь» / Е.В.Макарова, Е.И. Цыбулько, Т.И. Юдина // Мат. Первой Межд. науч.-практ. конф. «Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки», Москва – Голицино, 26–30 августа 2002 г. – М., 2002. – С. 82.
124. Нікіпелова О.М. Розробка йодвміщуючих напоїв – один із напрямків подолання йодної недостатності / О.М. Нікіпелова, Л.Б. Солодова, Т.С. Гревцева // Мат. Міжн. наук.-практ. конф. «Управління і первинна медико – санітарна допомога», Ужгород, 13 – 14 жовтня 2003 р. – Ужгород, 2003. – С. 11–12
125. Пищевая добавка йод – актив в профилактике и лечении эндемического зоба / Н.А. Беляева, А.Ф.Цыб, В.В. Шахтарин и др. // Мат. межрег. семинара «Методология разработки и реализации региональных программ «Здоровое питание» – Тверь, 2001. – С. 110 – 113.
126. Румянцева В.В. Зефир специального назначения (йодирование зефира с добавкой порошка ламинарии) / В.В. Румянцева, С.Я. Корячкина // Пищевая технология. – 2000. – № 2,3 – С. 46–48.
127. Опыт использования йодированного хлеба для профилактики эндемического зоба в регионе с умеренным и легким дефицитом йода / Г.А. Герасимов, Н.М. Майорова, А.А. Шишкина и др. // Пробл. эндокринологии. – 1997. – № 2. – С. 21–24.
128. Функциональная пригодность йодказеина для профилактики йодной недостаточности / А.Ф. Цыб, Р.А. Розиев, А.Я. Гончарова и др. // Результаты экспериментальных исследований и практического применения йодказеина для профилактики йодной недостаточности: Сб.статей, Обнинск, 2001. – С. 3 – 12.
129. Шахтарин В.В. Эффективность йодказеина для профилактики йодного дефицита / В.В. Шахтарин, А.Ф. Цыб, Р.А. Розиев // Мат. М1жн. наук.-практ. конф. «Управління і пер-

- винна медико-санітарна допомога», Ужгород, 13–14 жовтня 2003 р. – Ужгород, 2003. – С. 23–29.
130. Сердюк А.М. Соціально – гігієнічна проблема йоддефіцитних захворювань / А.М. Сердюк, В.Н. Корзун // *Мат. XIV з'їзду гігієністів України «Гігієнічна наука та практика на рубежі століть»* – Т. 2. – Дніпропетровськ, 19–21 травня 2004 р. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 397–400.
131. Парац А.М. Гігієнічна оцінка морських водоростей і харчових продуктів з ними, як засобів мінімізації дії радіації та ендемії: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: 14.02.01. «Гигиена» / А.М. Парац – Київ, 2004. – 20 с.
132. Препараты из морских водорослей для профилактики и лечения патологии щитовидной железы / В.Н. Корзун, А.М. Парац, В.И. Сагло, Т.И. Бурлак // *Ліки України*. – 2002. – № 5. – С. 43 – 45.
133. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих. – М: ВНИРСК – 1999. – 200 с.
134. Подкорытова А.В. Лечебно-профилактические и биологически активные добавки из бурых водорослей / А.В. Подкорытова // *Рыбное хозяйство*. – 2001. – № 1. – С. 51–52.
135. Калугина – Гутник О. Потенціал цистозірної ниви / О. Калугина – Гутник, М. Нехорошев // *Вісник України*. – 1992. – № 5. – С. 38–40.
136. Ключкова Н.Г. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. / Н.Г. Ключкова, В.А. Березовская. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 156 с.
137. Частота зоба та йодної недостатності у дітей і підлітків з радіаційно забруднених районів Житомирської області / М.Д.Тронько, В. І.Кравченко, Р.Бертоліні, Е.Суоніо та ін. // *Ендокринологія*. – 2002. – Т. 7, № 2. – С. 154–161.
138. Jacob P. Thyroid cancer among the Belarussian and Russian population exposed by the Chernobyl accident // *Int. J. of Rad. Med.* – 1999. – № 3 – 4. – P. 7–10.
139. Велданова М.В. Эутиреоидный зоб: диагностика, лечение и профилактика / М.В. Велданова // *Клинич. ендокринологія*. – 2001. – № 3. – С. 1 – 12.
140. Томсон К. Нормативы потребления йода в мире / К. Томсон // *Сокращенный перевод из IDD Newsletter* Vol. 18. № 3. – 2002. – P. 38–42

141. Чернобыльская катастрофа / Под ред. акад. НАНУ В.Г. Баряхтара, – К.: Наукова думка, 1995. – 559 с.
142. Смоляр В.И. Гипо и гипермикрореоземтозы. / В.И. Смоляр. – К.: Здоров'я, 1989. – 152 с.
143. Йодне забезпечення та ендемія зобу у дітей Північного регіону України / М.Д. Тронько, В.І. Кравченко, Р. Бертоліні та ін. // Журнал АМН України. – 2003. – Т. 9. № 1. – С. 52–61.
144. Коваленко А.Н. Выброс радионуклидов в результате Чернобыльской аварии и проблема внутреннего облучения / А.Н. Коваленко. // Укр. медич. часопис. – 1998. – № 2 (4). – С. 6–16.
145. Полька Н.С. Пріоритетні наукові дослідження з гігієни дитинства – основа нормативно-методичного забезпечення на пряму / Н.С. Полька // Мат. XIV з'їзду гігієністів України «Гігієнічна наука та практика на рубежі століть». – Т. 2. – Дніпропетровськ, 19–21 травня 2004р. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 190–191.
146. Свириденко Н.Ю. Микроэлемент интеллекта (йод) / Н.Ю. Свириденко // Наука и жизнь. – 2003. – № 6. – С. 66–70.
147. Дерев'яно Л.П. Эламин: йодидирующая радиозащитная добавка из морской капусты. / Л.П. Дерев'яно – К.: НЦРМ АМН України, 1999. – 29 с.
148. Назаров В.П. Еламін та його застосування в пострадіаційному харчуванні / В.П. Назаров, Л.П. Дерев'яно // Медичний консультант. – 1997. – № 3. – С. 27–28.
149. Харчування людини і сучасне довкілля: теорія і практика / [М.І. Пересічний, В.Н. Корзун, М.Ф. Кравченко, О.М. Григоренко] – К.: КНТЕУ, 2003. – 526 с.
150. Голубкина Н.А. Экология селена / Н.А. Голубкина, Л.Ф. Щелкунов, П.П. Скальный – М.: Наука, 2002. – 210 с.
151. Аминина Н.М. Перспективы использования бурых водорослей в лечебно – профилактическом питании / Н.М. Аминина, Т.И. Вишневская // Материальт IV междуна. науч. – техн. конф. «Пища, экология, человек», М., 2001. – С. 41–42.
152. Аразашвили А.И. Биологически активные вещества и другие природные соединения морских водорослей. / А.И. Аразашвили // Гигиена и санитария. – 1982. – № 1 – С. 22–24.
153. Кандрор В.И. Современные проблемы тиреоидологии / В.И. Кандрор // Пробл. эндокринологии. – 1999. – Т. 45. № 1. – С. 3–8.

154. Эндокринная система у пострадавших в связи с Чернобыльской катастрофой / А.К. Чебан, О.Я. Боярская, Е.Ф. Губанова и др. – К., 1999. – С. 205–221
155. Добродеева Л.К. Лечебные препараты водорослевого происхождения. / Л.К. Добродеева – Архангельск, 1997. – 24 с.
156. Изучение и применение лечебно – профилактических препаратов на основе природных биологически активных веществ / Под ред. В.Г. Беспалова, В.Б. Некрасовой. – С.-Пб.: Эскулап, 2000. – 472 с.
157. Проблемы питания населения эндемичных и радиационно загрязненных районов Полесья / В.Н. Корзун, В.И. Сагло, А.Н. Парац и др. // Материалы конф. «Проблемы противолучевой защиты», М., 1998. – С. 93–94.
158. Чорнобиль: актуальні проблеми комбінованого впливу радіації та йодного дефіциту на стан щитовидної залози / Т.Сиваченко, В. Єлагін, Н. Нікіфорова, І. Чікалова // Ліки України. – 2000. – № 4. – С. 16–18.
159. Iodine in dietary seaweeds: metabolism and possible Public Health Concerns / J. Teas, A. Critchley, S. Pino, L. Braverman // XVII Int. Seeweed. Symp. 28 January – 2 February 2001, Cape Town, South Africa. – 181 p.
160. Лоенко Ю.Н. Антиметастатическая активность фукоидана / Ю.Н. Лоенко, Л.Г. Иванов, С.Г. Лябина // Матер. Всесоюз. совещ. «Биологически активные вещества гидробионтов – новые лекарственные, лечебно – профилактические и технические препараты». – Владивосток, 1991. – С. 114–115.
161. Суюнчев О.А. Использование молочно – белковых концентратов в качестве сырья для мягких сыров / О.А. Суюнчев, А.С. Рудаков, Е.А. Слоневская // Переработка молока, 2006. – № 7. – С. 19.
162. Молочников В.В. Основные направления переработки пахты. / В.В. Молочников, Л.С. Труфанова, Н.Н. Чекмазова – М.: АгроНИИТЭИММП, 1989. – 36 с.
163. Mann E. Utilization of milk proteins // Dairy. Ind., 1974. – V. 39. – № 10. – P. 379–380/
164. Салаватулина Р.М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. / Р.М. Салаватулина – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
165. Jabcusryk T., Haberawa H. Zywleniowe I technologiczne aspekty wrbogacania chleba // Przegl. Pieca. – 1994. – № 1. – P. 3–15.

166. Lny E.J., Wettelu H.E., Pallansch M.J. Use of cottage chuse whey solids of cottage chuse whey solids of spouge read // Baker's Dig. – 1995. – № 3. – P. 44–50.
167. Дробот В.І. Довідник з технології хлібобулочного виробництва. / В.І. Дробот – К.: Руслана, 1998. – 415 с.
168. Krcoscowa B, Bulletin P. Der einsteilt von Milcheiwessen // Bakodig. – 1985. – № 2. – P. 173–186.
169. Козлов В.Н. Методические рекомендации по использованию белка молочного пищевого для изготовления продукции собственного производства в предприятиях общественного питания. / В.Н. Козлов – Харьков: ХИОП, 1985. – 24 с.
170. Дюкарева Г.І. Технологія масляних кремів на основі маслоподібних низькожирних паст: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / Г.І. Дюкарева – Х., 1997. – 16 с.
171. Корзун В.Н. Використання морських водоростей, як необхідного компоненту харчування населення. / В.Н. Корзун, М.Ф. Кравченко, М. Реус // Вісник КНТЕУ. – К. – 2003. – № 2. – С. 64–69.
172. Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки // Сб. матер. Первой междунар. научно – практ. конф. М.: Изд – во ВНИРО. – 2002. – 240 с.
173. Технологія продуктів харчування функціонального призначення: Монографія / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Д.В. Федорова, О.В. Кандалей, С.М. Пересічна, О.В. Шевченко, А.Б. Собко / За ред. М.І. Пересічного – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2008. – 718 с.
174. Воронова Ю.Г. Водоросли, их роль в экономике и жизнеобеспечении людей / Ю.Г. Воронова, А.В. Подкорытова // Рыбное хозяйство. – 1993. – № 2. – С. 34–35.
175. Корзун В.Н. Харчові продукти з водоростями як засіб мінімізації дії радіації / В.Н. Корзун, В.І. Сагло, А.М. Парац, А.А. Чумак // Проблеми харчування. – 2004. – № 1.
176. Хлеб «Белгородский с морской капустой» / Е. Суханов, Г. Шарова, В. Верещак и др. // Хлебопродукты. – 2000. – № 10. – С. 27–29.
177. Хлеб «Казачий с морской капустой» / Б.Н. Троицкий, В.В. Письменный, А.И. Черкашин и др. // Хлебопечение России. – 2003. – № 1. – С. 37.

178. Арсеньева Л.Ю. Наукове обґрунтування та розроблення технології функціональних хлібобулочних виробів з рослинними білками та мікронутрієнтами: автореф. дис... доктора техн. наук: спец. 05.18.01 «Технология обработки, хранения и переработки злаковых, бобовых культур, крупиных продуктов, плодоовощной продукции и виноградарства» / Л.Ю. Арсеньева. – К., 2007. – 42 с
179. Назаров В.П. Натуральная радиозащитная пищевая добавка эламин из морской капусты – источник макро – и микро-элементов, витаминов и биологически активных веществ / В.П. Назаров, Н.П. Полотай // Труды Междунар. конф. «Актуальные проблемы санаторно – курортной диетотерапии». – Запорожье. – 1997. – С. 119–123.
180. Колісниченко Т.О. Технологія борошняних формованих виробів функціонального призначення з йодвміщуючими добавками: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / Т.О. Колісниченко. – Х., 2005. – 20 с.
181. Пересичный М.И. Рациональное питание в условиях ионизирующей радиации. / М.И. Пересичный, Т.А. Пятницкий, Д.М. Якименко – К.: Лыбидь, 1992. – 200 с.
182. Пересічний М.І. Наукове обґрунтування та розробка технологій продуктів громадського харчування радіозахисної дії: дис. ... доктора. техн. наук: 05.18.16. / Пересічний Михайло Іванович. – К.:КНТЕУ, 1999. – 334 с.
183. Григоренко О.М. Розробка технології виробництва булочних виробів радіозахисного призначення: дис. ...кандидата техн. наук: 05.18.16. «Технологія продуктів харчування» / Григоренко Олег Михайлович – К.: КНТЕУ, 2000. – 165 с.
184. Григоренко О.М. Комплексна оцінка якості булочних виробів з добавками кріопорошку календули, зародків пшениці та еламіну / О.М Григоренко, О.Ю. Завадинська. // Стратегія розвитку туристичної індустрії та громадського харчування: 36. наук. пр. – К.:КНТЕУ, 2000. – С. 229–231.
185. Дробот В.І. Хліб з доданням водоростей / В.І. Дробот, І.П. Ситник, В.Н. Корзун // Зерно і хліб. – 2000. – № 4. – С. 24–25.
186. Хліб із цистозірою. Технічні умови. ТУ У 46.22.БО – 15 – 96 на дослідну партію 10000 тонн.

187. Пересічна С.М. Вітамінний склад фаршевих м'ясних виробів із використанням рослинної сировини / С.М. Пересічна, В.С. Михайловський // Ресторанне господарство і туристична індустрія у ринкових умовах: Зб. наук. пр. – К.: КНТЕУ, 2003. – С. 41–47.
188. Пересічний М.І. Технологія та радіозахисна ефективність тістечок пісочних «макових» із цистозірою та екстрактом стевії / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Т.О. Рибак // Вісник Дон ДУЕТ. – 2003. – № 1 (17). – С. 177–181.
189. Пересічний М.І. Конструювання борошняних кондитерських виробів з екстрактом стевії та цистозірою / М.І. Пересічний, М.Ф. Кравченко, Т.О. Рибак // Науковий вісник Полтавського університету споживчої кооперації України. – 2003. – № 2(9). – С. 53–56.
190. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро – и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
191. ГОСТ 26669 – 85. Продукты пищевые и вкусовые. Методы проведения микробиологических анализов. – Введен 01.07.86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 14 с.
192. Биохимия фенольных соединений / под ред. Дж. Харборна: пер. с англ. – под ред. Н.М. Эммануэля. – М.: Мир, 1968. – 451 с.
193. Антипова Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов – М.: Колос, 2001. – 376 с.
194. Горбатов А.В. Конструкция универсальных приборов и их использование для определения рациональных режимов обработки пищевых продуктов. Обз. инф. / А.В. Горбатов, В.Д. Косой, Я.И. Виноградов – М.: ЦНИИТЭИММП, 1983. – 79 с.
195. Косой В.Д. Совершенствование процесса производства вареных колбас / В.Д. Косой. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 272 с.
196. Снигирева И.А. Современные методы исследования качества пищевых продуктов / И.А. Снигирева, Ю.Н. Живанко, Т.Г. Родина – М.: Экономика, 1976. – 223 с.
197. Реометрия пищевого сырья и продуктов: Справочник / Под ред. Ю.А. Мачихина. – М.: Агропромиздат, 1990. – 245 с.

198. Patrick G – , Can T. E. F., Humphens E. R. Inhibition by alginates of absorption, studies in vivo and vitro // *Inter. J. Radiation Biol.* – 1967. – Vol. 12. – № 15. – P. 427 – 434.
199. Ратушний А.С. Оценка качества кулинарной продукции (Вопросы прикладной квалиметрии): / А.С. Ратушний, В.Г. Топольник. – М.: Русская кулинария, 1991. – 182 с.
200. Азгальдов Г.Г. Актуальные проблемы квалиметрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман // *Стандарты и качество.* – 1970. – № 1. – С. 37–42.
201. Бражников А.М. К вопросу об оценке качества пищевых продуктов / А.М. Бражников // *Пищевая технология* 1971. – № 1. – С. 153–155.
202. Пирятин В.Д. Обработка результатов экспериментальных исследований по методу наименьших квадратов. / В.Д. Пирятин – Харьков: ХГУ, 1982. – 213 с.
203. Шубін О.О. Комплексоутворюючі властивості поліфенолів чорноплідної горобини / О.О. Шубін, Н.А. Білик, Г.Ф. Коршунова // *Проблеми харчування населення України. Матеріали Всеукраїнської науково – практичної конференції 27–28 лютого 2003 р.: Збірник тез доповідей* / Укладачі А.Л. Рогова, Т.В. Калініна – Полтава: ПУСКУ, 2003. – С. 82–86.
204. Малюк Л.П. Спектральний аналіз впливу природних антиоксидантів на біологічно активні речовини тькви / Л.П. Малюк, А.В. Фетисова, И.Н. Гурикова // *Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі: Зб. наук. праць: У 2 – х ч.* / Харків, 2001 – ч. 1 – С. 227–280.
205. *Пищевая химия* / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др. Под ред. А.П. Нечаева. Издание 2-е перераб. и испр. – СПб.: ГИОРД. 2003. – 640 с.
206. Запрометов М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях / М.Н. Запрометов – М.: Наука, 1992. – 272 с.
207. Барабой В.А. Растительные фенолы и здоровье человека / В.А. Барабой – М.: Наука, 1984. – 160 с
208. Скорикова Ю.Г. Полифенольный состав плодов и овощей и его изменение в процессе консервирования / Ю.Г. Скорикова – Краснодар: КПИ, 1988. – 69 с.

209. Биологически активные вещества пищевых продуктов. Справочник / В.В. Петрушевский, А.Л. Казакова, В.А. Бандюкова и др. – Киев: Техника, 1985. – 127 с.
210. Худяков И.В. Рекомбинация радикалов / И.В. Худяков – М.: Знание. 1990. – 30 с.
211. Мирзаева Л.К. Кристаллические комплексы кверцетина и мори́на с Си (II) и Рb(II) / Л.К. Мирзаева, И.Е. Макашева, М.Т. Головкина // ЖАХ, 1977, – Т. 47. – С. 1428.
212. Beladi I., Mucsi I., Veckenstedt A. et al. // Antiviral Research. 1995. V. 26(3). A256 – A256.
213. Mucsi I., Gyulai Z., Beladi I. // Acta Microbiol. Hung. 1992. V. 39(2). P. 137–147.
214. Esterbauer H., Gebicki J., Puhl H., Jiirgens G. The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL // Free Rad. Biol. Med., 1992, 13. – P.341 – 390.
215. Митасева Л. Ф. Использование экстрактов растений в качестве антиоксидантов / Л. Ф. Митасева, П. С. Дегтярев, А. А. Селищева // Мясная индустрия. 2002. – № 12. – С. 28–29.
216. Филиппова Р.Л. Антиокислительные свойства фенольных соединений виноградного и сливового соков (пюре) / Р.Л. Филиппова, А.Ю. Колеснов, И.А. Филатова // Пищевая промышленность, 2000, № 3. – С. 42–43.
217. Böhm H., Boeing H., Hempel J., Raab B., Kroke F.L. Flavonole, Flavone und Anthocyane als naturliche Antioxidantien der Nahrung und ihre mugliche Rolle bei der Pravention chronischer Erkankungen // Z. Ernahrungswiss, 1998, 37. – S. 147–163.
218. Hermann K. Gesundheitliche Bedeutung von antioxidativen Flavonoiden und Hydroxyzimtsauren im Obst und in Fruchtsaften // Flussiges Obst, 1999, 10. – S. 566–570
219. Meyer A.A., Heinonen M., Frankel E.N. Antioxidant interaction of catechin, cyanidin, cafteic acid, quercetin, and ellagic on human LDL oxidation. // Fruit processing, 1998, 61. – P. 71–75.
220. Эмануэль Н.М. Современные представления о механизме действия ингибиторов окисления / Н.М. Эмануэль, Е.Т. Денисов // Нефтехимия, 1976, т. 16, № 3. с. 238.
221. Денисов Е. Т. Окисление и стабилизация реактивных топлив / Е.Т. Денисов, Б.М. Ковалев – М.: Химия, 1982, 347 с.

222. Тютюнников Б.Н. Химия жиров / Б.Н. Тютюнников, З.И. Бухштаб, И.Д. Гладкий и др. – М.: Колос, 1992. – 448 с.
223. Данилова Л.А. Получение антиоксидантов окисления жиров из растительного сырья / Л.А. Данилова, Ф.Е. Ицков. // Тез. докл. Всесоюзной конференции «Химреактор 92». – Харьков. 1992. Ч. 3, С. 68–69.
224. Данилова Л.А. Изучение возможности использования экстрактов растений как антиоксидантов окисления жиров / Л.А. Данилова, Л.А. Чернова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – Краснодар, 1992. № 3, С. 105–109.
225. Шахман А.В. Антиоксидантное действие фосфолипидного комплекса, выделенного из морских организмов / А.В. Шахман, З.М. Даценко, В.Н. Шумейко // Укр. биохим. журнал. – 1994. – № 4. – С. 87–95.
226. Швец В.И. Липиды в лекарственных препаратах / В.И. Швец, Ю.М. Краснопольский // Вестник АМН СССР. – 1990. – № 6. – С. 19–28.
227. Conn P.F., Schalch W., Truscott T.G. J. Photochem. Photobiol. Pt. B. Biology. – 1991. – Vol. 11. – P. 41.
228. Miki W. Biological functions and activities of animal carotenoids // Pure & Appl. Chem. – 1991. – Vol. 63. – N 1. – P. 141–146.
229. Демидов И.Н. Влияние добавок растительных экстрактов на окисление жиров / И.Н. Демидов, Л.А. Данилова, Л.А. Чернова и др. // Пищевая промышленность, 1992, № 10.
230. Денисов, Е. Т. Реакции атомов и радикалов друг с другом в жидкой фазе / Е. Т. Денисов // Успехи химии. – 1970. – Т. 39, № 1. – С. 62–93.
231. Howard, J. A. Absolute rate constants for hydrocarbon autoxidation / J.A. Howard, K. U. Ingold // Canad. J. Chem. – 1965. – Vol. 4, № 10. – P. 2737–2743.

Наукове видання

Дейниченко Григорій Вікторович
Івашина Лілія Леонідівна
Колісниченко Тетяна Олександрівна

ТЕХНОЛОГІЯ
МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ ЗАПІКАНОК
З ВИКОРИСТАННЯМ ЙОДВМІЩУЮЧИХ
ВОДРОСТЕВИХ ДОБАВОК

Монографія

Редактор: *Василенко Людмила Генадіївна*
Коректор: *Наследова Тетяна Анатоліївна*
Комп'ютерна верстка: *Трубак Ігор Миронович*
Дизайн обкладинки: *Кутащенко Валерій Сергійович*

Підписано до друку 03.04.2017. Формат 60 × 84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура PetersburgС. Фіз. друк. арк. 7,75. Ум. друк. арк. 7,2. Наклад 300.
Зам. №

ТОВ «Видавничий дім «Кондор»
03067, м. Київ, вул. Гарматна, 29/31,

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 5352 від 23.05.2017 р.

03067, м. Київ, вул. Гарматна, 29/31
тел./факс (044) 408-76-17, (044) 408-76-25

