

**А.Е. РАДЧЕНКО
Г.І. ДЮКАРЕВА
О.О. СОКОЛОВСЬКА
Я.О. БІЛЕЦЬКА**

**ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БІСКВІТІВ
ІЗ ЕЛАМІНОМ ТА СТЕВІОЗИДОМ
Монографія**

**Харків
2018**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський державний університет харчування та торгівлі

**ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БІСКВІТІВ
ІЗ ЕЛАМІНОМ ТА СТЕВІОЗИДОМ**

Монографія

Харків
ХДУХТ
2018

УДК 664.64.016.8: 664.681

ББК 36.865

Ф 79

Автори:

Радченко А.Є., Дюкарева Г.І., Соколовська О.О., Білецька Я.О.

Рецензенти:

*д-р техн. наук, проф., зав. кафедри переробки м'яса М. О. Янчева,
д-р техн. наук, проф., зав. кафедри обладнання та інжинірингу переробних та харчових виробництв Харківського національного університету сільського господарства ім. П. Василенка О.В. Богомолів*

Рекомендовано до видання вченої ради Харківського державного університету харчування та торгівлі, протокол № 6 від 28.12.2017 р.

Формування якості бісквітів із еламіном та стевіозидом [Електронний Ф79 ресурс] : монографія / А. Е. Радченко, Г. І. Дюкарева, О.О.Соколовська, Я.О. Білецька. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2018. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

ISBN 978-966-405-456-7

Розглянуто аспекти формування якості та товарознавчі характеристики бісквітів із використанням еламіну та стевіозиду. Доведено можливість формування високих споживних властивостей бісквітів завдяки комплексному використанню в їх складі еламіну та стевіозиду, які проявляють стабілізуючі та структуроутворюючі властивості, що позитивно впливає на структуру бісквітів, збагачених йодом та зі зменшеною кількістю цукру білого.

Рекомендовано для науковців і практичних фахівців галузі, а також аспірантів та студентів, які проводять наукові дослідження з формування якості бісквітів зі зменшеною кількістю цукру та збагачених йодом.

УДК 664.64.016.8: 664.681

ББК 36.865

© Харківський державний
університет харчування та
торгівлі, 2018

© Радченко А.Є., Дюкарева Г.І.,
Соколовська О.О., Білецька Я.О.,
2018

ISBN978-966-405-456-7

ЗМІСТ

ВСТУП	7
Розділ 1. Сучасні наукові та практичні основи формування якості бісквітів	9
1.1. Аналіз асортименту та споживних властивостей бісквітів	9
1.2. Сучасні напрями вдосконалення якості бісквітів із використанням нетрадиційної сировини	13
1.3. Обґрунтування необхідності збагачення йодом харчових продуктів	17
1.4. Передумови і перспективи використання еламіну у виробництві бісквіта	21
1.5. Обґрунтування використання стевіозиду при заміні цукру в рецептурі бісквіта	25
Розділ 2. Вплив еламіну та стевіозину на формування якості бісквітів	30
2.1. Дослідження впливу добавок на формування пінної структури	30
2.2. Поверхнево-активні властивості яєчної суміші та дисперсний склад збитої яєчної маси в присутності еламіну та стевіозиду	39
2.3. Вплив еламіну та стевіозиду на стан рухливості води в системах: «збита яєчна маса – еламін»; «збита яєчна маса – стевіозид» та в'язкість бісквітного тіста	46
2.4. Вплив еламіну та стевіозиду на кількість та якість клейковини борошна	56
2.5. Вплив добавок на клейстеризацію крохмалю та структуру бісквітного тіста	60
2.6. Моделювання складу бісквіта з заданими показниками якості	62
Розділ 3. Споживні властивості бісквітів з еламіном та стевіозином	67
3.1. Органолептичні показники якості бісквітів	66
3.2. Харчова цінність розроблених бісквітів	68
3.3. Глікемічний індекс бісквітів зі стевіозидом	71
3.4. Вміст йоду в бісквітах з еламіном	73
3.5. Структурно-механічні показники якості та упікання бісквітів	74

3.6. Безпечність бісквітів з еламіном та стевіозидом	79
Розділ 4. Зміни якості розроблених бісквітів під час зберігання	82
4.1. Установлення оптимальних умов зберігання бісквітів та кінетика досягнення ними рівноважного вологовмісту	82
4.2. Зміни якості нових бісквітів під час зберігання	88
4.3. Зміни структурно-механічних показників бісквітів під час зберігання	91
4.4. Вплив пакувальних матеріалів на зміни якості бісквітів під час зберігання	93
4.5. Зміни мікробіологічних показників якості бісквітів під час зберігання	96
4.6. Зміна вмісту йоду в процесі зберігання бісквітів, збагачених еламіном	97
4.7. Кваліметрична оцінка якості розробленої продукції	99
Список використаної літератури	107
Додатки	125

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БАР	Біологічноактивні речовини
БГКП	Бактерії групи кишкових паличок (коліформи)
БКВ	Борошняні кондитерські вироби
БОПП	Біаксіально-орієнтована поліпропіленова плівка
ВООЗ	Всесвітня організація охорони здоров'я
ГІ	Глікемічний індекс
МЧВ	Масова частка вологи
ПАР	Поверхнево-активні речовини
ПУ	Піноутворювальна здатність
ПС	Піностійкість
ЦД	Цукровий діабет

ВСТУП

Останніми роками в усьому світі відбувається безпрецедентне зростання захворюваності на цукровий діабет, що насамперед передбачає обмежене споживання або повне утримання від цукру і виробів з його вмістом. Така відмова не сприймається значною кількістю людей, які звикли до солодкого присмаку і без нього відчують певний харчовий дискомфорт. В асортименті солодких продуктів значну частку становлять бісквіти й вироби на їх основі, важливою перевагою яких є популярність серед споживачів, можливість моделювання рецептури й асортименту. Бісквітні вироби мають гармонійні органолептичні характеристики та легко засвоюються організмом людини. Водночас бісквітам притаманна висока енергетична цінність та незбалансованість хімічного складу за рахунок нестачі необхідних макро- та мікроелементів, що з позиції нутриціології небажано в умовах поширення гіперглікемії. Не менш важливою є проблема збагачення продуктів йодом, оскільки 1/3 території України належить до біогеохімічних регіонів із дефіцитом йоду. Цукровий діабет та ендемічний зоб є захворюваннями ендокринної системи. Їх визначено як найпріоритетніші проблеми охорони здоров'я в Україні й у світі. Профілактика цих захворювань насамперед пов'язана з харчуванням [1; 2]. Саме тому формування якості бісквітів шляхом повної або часткової заміни цукру підсолоджувачами природного походження з нульовим глікемічним індексом, таким як стевіозид, із одночасним збагаченням продукції джерелами органічно зв'язаного йоду та інших мікроелементів, які зумовлюють нормальне функціонування щитовидної залози, є надзвичайно актуальним питанням для споживачів та заслуговує особливої уваги вчених.

Доцільність такого підходу доведено низкою дослідників, зокрема А.А. Мазаракі [3], Л.Ю. Арсеньовою [4–6], Г.В. Дейниченком [7; 8], Г.Б. Рудавською [9–11], Р.Ю. Павлюк [12; 13], І.В. Сирохманом [14–16], В.В. Дорохович [17–22], М.І. Пересічним. [23–25], В.Н. Корзуном [26–28], які розробили харчові продукти, збагачені йодом та іншими необхідними

макро- і мікроелементами, та кондитерські вироби зі зменшеною кількістю білого цукру. Проте досліджень, присвячених бісквітам зі зменшеною кількістю легкозасвоюваних вуглеводів та одночасно збагачених йодом, нами не виявлено.

У ході вирішення проблеми використання цих добавок під час формування якості бісквітних виробів очікують свого розв'язання питання взаємного впливу сировини й регулювання цього впливу на структурно-механічні показники продукту, з одночасним забезпеченням необхідних властивостей, харчової та біологічної цінності виробів.

Ураховуючи все вищевикладене, формування споживних властивостей бісквітів із заданими показниками якості та біологічної цінності є актуальною проблемою, що потребує свого вирішення з позиції товарознавства.

РОЗДІЛ 1
СУЧАСНІ НАУКОВІ ТА ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ
ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БІСКВІТІВ

1.1. Аналіз асортименту та споживних властивостей бісквітів

Серед широкого асортименту борошняних кондитерських виробів (БКВ) бісквіти займають вагому частку. Вони характеризуються привабливим зовнішнім виглядом, приємним ароматом та смаком, а також пухкою і легкою консистенцією. Асортимент бісквітів, що випускаються кондитерськими фабриками в Україні, свідчить про його формування головним чином за рахунок традиційних виробів залежно від форми (прямокутний бісквіт, круглий, усічений конус, у вигляді фігур) [29], розміру (дрібноштучні, середні та великі) [30], способу виготовлення (холодний, з підігрівом, однофазний, двофазний, безперервний і періодичний, одержані з додатковим тиском) [31] та використання наповнювачів (з родзинками, з какао-порошком, із цукатами, із корицею, із повидлом, із горіхами) [32; 33].

Споживні властивості бісквітів формуються під впливом різних факторів. Головними є основна (курячі яйця, цукор, борошно пшеничне) та додаткова (крохмаль, есенція, наповнювачі, консерванти) сировина, технологічні фактори (температурні режими обробки, механічний вплив, процес одержання піни та тіста, формування, випікання тощо), вид пакувальних матеріалів, умови та гарантійний термін зберігання. Бісквіти і бісквітні напівфабрикати мають великий питомий об'єм, добре розвинену пористість м'якушки, що обумовлює цінність цих виробів завдяки значній частці повітряної фази та високому ступеню її дисперсності. Виготовлення бісквіта полягає в тому, що збита яєчно-цукрова маса піддається перемішуванню з борошном і розливанню тіста у форми. Ці операції можуть призвести до часткового руйнування піноподібної маси, тому на цьому етапі

важливим є обережне її формування і максимальне збереження структури збитої яєчно-цукрової маси для одержання випеченого бісквіта належної якості [34].

Для одержання якісного бісквіта велике значення має процес піноутворення (визначається такими параметрами як кратність та дисперсність) і стійкість піни, що, в традиційних бісквітах, визначається ступенем збитості яєчно-цукрової суміші [17]. Процес одержання збитої яєчної маси головним чином залежить від коефіцієнту поверхневого натягу та впливу на нього рецептурних компонентів. Крім того, ця фізична величина характеризує властивості дисперсних систем та має вирішальне значення в поверхневих явищах: адгезії, адсорбції, диспергуванні, в процесах створення нової фази. Зі зменшенням поверхневого натягу рідини піноутворювальна здатність збільшується, оскільки для одержання однакового об'єму піни потрібно затратити менше роботи [35]. Піна, як і будь-яка дисперсна система, є агрегативно нестійкою. Нестабільність піни пояснюється наявністю надлишку поверхневої енергії, пропорційної поверхні розділу рідина – газ. Замкнена система, що має надлишок вільної енергії, перебуває в нестійкій рівновазі, тому енергія такої системи завжди зменшується. Цей процес протікає до моменту досягнення мінімального значення вільної енергії, за якого в системі настає рівновага. Якщо така система складається з різних фаз, наприклад рідини та газу, як у пінах, то мінімальне значення вільної енергії, відповідно, і поверхні розділу, буде досягнуто тоді, коли вся піна перетвориться в рідину та газ [36–38]. Руйнування піни відбувається в результаті витікання рідини, дифузії газу між пухирцями та розриву індивідуальних плівок усередині піни. Вплив того або іншого з цих процесів на стійкість піни залежить від багатьох факторів, у тому числі й від складу піноутворювального розчину. Дифузія газу призводить до того, що менші пухирці зменшуються і, зрештою, зникають, а більші пухирці ростуть. Таким чином, дифузія збільшує полідисперсність пін [39; 40]. Хоча яйця є хорошими піноутворювачами проте вони мають

нестабільні властивості з чим і пов'язана здатність до руйнування піноподібної системи бісквітного тіста протягом короткого часу, що потребує забезпечення її стійкості.

Стабілізувати пінну систему можливо за рахунок зниження схильності частинок дисперсної фази до коагуляції і тим самим надання їй агрегатної стійкості. Дослідженнями вчених [41] встановлено, що стабільність пін головним чином визначається структурно-механічним чинником, який пояснюється утворенням на поверхні розчинів адсорбційних шарів з молекул піноутворювача, які їй додають плівці пін високу структурну в'язкість і механічну міцність. На думку інших вчених в'язкість бісквітного тіста є визначальним параметром його якості та необхідним є використання добавок як з піноутворювальними, так і з загущуючими властивостями.

Борошно є одним із основних видів сировини для виробництва борошняних кондитерських виробів. Якість борошна значною мірою обумовлена вмістом та якістю клейковини. Білкові речовини борошна в присутності води здатні набухати. При цьому нерозчинні у воді гліадінова та глютеїнова фракції під час замісу утворюють зв'язану, пружну, пластичну масу, яка називається клейковиною. Відмита з тіста та віджата сира»клейковина містить значну кількість води (150–200% до маси сухих речовин). Між вологоємністю клейковини та її фізичними властивостями існує певна залежність. Чим більша вологоємність клейковини, тим менша її пружність і тим більша розтяжність і розпливчатість [35]. Для виробництва бісквітного тіста беруть борошно зі слабкою клейковиною або додають картопляний крохмаль для зменшення кількості клейковини та використовують нетривалий заміс. Крохмаль – високогідрофільна речовина. Однак у холодній воді він не розчиняється, а лише набухає з ендотермічним ефектом. Набухання збільшується за підвищених температур. Під дією теплової енергії структура крохмальних зерен руйнується, вони збільшуються в розмірах. Унаслідок досягнення певної температури крохмальна суспензія перетворюється на в'язкий колоїдний розчин –

крохмальний клейстер. Температура клейстеризації коливається в межах 55–75°С. За цими межами в'язкість крохмального клейстеру знижується, а в разі охолодження до кімнатної температури клейстер перетворюється в пружний амілопектином. Амілоза легко розчинна у воді і дає нестійкі розчини з порівняно низькою в'язкістю. Їй властивий ефект ретроградації, що полягає у випаданні її в осад у результаті тривалого зберігання розчину (з цим пов'язане явище черствіння). Властивості крохмалю зумовлюють структуру готових виробів та здатність до їх тривалого зберігання.

Як було сказано раніше, бісквітне тісто є нестійкою системою, яка руйнується завдяки різним негативним факторам. Окрім того, під час зберігання готові вироби піддаються негативній дії різних чинників: кисню, випаровуванню вологи, адсорбції вологи, які змінюють органолептичні властивості продукту. Тому важливим є вибір способу зберігання та виду пакування для бісквітів.

Бісквіти пакують у стандартні ящики з гофрованого картону за ГОСТ 13512–91 [42] масою нетто 8 кг. Дно ящиків вистеляють пергаментом за ГОСТ 1341–97 [43], вироби укладають рядами з перестиланням між ними підпергаментом за ГОСТ 1760–86 [44]. Ящики обтягують поліетиленовою плівкою, яка стійка до жирів, має низьку газопроникність. Проте вона характеризується підвищеною гігроскопічністю і схильністю до набухання у воді [45]. Тому бісквіти, які пакують у картонні ящики потрібно зберігати у приміщеннях, у яких дотримується відповідна вологість повітря 75% і оптимальні температурні режими 18±3°С.

Бісквіти користуються великою популярністю серед споживачів. Їх споживні властивості зумовлені приємним смаком, добрим засвоєнням, універсальністю використання як для безпосереднього споживання, так і для виготовлення більшості кондитерських виробів (тортів, тістечок). Поживна цінність бісквітів, як і інших харчових продуктів, тим вища, чим більше вона задовольняє потребу організму в харчових та смакових речовинах і чим повніше відповідає принципам раціонального харчування. Традиційні

бісквіти характеризуються високою енергетичною (260–410 ккал/100 г продукту) цінністю та незначним вмістом вітамінів, мінеральних речовин, через що не відповідають вимогам нутріціології. Незбалансованість складу бісквітів пов'язана з високим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів та відносно низьким – білків, харчових волокон, ненасичених жирних кислот, вітамінів [46]. Виникає завдання з підвищення якості, удосконалення виробництва і розширення асортименту бісквітів, а також одержання виробів з наперед заданими властивостями, що можливо за рахунок використання нової нетрадиційної сировини [47], на що і направлені зусилля вітчизняних та закордонних вчених.

Узагальнюючи наведені дані, слід зазначити, що потреби населення в продуктах харчування в кількісному відношенні задоволено. Проте асортимент виробів підвищеної харчової, в тому числі біологічної цінності, лікувального і профілактичного призначення, обмежений [48].

1.2. Сучасні напрями вдосконалення якості бісквітів із використанням нетрадиційної сировини

Основними напрямками розширення асортименту та підвищення якості бісквітів є використання функціональних інгредієнтів та зменшення їх енергетичної цінності. Так, вченими Г.П. Хомич, Н.І. Ткач [49] запропоновано використання порошків із дикорослих плодів. Додавання порошків до складу бісквітів сприяє одержанню виробів із високими органолептичними властивостями і збільшеними термінами зберігання за оптимальних дозувань порошків із плодів м'якоті зі шкірочкою і насінням глоду – 3%, 5% і 3% відповідно; із ягід і насіння ожини — 5% від маси сухих речовин у рецептурі.

Одним з напрямів покращення нутрієнтного складу БКВ є використання борошна як із злакових, так і інших культур. Науковцями Шаповаловим, Кичаєвою, Шарфуною, Летун [50; 51] встановлено можливість покращення харчової цінності бісквітів за рахунок застосування

борошна з гороху, квасолі, урду, машу. Також використовують багатокомпонентні суміші з цільнозмеленого пшеничного та житнього борошна, борошна з насіння соняшнику, пшеничних зародків [52; 53].

Запропоновано також використовувати обліпиховий шрот як білково-вітамінну добавку у виробництві бісквітних напівфабрикатів. Використання шроту сприяє збагаченню розроблених виробів харчовими волокнами в 2,5–3 рази, мінеральними речовинами – в 1,3–2,3 разу, вітамінами – в 1,3–2,6 разу. Енергетична цінність виробів знижується, а харчова підвищується. Для створення бісквітів лікувально-профілактичного призначення використовують сухий білковий напівфабрикат із кісток великої рогатої худоби, у якому міститься до 15% незамінних амінокислот. Завдяки піноутворювальній здатності напівфабрикату вміст меланжу зменшується на 18–22% сухої речовини меланжу [46].

Аналіз сучасної вітчизняної та закордонної літератури [54; 55] дозволяє стверджувати про доцільність використання пюре, які підвищують основні показники якості бісквіта, зокрема піноутворювальну здатність та піностійкість.

Розроблено спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату з вівсяної муки, попередньо замоченої у воді. Це дозволяє значно збільшити пористість і питомий об'єм бісквіта, поліпшити його структурно-механічні властивості, підвищити біологічну цінність, терміни зберігання та знизити собівартість готової продукції [56].

Досліджено можливість одержання борошняних кондитерських виробів, збагачених борошном з пророщених бобів нуту. Запропоновано виготовлення виробів, що містять 7% нутового борошна, які мають кращі органолептичні властивості, ніж традиційний продукт, більш яскраве забарвлення скоринки і виражений аромат. Вміст білка збільшується з 11,8 до 13,4%. Запропонований спосіб дозволяє підвищити харчову і біологічну цінність готових виробів, скоротити витрату пшеничного борошна, розширити асортимент борошняних кондитерських виробів [57].

Запатентовано новий спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату з біополімером – ксампаном. Поверхнево-активні властивості цього біополімеру сприяють укріпленню структури бісквітного напівфабрикату, покращують фізико-хімічні властивості тіста та якість готових виробів. Бісквіт з додаванням ксампану має більш рівномірну, тонкостінну, еластичну м'якушку, ніж у прототипу. Під час зберігання бісквіт з добавкою ксампану довше залишається свіжим [58].

Перспективним джерелом цінних біологічно активних речовин та дієтичної клітковини є пшеничні висівки. Вони рекомендовані у разі атеросклерозу, ішемії, захворювань шлунково-кишкового тракту та в дитячому харчуванні. Розроблено бісквітні напівфабрикати з додаванням порошку з чорноплідної горобини, що містить підвищену кількість золи, аскорбінової кислоти та біофлавоноїдів [46].

Особливу увагу при збагаченні найпоширеніших продуктів харчування вчені приділяють дефіцитним мінеральним речовинами, дефіцит яких виникає, як правило, унаслідок незбалансованого харчування. До таких мікроелементів у першу чергу відноситься йод, який надзвичайно необхідним для організму людини.

Ученими Київського національного торговельно-економічного університету розроблено бісквітний напівфабрикат та оздоблювальні напівфабрикати, збагачені на йод завдяки використанню ламінарії. Готовий виріб не містить цукру, що дозволяє вживати його людям, що обмежують споживання солодкого, та є солоним [59].

Своєчасним на сьогодні є застосування замінників цукру, тому що не всі групи населення можуть вживати традиційні вироби, виготовлені з цукром. Розроблено рецептуру БКВ спеціального дієтичного споживання з використанням лактилолу сорбіту та ізомальту. Установлено основні показники якості цукру та цих цукрозамінників: солодкість, калорійність, гігроскопічність, термостійкість, розчинність, глікемічність, побудовано профілограми якості. Досліджено вплив цукрозамінників на ПЗ білкової

сировини. Установлено, що цукрозамінники (фруктоза, глюкоза, лактитол, ізомальт, сорбіт), як і цукор, знижують ПЗ, проте одночасно збільшують стійкість піни [18]. Та, не зважаючи на низку позитивних властивостей цих цукрозамінників, вони є штучними. Відомими є рецептури для діабетиків з використанням ксиліту як заміника цукру у виробництві бісквітного папівфабрикату, проте він не може бути вдалим через наявність прохолоджувальнино ефекту, який має ксиліт. Вченими В.В. Дорохович, А.Г. Абрамовою [19] запропоновано використання мальтитолу під час виготовлення бісквітного напівфабрикату для хворих на цукровий діабет, проте можливі проблеми зі шлунком при його вживанні, він може викликати діарею, а також мальтитол має енергетичну цінність 2,1 ккал/г, що не значно нижче за цукрову (4,0 ккал/г).

Задачу зменшення кількості цукру в складі традиційних виробів вчені вирішують розробкою БКВ з застосуванням й інших заміників цукру. Науковцями запропоновано та розроблено шляхи підвищення якості БКВ з використанням сорбіту [60]. Роботи [20; 61] присвячені розробці кондитерських виробів з застосуванням фруктози. Також як підсолоджувачі вчені [62; 18] використовували отизол і сахарол.

Огляд стану удосконалення якості БКВ доводить існування багатьох робіт вчених України, Росії та інших країн. Не зважаючи на певні успіхи у цій сфері питання не вирішено комплексно, окрім існування необхідності застосування низькоглікімічних і безкалорійних цукрозамінників, які б дозволили зберегти ніжну та пористу структуру бісквіта, доцільним є використання сировини здатної збагатити вироби необхідними мікроелементами, зокрема йодом та реалізувати в межах процесу виготовлення властивості, що забезпечують формування стійких пінних систем.

Потреби населення вимагають пильної уваги щодо підбору сировини та розширення асортименту кондитерських виробів, збагачених БАР, зокрема

йодом та тих, що характеризуються зниженим ГІ, в тому числі для профілактики йододефіциту, цукрового діабету та ожиріння.

1.3. Обґрунтування необхідності збагачення йодом харчових продуктів

Недостатнє надходження мікронутрієнтів з їжею – загальна проблема всіх цивілізованих країн.

Йод відноситься до незамінних харчових речовин, що утворюють біологічно активні сполуки, які мають велике значення для життя і здоров'я людини [63–65]. Він є есенціальним, тобто життєво необхідним мікроелементом. Йод становить основу гормонів щитовидної залози, які впливають на енергетичний, вуглеводний, жировий обмін, імунні механізми, зростання, психічний і статевий розвиток, адаптацію, в цілому на якість життя людини.

Без йоду гормони щитовидної залози, які контролюють швидкість обміну речовин в організмі, утворитися не можуть. Через щитовидну залозу протягом 17×60 с проходить увесь об'єм циркулюючої в організмі крові. При достатній забезпеченості залози йодом за цей час йод вбиває нестійкі мікроби, що потрапляють в кров через пошкодження шкіри, слизову оболонку носа чи горла, адсорбції їжі в травному тракті. Стійкі мікроорганізми під час проходження через щитовидну залозу стають слабкими, поки остаточно не загинуть [63]. Атоми йоду в тиреоїдних гормонах виконують донорно-акцепторні функції переносу електронів завдяки переходам атомів із позитивно одновалентної форми в негативно одновалентні, й назад [6]. Ці перетворення здійснюються на електронному рівні і становлять фундаментальну основу біологічної дії йоду.

Йод також знаходиться і в інших органах: печінці, м'язах, крові у формі йодиду і у зв'язаному з білком стані [66]. Поступаючи в організм людини, мікроелемент перш за все всмоктується в кишечнику.

Всмоктування неорганічних (KJ, NaJ) і органічних сполук йоду (де йод пов'язаний з білком) відбувається в основному у верхньому відділі тонкого кишечника приблизно з однаковою швидкістю. Далі, залежно від характеру з'єднань, йод надходить у кров (неорганічні солі, йодовані амінокислоти) або в лімфатичну систему (йодовані жирні кислоти). Крім того, йодид утворюється в процесі обміну тиреоїдних гормонів у тканинах.

Близько 90% йоду, що міститься в організмі людини, знаходиться в органічній формі і близько 10% – у вигляді неорганічних сполук [67; 68].

У крові неорганічного йоду міститься 25–40%, а в щитовидній залозі – 1%. Неорганічний йод витягується з крові щитовидною залозою, окислюється під дією пероксидази і цитохром оксидази до молекулярного йоду. Далі молекули йоду зв'язуються з молекулою тирозину і повертаються до крові у вигляді йодовмісних гормонів (дйодтирозин, тироксин, трийодтиронін) [69; 70].

Основна маса йодидів виділяється нирками, незначна частина – з шлунковим соком, слиною, потом, видихуванням повітрям [71]. Незбалансованість харчування (надлишок вуглеводів, нестача вітамінів за надлишку жирів) погіршує процеси метаболізму йоду. Основна біологічна функція йоду полягає в підтримці функції щитовидної залози і побудові нею гормону – тироксину. Йод поки є єдиним відомим мікроелементом, що бере участь в утворенні гормону. Фізіологічна роль тироксину, основою утворення якого є йод, дуже велика: контроль за інтенсивністю основного обміну, вплив на водно-сольовий, жировий і вуглеводний обміни.

Цей мікроелемент заспокійливо діє на організм і нервову систему, унаслідок вживання якого спостерігається підвищення розумової активності [72]. У разі нервової напруги, дратівливості, безсонні виникає необхідність в йоді для розслаблення організму і його оптимістичного настрою. Йод – один з найкращих каталізаторів окислення в організмі. Він відновлює енергію людини [73]. За нестачі цього мікроелемента відбувається неповне згоряння їжі, що призводить до небажаного утворення жирових запасів.

Дефіцит йоду є проблемою суспільного характеру. Він призводить до серйозних порушень в організмі людини, особливо в критичних групах: діти перших трьох років життя, вагітні, жінки в період лактації.

В умовах нинішнього сплеску напруженості зубної ендемії збільшилося число жінок, що мають дисфункцію щитовидної залози до вагітності, під час вагітності та пологів. Збільшення частоти порушень функціонального стану щитовидної залози в ендемічних районах може бути причиною більш високої дитячої, перинатальної смертності, мертвонароджуваності, ускладнень вагітності та пологів.

Більш висока (10–30%) поширеність гіпотиреозу серед дітей йододефіцитних регіонів може привести до загального зниження парціальних функцій мозку, відповідальних за інтелект, легким формам розумової відсталості. Якщо не проводити йодну профілактику серед населення з поширеністю зоба більше 10%, то у народжених в цій популяції дітей показники інтелекту будуть на 15 пунктів нижче. Крім порушення психічних функцій, у дітей в умовах йодного дефіциту підвищується захворюваність, погіршується стан репродуктивної системи в підлітків, знижуються антропометричні показники [74].

У дорослих йодний дефіцит проявляється також широким спектром проблем: від хвороб щитовидної залози, зниження розумової і фізичної працездатності до безпліддя. Вміст йоду в організмі залежить головним чином від того, наскільки багаті йодом продукти, що споживаються в їжу [75].

За даними проф. Г.К. Васіляді, профілактика захворювань щитовидної залози передбачає 2 методи: йодування продуктів масового споживання (сіль, молоко, борошно, хліб, кондитерські вироби, продукти дитячого харчування тощо) або медикаментозну профілактику [76]. Нестача йоду в організмі українців є загальновідомою та важливою проблемою, тому актуальним є йодування продуктів масового споживання, у тому числі бісквітів, які, як і всі БКВ з бісквітного тіста, відповідають критеріям до харчових продуктів, що

підлягають збагаченню есенціальними нутрієнтами – масовість та регулярність споживання, можливість централізованого виробництва продукції, відносна простота процесу збагачення, що забезпечує відповідну якість готового продукту, рівномірний розподіл добавки в масі продукту, тощо [75; 76].

Корекція харчування мінеральними речовинами може здійснюватися такими основними шляхами:

- Уключення в раціон харчування продуктів з підвищеним вмістом природних мінеральних речовин;
- Використання дієтичних добавок;
- Уключення в структуру харчування комплексів, що містять мінеральні речовини і вітаміни.

Оптимальними вважаються методи харчової профілактики і корекції, оскільки вони є фізіологічними.

Ученими В.В. Ковальським, Л.Ю. Арсенєвою, Л.О. Шаран [77; 78] запропоновано збагачувати хлібобулочні вироби препаратом «йодказеїн». З'їдаючи 250 г продукту, доросла людина одержує добову дозу йоду, дитині достатньо 100 г такого хліба. Передозування йодом виключено завдяки органічній формі зв'язку його з білком казеїном, за даними науковців додавання йодиду не змінює смак хліба і поліпшує його органолептичні властивості. Виявлено, що додавання йодказеїну є універсальним засобом корегування мінерального складу хліба та формування його функціональних властивостей, але більш ефективним впливом на обмін йоду в організмі характеризуються булочки збагачені порошком морських водоростей.

Вченими Кемеровського технологічного інституту харчової промисловості підвищено якість безалкогольних газованих напоїв збагаченням їх йодом. В одній пляшці (1,5 л) такого напою міститься 0,135 мг йоду [79].

Існують і інші шляхи йодної профілактики. А.І. Столмаковою та іншими вченими проводилися дослідження з підвищення концентрації йоду в

рослинній їжі і кормах шляхом введення в ґрунт добрив і підживлень [80], у тваринних продуктах шляхом підгодівлі курей, корів і кроликів водоростями і рибним борошном [81]. Таким чином, забезпечення есенціальними мікроелементами є невід'ємною частиною формування здоров'я всіх груп населення, і у зв'язку з цим є підстави говорити про значущість цього фактора для загального прогресу.

Підводячи підсумки, є очевидним, що створення харчових продуктів, які б могли задовольнити потреби населення в особливо необхідному сьогодні мікроелементі – йоді – та водночас надати змогу вживати ці продукти із задоволенням, є актуальним. Обґрунтовуючи спосіб збагачення, необхідно звернути увагу на те, що стан йоду, який мав би надходити до організму, має бути органічним. Основним джерелом йоду органічної природи вважають морські водорості. У зв'язку з цим вони та їх біологічно активні компоненти можуть бути використані для профілактики і лікування ряду «хвороб цивілізації», а також з метою усунення наслідків впливу отруйних речовин на організм людини [82].

1.4. Передумови і перспективи використання еламіну у виробництві бісквіта

Із морської капусти, ламінарії виготовляють дієтичну добавку еламін, добре відому як засіб для профілактики і лікування зубу. Ламінарія багата йодом, який міститься в органічній формі, що впливає на його засвоєння організмом людини [3].

Науковою школою під керівництвом проф. Г.В. Дейниченка розроблено широкий асортимент продуктів, збагачених йодом саме завдяки еламіну, де виявлено його позитивний вплив не лише як збагачувача йодом, а і як структуроутворювача завдяки наявності полісахаридів.

Дослідження авторів М.Д. Guiry, В.Ю. Янешуком [83–86] та інших довели, що ламінарія та продукти її переробки мають певні технологічно-

функціональні властивості, завдяки яким вони можуть впливати на консистенцію продуктів. Установлено, що додавання ламінарії зменшує кількість та підвищує міцність клейковини за рахунок зменшення білків борошна, що беруть участь в її утворенні.

Аналіз фізико-хімічних властивостей ламінарії [3] свідчить, що зі збільшенням кількості її внесення збільшується вологість у бісквітних виробках. Дослідженнями встановлено, що додавання в бісквітне тісто ламінарії позитивно вплинуло на показники пористості готових виробів.

Ураховуючи властивості ламінарії і багатовіковий досвід його застосування, вченими і фахівцями державної установи «Наукового центру радіаційної медицини Академії медичних наук України» та ВАТ «Заводу молочної кислоти» м. Києва розроблено й отримано з бурої морської водорості ламінарії лікувально-профілактичну добавку еламін. Еламін випускається в заводських умовах на площах ВАТ «Завод молочної кислоти» відповідно до ТУ У 00382119-02-99 і має чинний санітарний висновок про безпечність продукції, сертифікат якості безпосередньо виробника. Ця добавка з успіхом може компенсувати нестачу йоду та інших мікро- і макроелементів в організмі [26; 87].

Слід зазначити, що еламін не тільки зберігає всі властивості морської капусти, але і перевершує їх за засвоєнням організмом. Так, у разі вживання в їжу морської капусти засвоюється тільки 5–15% усіх її корисних речовин, у тоді як під час уживання еламіну ці корисні речовини засвоюються на 90–95% [88].

У сухому залишку еламіну містяться, % мас: біологічно активні вуглеводи (альгінати, ламінарин, бетасітостерин, маніт) – 42–47; мінеральні речовини в органічно зв'язаному вигляді, до складу яких входять макро- і мікроелементи – 30–40 (мг/100 г): калій – 5250–6850, калій – 1090–2200, сірка – 1300–1500, магній – 1000–300, фосфор – 300–450, йод – 150–300, залізо – 80–120, бром – 70–80, селен – 60–95, цинк – 2,0, марганець – 1,0, кобальт – 0,2 та ін.; грубі органічні речовини (клітковина), % – 8–12; білкові

речовини – 6–9; ліпіди – 1,2–2,5; вітаміни груп А, В, D, Е – 0,01–0,02. Енергетична цінність еламіну в 100 г – 165 ккал [3].

Альгірати, що входять до складу еламіну, є унікальними й абсолютно нешкідливими природними сорбентами, які вибірково пов'язують в комплекси радіонукліди, солі важких металів, токсичні речовини і виводять їх з організму. У ДУ «Науковий центр радіаційної медицини АМН України» проведено дослідження з вивчення впливу еламіну на динаміку накопичення радіоактивного ^{137}Cs та ^{85}Sr в організмі лабораторних тварин, на гормональний статус та біохімічні показники крові [27].

Експериментальними та клінічними дослідженнями встановлено, що еламін запобігає накопиченню ^{137}Cs , ^{85}Sr , нормалізує вуглеводний, ліпідний і білковий обмін, ендокринний статус, імунну систему за умов дії радіації та інших несприятливих чинників. Еламін може застосовуватися населенням для профілактики йододефіциту, особливо на радіоактивно забруднених територіях [89].

Полісахариди (альгірати натрію), що входять до складу еламіну, в результаті електростатичної взаємодії з білками борошна та яєць здатні утворювати білково-полісахаридні комплекси, які, володіючи емульгуючою та стабілізуючою здатністю, подібно до ПАР, можуть впливати на структуру тіста та якість виробів [90].

Вільні альгінові кислоти погано розчиняються в холодній воді, але набухають у ній, пов'язуючи 200–300-кратну кількість води, проте розчиняються в гарячій воді і в розчинах лугів, утворюючи при підкисленні гелі. Натрієві і калієві солі альгінових кислот легко розчиняються у воді з утворенням високов'язких розчинів. Солі з двовалентними катіонами утворюють гелі або нерозчинні альгірати [91].

В'язкість розчинів альгіратів пов'язана з довжиною полімерної молекули альгірату та змінюється пропорційно концентрації добавки. За низьких концентраціях підвищення в'язкості може бути досягнуто шляхом введення невеликої кількості іонів натрію, які, пов'язуючи молекули,

призводять фактично до підвищення молекулярної маси і, як наслідок, до підвищення в'язкості.

Вивченню структуроутворюючих функцій йодовмісної сировини в харчових продуктах присвячені праці Л.Ю. Арсеньєвої, М.І. Пересічного, Г.В. Дейниченка, В.Н. Корзуна, Г.І. Дюкаревої та ін.

Дослідженнями останніх років встановлено, що ця йодовмісна сировина має певні властивості, що впливають на процес одержання виробів зі збивною структурою (зефір, морозиво) та може виступати як стабілізатор піни. Попередніми дослідженнями вчених визначено, що еламін має здатність зменшувати рухливість рідини, переводячи її у зв'язаний стан. Зменшення рухливості рідини можна пояснити властивостями солі альгінатів натрію, яких в еламіні 22–27% [92]. Водні розчини еламіну здатні також знижувати поверхневий натяг, завдяки тому, що еламін відносяться до ПАР [93; 94].

Науковцями Харківського державного університету харчування та торгівлі, а саме, проф. к.т.н. Г.І. Дюкаревою, к.т.н. Я.О. Білецькою, к.т.н. О.Є. Шевченко, були проведені дослідження про зміну характеру зв'язку в системах, які містять еламін. Дослідження систем коприцепітат–еламін показали, що збільшення концентрації еламіну в коприцепітаті призводить до монотонного зниження рухливості молекул води [93]. Іншими вченими встановлено, що еламін має здатність зменшувати рухливість рідини, в системі вода–еламін, переводячи її у зв'язаний стан, посилення цього ефекту спостерігається за підвищення температури [94]. Тож, урахувавши відсутність даних щодо рухливості молекул систем еламін–збита яєчна маса, стевіозид–збита яєчна маса, поставлена задача дослідити її.

Урахувавши попередні дані, можна висунути гіпотезу, що еламін, який не є типовим згущувачем або стабілізатором буде впливати на якість бісквіта не лише з оздоровчої точки зору, а й на його структуру. Аналіз особливостей одержання бісквітного тіста показує, що воно є складною піноподібною системою, яка здатна до руйнування протягом короткого часу і потребує

підвищення її стійкості. За своєю прямою функцією еламін дозволить збагачувати бісквіт йодом, а також підвищити стабільність пінної структури. Крім того, використання морської водорості та продуктів її переробки сприяє процесу піноутворення, а також поліпшенню показників якості збивних виробів.

Можна відзначити, що велику перспективу мають дослідження впливу еламіну на піноутворювальні властивості та стійкість такого традиційного піноутворювача, як яйця.

Таким чином, еламін має всі необхідні для підвищення якості бісквітних виробів ознаки: доступність, здатність збагатити великою кількістю мікро- та макроелементів, зокрема йодом, що входять до його складу. Особливу роль відіграє легкозасвоюваність цих елементів завдяки органічно зв'язаному стану, в якому вони містяться в еламіні. Крім підвищення харчової цінності, еламін здатний позитивно вплинути на процеси утворення бісквітного тіста та забезпечити підвищення якості готових виробів.

1.5. Обґрунтування використання стевіозиду при заміні цукру в рецептурі бісквіта.

Цукор виконує роль не тільки носія солодкого смаку, але і під час виробництва кондитерських виробів функцію структуроутворювача. При виготовленні бісквітів цукор сприяє утворенню коагуляційно-піноподібної структури бісквіта.

Цукор має як позитивні, так і негативні властивості. При достатній кількості цукру та інших вуглеводів амінокислоти практично не використовуються на енергетичні витрати людини, а утилізуються переважно для пластичних потреб. Наявність у людському організмі необхідної кількості вуглеводів запобігає накопиченню кетонівих сполук (продуктів метаболізму жирів) [21]. Надлишкове споживання цукру призводить до

гіперглікемії, посиленому викиду інсуліну в кров, виснаженню інсулярного апарату, що може призвести до розвитку ЦД, на який страждає значна частка населення розвинених країн. Це захворювання викликане тим, що організм людини не може ефективно засвоювати цукрозу, це призводить до цілого ряду небезпечних для життя порушень в органах і тканинах [95; 96]. Основним з таких є порушення обміну речовин, за якого відбувається надмірне накопичення в організмі жиру – ожиріння [97].

Нераціональне, незбалансоване харчування призводить до споживання зайвої кількості легкозасвоюваних вуглеводів, на які так багаті борошняні кондитерські вироби та недостатнього споживання вітамінів, мікроелементів, а також інших життєво важливих компонентів харчування [98].

Аналіз позитивних і негативних властивостей цукру вказує на доцільність зменшення його кількості в рецептурах бісквітів для задоволення потреб людей, які мають надлишкову вагу тіла, проблеми з рівнем цукру в крові або просто уважні до свого харчування.

Зменшити кількість цукру в рецептурі бісквіта та при цьому зберегти його смакові властивості можливо за рахунок використання солодких речовин, які можна поділити на: цукри; цукрозамінники (сорбіт, маніт, ксиліт, мальтїт, лактат, еритрит, ізомальтїт); підсолоджувачі (синтетичні: сахарин, цикламат, аспартам та натуральні: монелін, міракулін, стевіозид, тауматін).

Використання підсолоджувачів синтетичного походження не може бути доцільним, бо основними споживачами солодкого є діти, яким споживання штучних підсолоджувачів протипоказано. Також для організму людини ці речовини ніякої харчової цінності не несуть [22]. Вживання цукрозамінників може викликати головний біль, психічні розлади, втрату пам'яті, безсоння, розумову відсталість, втрату зору, депресію і найголовніше – науково доведено, що їх застосування збільшує ризик появи ракових захворювань [99].

Щодо цукрів, то використання їх при виготовленні бісквіта з боку забезпечення його структурно-механічних властивостей є доцільним, але вони мають високу калорійність. Цукри легко засвоюється, і їх можна рекомендувати для кондитерських виробів, що орієнтовані на дітей, спортсменів та інших осіб, діяльність яких пов'язана з інтенсивними фізичними навантаженнями. Глюкоза, наприклад, має високий глікемічний індекс (ГІ) – 100%, тому її потрібно обережно використовувати при розробленні харчових продуктів, зокрема кондитерських виробів. Глікемічний індекс фруктози дорівнює 20%. Але встановлено, що у хворих на ЦД, на відміну від здорових людей, фруктоза перетворюється переважно на глюкозу [100; 23]. Також потрібно враховувати її специфічні властивості, такі як термічна нестійкість.

Аналіз існуючих замінників цукру, показав, що деякі з них мають високу калорійність, інші негативно впливають на здоров'я. Одним із раціональних шляхів вирішення питання вибору заміни цукру є використання натурального підсолоджувача рослинного походження – продукту переробки стевії, який не має ніяких побічних ефектів та максимально задовольняє критерії для обрання оптимального підсолоджувача для бісквіта.

Глікозиди, що містяться в листі стевії, вміст стевіозиду в яких складає 10%, роблять цю рослину дуже солодкою [101]. Стевія має високий коефіцієнт солодкості та низьку енергетичну цінність, стійка при нагріванні, легко розчиняється і дозується, утилізується без інсуліну [102]. При регулярному вживанні стевії знижується вміст глюкози в крові, зміцнюються кровоносні судини, гальмується зростання новоутворень [103, 104].

Глікозидний комплекс стевії містить 8 компонентів, які відрізняються вуглеводними частинами за наявності загального циклічного аглікона-стевіюла [105].

Крім солодких дітерпенових глікозидів, листя стевії містять і інші компоненти, що забезпечують її унікальні лікувально-профілактичні

властивості, а саме: дітерпенові глікозиди, флавоноїди, водорозчинні хлорофіли і ксантофіли, оксикоричні кислоти, нейтральні водорозчинні олігосахариди, вільні цукри, амінокислоти, мінеральні сполуки, вітаміни, ефірні олії [106].

Солодкість дітерпенових глікозидів сприяє нормалізації концентрації глюкози в крові і відновленню порушеного процесу обміну речовин, що полегшує перебіг ЦД [107]. У дітерпенових глікозидів присутня значна кількість сапонінів, які внаслідок гідролізу розкладаються на вуглеводи і неуглеводні компоненти, так звані аглікони, що визначають їх цілющі дії. Рослинні глікозиди (сапоніни) утворюють з водою щільну піну завдяки своїй поверхневій активності, що може бути доцільним при утворенні пінної системи, що є основою виготовлення бісквіта.

Як стверджують Г.Н. Павлова, Л.Д. Ерашова, К.К. Полянський [108; 109], відсутність калорійності та високий ступінь солодкості стевії дозволяє застосовувати її і хворим на ЦД, як з підвищеним, так і зі зменшеним вмістом цукру в крові, а також тим людям, які страждають від надмірної ваги та ожиріння.

Хіміки Карл Дітріх, Брідель і Лавель у ході проведення дослідницької роботи з екстрактом листя *Stevia Rebaudiana* виділили білу кристалічну речовину, у 300 разів солодшу цукру. Цю речовину вони назвали «стевіозид» (вихід склав 6%), який можна віднести до підсолоджувачів, що є значно зручнішими у використанні [110; 111]. Завдяки високій одиниці солодкості стевіозид використовують у виробництві кондитерських виробів у невеликій кількості, що не впливає на сорбційні та десорбційні властивості готового продукту [112; 113]. Даних щодо інших властивостей, які б могли вплинути на якість бісквіта залежно від використання стевіозиду, знайти не вдалося.

В експерименті з визначення впливу стевіозиду на швидкість росту бактерій типів *Streptococcus mutans* показано, що стевіозид є менш сприятливим середовищем для вирощування бактерій, ніж глюкоза, сахароза або фруктоза [114]. Було показано, що вже в незначних кількостях стевіозид

інгібує активність бактерій *Streptococcus mutans* [115]. Емпірична формула стевіозиду – $C_{38}H_{60}O_{18}$, молекулярна маса 808,912, відноситься до підсолоджувачів інтенсивного типу. Добре розчинний у воді, стійкий до низьких значень рН та високих температур, невеликі кількості викликають відчуття приємного солодкого смаку, у великих кількостях йому притаманний гіркий смак, стабільний під час зберігання, не ферментується і не впливає на реакцію потемніння варених або печених продуктів, як багато інших натуральних підсолоджувачів, практично не розщеплюється в людському організмі, не токсичний [116]. Підкреслює ароматичну композицію та створює насиченість смаку в продукті. Стевіозид має колір від темно-коричневого до білого [117] і зареєстрований в харчовій промисловості як харчова добавка E960 (підсолоджувач).

Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) 2006 року встановлено, що стевіозиди і ребаудіозиди А негеноотоксичні в лабораторних умовах і на живому організмі, генотоксичність стевіюла і деяких його окисних похідних, виражена в лабораторних умовах, у природних умовах не виявлена. Не було знайдено підтвердження канцерогенності продукту. У висновку ВООЗ заявлено, що «стевіозид продемонстрував доказ фармакологічного ефекту у пацієнтів з гіпертонією або у тих, хто страждає діабетом другого типу» [118]. Якість продукту і його дозвіл до реалізації засвідчує «Санітарно-епідеміологічний висновок МОЗ України» від 16.03.2010 № 05.03.02-03/16056.

Ураховуючи хімічний склад та властивості, які мають глікозиди (сапоніни), використання стевіозиду може бути перспективним не лише з точки зору зменшення кількості легкозасвоюваних вуглеводів, а і як покращувач утворення піни. Існують три основні вимоги до рецептури бісквітів, у яких відбувається заміна цукру на натуральні підсоложувачі: ця заміна повинна бути економічно вигідною, споживачі не повинні відчувати ніяких змін смаку після такої заміни та здатною зберегти пористу структуру бісквіта. Отже, для встановлення відповідності цим вимогам необхідним є

проведення комплексу досліджень щодо впливу стевіозиду на процес приготування бісквіта і якість кінцевого продукту.

РОЗДІЛ 2

ВПЛИВ ЕЛАМІНУ ТА СТЕВІОЗИДУ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БІСКВІТА

Основою бісквітного тіста є яєчна піна, яка являє собою дисперсну систему, що легко реагує на будь-які зміни в разі введенні додаткових інгредієнтів. При цьому значні зміни можуть відбутися з показниками якості бісквітного тіста, і, як наслідок, з готовим бісквітом. Тому необхідно було дослідити вплив еламіну – йодовмісної сировини та природного підсолоджувача – стевіозиду на формування якості бісквіта в процесі його виробництва.

2.1. Дослідження впливу добавок на формування пінної структури

Актуальною задачею є визначення раціональної концентрації еламіну та стевіозиду, яка поряд із збагаченням необхідними речовинами та зменшенням кількості легкозасвоюваних вуглеводів, забезпечила б необхідну якість бісквіта.

Якість бісквітів у першу чергу визначається властивостями збитої яєчної маси, показниками її ПЗ, ПС. На підставі того, що першим етапом утворення системи бісквітного тіста, що являє собою колоїдну піну, є процес одержання піни з курячого яйця. Саме цей етап був обраний для визначення основних концентрацій еламіну та стевіозиду. Для оцінювання піноутворення важливим показником, окрім ПЗ, ПС, є також ступінь дисперсності піни.

Добавки вводили на стадії збивання яєчної суміші, оскільки саме у ході цього процесу формується структура бісквітного тіста і готових виробів.

Діапазон концентрацій йодовмісної сировини обирали з урахування добової потреби організму в йоді, та за сучасними принципами збагачення борошняних кондитерських виробів. Всесвітньою організацією охорони

здоров'я (ВООЗ) встановлено норму споживання йоду – 150–300 мкг/добу. Розрахунковою базою служили попередньо проведені нами дослідження вмісту йоду в еламіні. Вміст йоду партії еламіну, що ми використовуємо, складає $25348,00 \pm 2534,8$ мкг/100 г, що відповідає даним, вказаним виробником 15000–30000 мкг/100 г в сертифікаті. Враховуючи відомості про добову потребу в йоді та його вміст в еламіні розраховано кількісний діапазон раціональної кількості еламіну – 0,6–1,2% 100 г виробу.

Використання добавки 0,6–1,2% до загальної кількості бісквіта відповідає 1,3–2,6% до маси яєць.

У зв'язку з додаванням еламіну, виникла необхідність пошуку способу введення останнього (сухий, заварений) у бісквітне тісто та встановлення його впливу на швидкість отримання яєчної піни.

Для обробки результатів досліджень була побудована математична модель, метою побудови цієї моделі є знаходження відповідних аналітичних залежностей між вхідними та вихідними показниками системи [119].

Як вхідні змінні були використані такі величини: x_1 – кількість добавки (еламін сухий, еламін заварений, стевіозид), x_2 – час обробки (збивання, вистоювання яєчної маси). Як показники, що визначають якість збитої яєчної маси обрано такі величини: y_1 – ПЗ яєчної маси з завареним еламіном, y_2 – ПЗ яєчної маси з сухим еламіном, y_3 – ПС яєчної маси з сухим еламіном, y_4 – ПЗ яєчної маси зі стевіозидом, y_5 – ПС яєчної маси зі стевіозидом, y_6 – ПС яєчної маси з завареним еламіном.

Для опису залежностей між вхідними змінними і вихідними параметрами була обрана квадратична модель виду:

$$y_1(X_1, X_2) := c_{1_0} + c_{1_1} \cdot X_1 + c_{1_2} \cdot X_2 + c_{1_3} \cdot X_1^2 + c_{1_4} \cdot X_2^2 + c_{1_5} \cdot X_1 \cdot X_2 \quad (2.1)$$

де c – коефіцієнти математичної моделі;

$i = 1 \dots 6$ та означає відношення до конкретних показників.

Використання моделі виду (2.1) дає можливість знайти, у певному розумінні, найкращі сполучення щодо показників якості збитої яєчної маси.

Згідно з загальною теорією проведення експериментальних досліджень для визначення коефіцієнтів моделі шляхом проведення повного факторного експерименту необхідно побудувати таблицю, яка налічує 9 дослідів. В цій таблиці відтворюються всі можливі сполучення між вхідними змінними, а також можуть додаватися й інші точки, які являють певний науковий інтерес. Із метою зменшення числа дослідів як план експерименту було обрано D-оптимальний план, який складається з 9 дослідів. Табл. (2.1) плану експерименту має вигляд

Таблиця 2.1

План експерименту

Номер дослідів	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X1	-1	-1	1	1	0	0	-1	1	0
X2	-1	1	-1	1	-1	1	0	0	0

Як вхідні змінні у табл. 2.1 використовуються кодовані значення, які знаходяться з виразу (2.2) для кожної змінної:

$$Xi = \frac{x_i - \frac{x_{i\max} + x_{i\min}}{2}}{\frac{x_{i\max} - x_{i\min}}{2}}, \quad (2.2)$$

де $i=1-2$ і означає відповідну вхідну змінну.

За допомогою перетворення (2.2) діапазон вхідних змінних дорівнює $(-1 - 1)$ і дає можливість швидко попередньо оцінити коефіцієнти математичної моделі.

Після визначення плану експерименту на його основі була створена матриця експерименту F, яка враховує обраний вид математичної моделі. У кожній точці експерименту проводилося не менше двох вимірювань із метою зменшення впливу похибок вимірювання і для подальшого обчислення коефіцієнтів моделі брали середнє значення проведених вимірювань.

Побудована матриця експерименту F , матриця значень результатів експерименту та визначені коефіцієнти математичної моделі, що описують залежність зміни вихідних показників від параметрів.

Визначення коефіцієнтів моделі проводилося за формулою:

$$c = (F^T F)^{-1} F^T Y, \quad (2.3)$$

де Y – вектор даних експерименту.

Таким чином, для цього процесу одержання збитої яєчної маси було отримано шість моделей виду (2.1) для кожного показника якості яєчної піни. Кожний із цих показників може бути описаний відповідними співвідношеннями, де як змінні використовуються вхідні параметри. Проведено попередній аналіз процесу на основі отриманої моделі. Метою аналізу було визначення вхідних сукупностей концентрації добавки і часу обробки, за яких можливе досягнення заданого значення показників якості.

Знайдено для кожної вихідної величини таку сукупність вхідних параметрів, які забезпечують задане її значення. Знаходження такої сукупності буде проведено на основі знайденої моделі (2.1). Критерієм знаходження (Q_i) сукупності вхідних змінних x_i було таке рівняння:

$$Q_i = (\hat{y}_i - \tilde{y}_i)^2 \rightarrow \min_{x_i \in x_{\partial}}, \quad (2.4)$$

де \hat{y}_i – значення i -ї вихідної величини знайденої з експерименту,

\tilde{y}_i – значення i -ї вихідної величини знайденої з моделі,

x_{∂} – дозволений діапазон зміни вхідних величин.

Розрахунки здійснювалася за допомогою програмного пакету MathCAD [120]. Проведені дослідження залежності ПЗ та ПС яєчної суміші з різними концентраціями сухого та завареного еламіну від концентрації еламіну та часу збивання представлені на рис. 2.1–2.4. Еламін був заварений згідно з рекомендаціями виробника (у співвідношенні 1:10 еламін : вода відповідно; температура розчинника 98–100° С). За схемою виробництва бісквіта, яку

взято за основу, температура в системі сягала $20 \pm 3^\circ\text{C}$, збивання протягом $5 \cdot 60\text{с}$ частота обертів збивального апарата становила 150 об/хв, а потім $40 \cdot 60\text{с}$ – 300 об/хв.

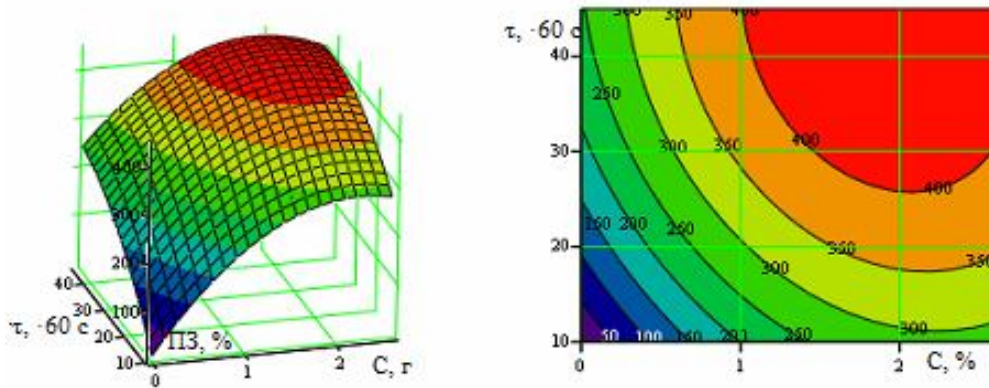


Рисунок 2.1 – Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту завареного еламіну та часу збивання

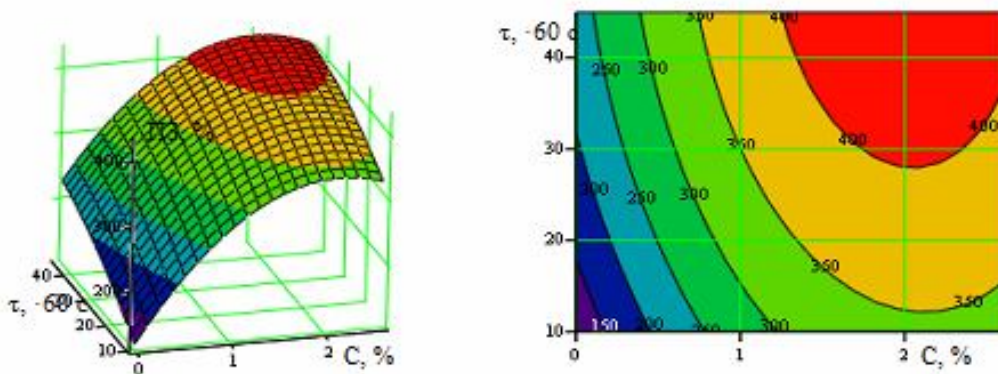


Рисунок 2.2 – Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту сухого еламіну та часу збивання

Протягом експерименту було відмічено, що збивання яєчної суміші без добавок зростає протягом всього рекомендованого часу збивання ($45 \cdot 60\text{с}$). А за концентрації еламіну 1,3–2,6% для одержання максимального показника ПЗ достатньо збивати суміш протягом $20 \dots 25 \cdot 60\text{с}$, що на $20 \cdot 60\text{с}$ менше, ніж контрольного ($40 \dots 45 \cdot 60\text{с}$). Готовність збитої маси визначали за збільшенням первинного об'єму суміші у 2,5–3 рази.

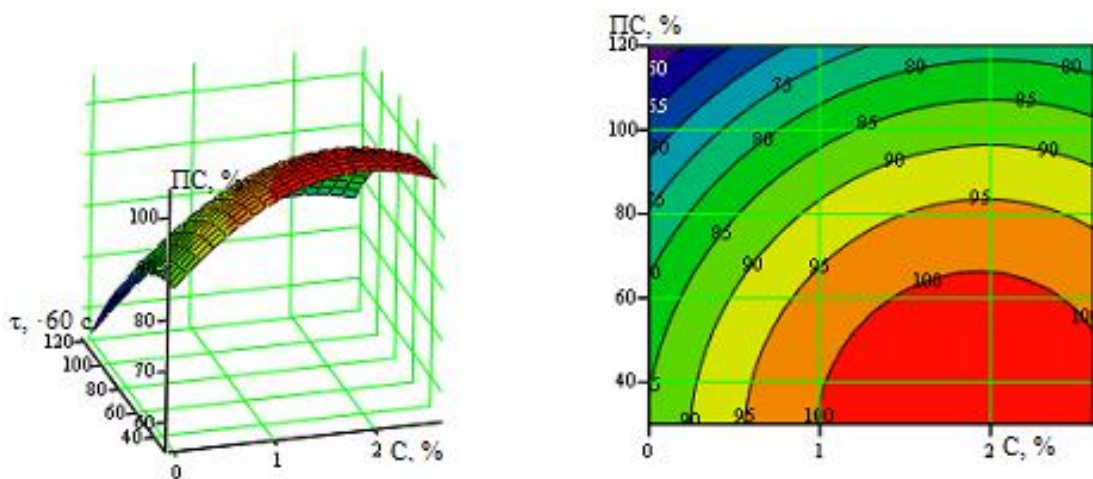


Рисунок 2.3 – Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту сухого еламіну та часу відстоювання

Аналіз рівняння регресії свідчить, що еламін позитивно впливає на піноутворювальну здатність та піностійкість яєчної суміші, а швидкість її утворення та руйнування напряму залежить від концентрації полісахариду. Установлено, що ПЗ яєчної суміші в разі додавання сухого еламіну в кількості 1,3–2,6% зростає до 400% (контроль має 200%), а за умови додавання завареного еламіну в перерахунку на ті ж концентрації, що й сухого, ПЗ зростає до 430%.

У разі використання еламіну час збивання скорочується вдвічі, особливо швидко цей процес протікає при збиванні яєчної суміші з запареним еламіном, що може обумовлюватись вмістом води, якою був заварений еламін. Щодо ПЗ, яка визначається через годину після закінчення збивання, вона склала 100% із різними концентраціями еламіну.

На підставі цього можна зробити висновок, що еламін має стабілізуючий вплив та надає можливості довгостроково, не менше 3600 с зберігати всі свої властивості.

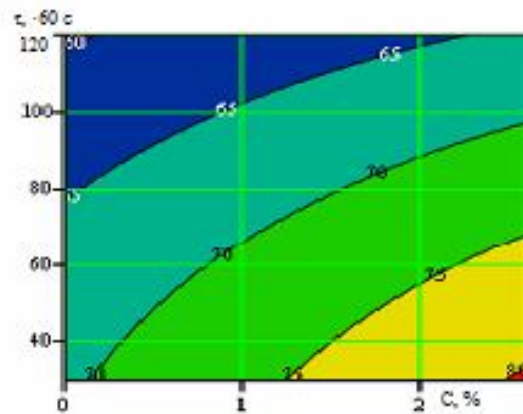
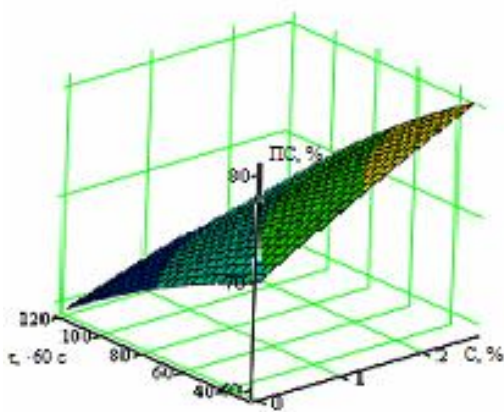


Рисунок 2.4 – Залежність змін ПС яєчної маси від вмісту завареного еламіну та часу відстоювання

Це може бути обумовлено механізмом дії альгїнових кислот, які входять у склад еламіну, а саме адсорбцією молекул альгїнатів на межі фаз газ-рідина та очевидним підвищенням в'язкості утвореної суміші. Дослідження ПС протягом двох години після закінчення збивання яєчної суміші з різними концентраціями еламіну показали, що в разі додавання сухого еламіну стійкість піни зростає від 60% до 75% при концентраціях 1,3...2,6%; ПС із завареним еламіном при концентраціях 1,3–1,4% знижується з 60% до 45% порівняно з яєчною сумішшю без добавок, при концентраціях від 1,4% до 2,6% ПС яєчної суміші з завареним еламіном збільшується до 63%. Проте в разі додавання більше ніж 1,5% еламіну суттєво змінюється органолептичні показники, збита яєчна маса набуває темного кольору, з'являється водоростевий присмак і запах. Установлена доцільність використання сухого еламіну в кількості 1,3–1,5% до маси яйця, яка не погіршує органолептичні показники бісквітів та одночасно підвищує показники якості піни. Обраний спосіб і діапазон введення еламіну дозволяє підвищити ПЗ та ПС з одночасним скороченням процесу збивання яєчної маси вдвічі.

Однією з найважливіших задач роботи при підвищенні якості була заміна цукру в складі бісквіта стевіозидом. При цьому необхідно враховувати вплив підсолоджувача на смак готового продукту. Невелика кількість

стевіозиду викликає відчуття приємного солодкого смаку, велика – відчуття спочатку солодкого, потім гіркого смаку [121]. Враховуючи те, що цукор вносять в бісквітне тісто в кількості 60% до маси яйця [122], то й кількість стевіозиду, що вноситься має відповідати кількості заміненого цукру, з урахуванням коефіцієнтів солодкості цукрози та стевіозиду, а саме 0,6–1,2% до маси яйця. Таким чином вплив стевіозиду на ПЗ (рис. 2.5) та ПС (рис. 2.6) яєчної маси доцільно досліджувати в діапазоні 0,1–1,2% до маси яйця.

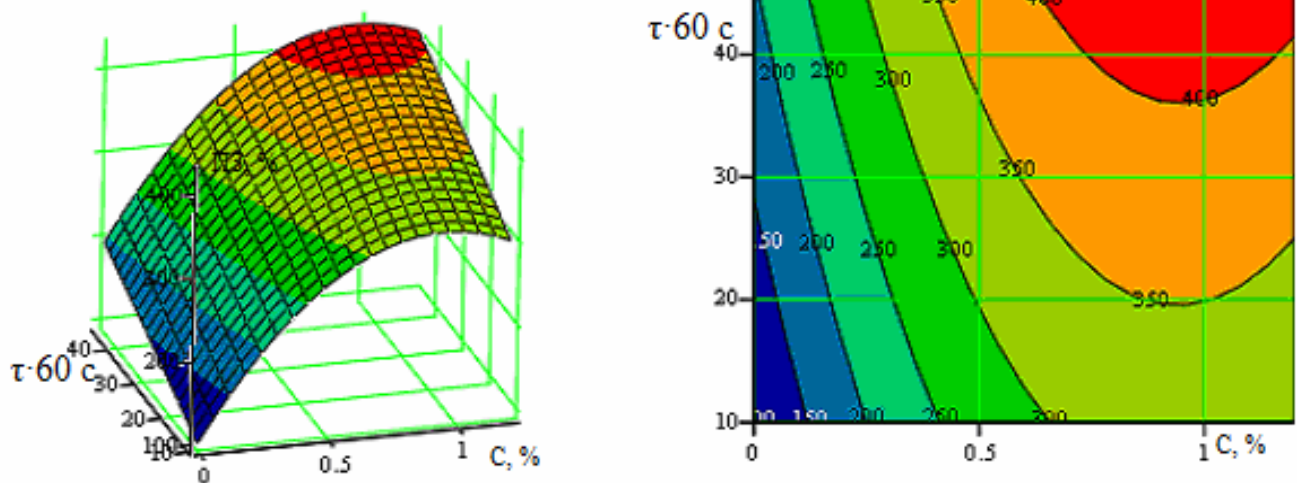


Рисунок 2.5 – Залежність змін ПЗ яєчної маси від вмісту стевіозиду та часу збивання

Установлено, що збивання яєчної маси з додаванням стевіозиду до 0,5% збільшує піноздатність суміші до 400%. При збільшенні концентрації стевіозиду піноздатність лишається на рівні 400%. Додавання стевіозиду під час збивання яєчної маси також прискорює процес одержання яєчної піни вдвічі. ПС за наявності підсолоджувача також збільшується. Уведення стевіозиду вже в кількості 0,1% до маси яєць призводить до підвищення піностійкості на 10% порівняно з такою у контрольного зразка. Унаслідок введення до 0,5% стевіозиду ПС зростає до 90%.

Результати цих досліджень підтверджують відомості, що стевіозид є глікозидом рослинного походження [123] з поверхнево-активними властивостями та позитивно впливає на формування збитої яєчної маси. Його розчин з яйцем у разі збивання утворює густу стійку піну. Таким чином, стевіозид позитивно впливає на піноздатність та піностійкість яєчної суміші.

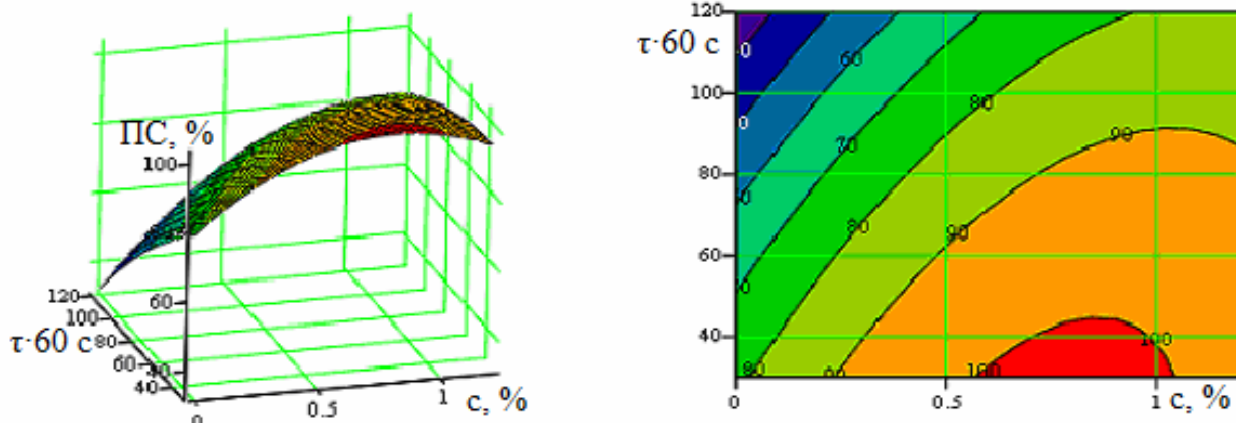


Рисунок 2.6 – Залежність змін ПС яєчної маси від вмісту стевіозиду та часу відстоювання

Підтверджено дані щодо піноутворювальних властивостей стевіозиду та стабілізуючих властивостей еламіну. Встановлена доцільність використання сухого еламіну. Разом з тим використання сухого еламіну незручно з точки зору дисперсності добавок та часу необхідного для їх рівномірного розподілення по всьому об'єму бісквітного тіста. Зважаючи на це та на те, що добавки дозволяють скоротити процес формування збитої яєчної маси, нами були проведені дослідження розмірів частинок добавок та умов необхідних для їх рівномірного розподілення. Результати цих досліджень викладені в наукових працях [124] та свідчать, що 95% часточок еламіну мають розміри 1500 мкм^2 , а 67% стевіозиду 1000 мкм^2 . Також значну частину в стевіозиді (35%) займають часточки, площа яких становить 1500 мкм^2 . Що стосується максимального розміру часточок, то він майже

однаковий в обох дослідних добавках і найбільше його значення досягає 35000 мкм². В еламіні таких часточок до 1%, а в стевіозиді до 0,5%. Рівномірність розподілення запропонованих концентрацій еламіну досягається за 12·60 с, а стевіозиду за 2–3·60 с. Виходячи з цього, значення часу, який запропоновано нами для одержання яєчної піни під час виробництва бісквіта (20–25 ·60 с), цілком достатньо для рівномірного розподілення добавок – еламіну та стевіозиду. Докладніше ці дослідження викладені [125]. Нами встановлено, що використання добавок не ускладнює параметрів виробництва бісквітів. Математична обробка піноутворювальної здатності та піностійкості бісквітної піни наведена в додатку А.

На наш погляд, виникнення ефекту збільшення піноутворення дослідних зразків яєчної суміші пояснюється тим, що еламін сприяє підвищенню міцності й еластичності стінок повітряних пухирців, у результаті чого в піні під час збивання утримується більша кількість повітря. Ці результати узгоджуються з літературними даними щодо впливу еламіну на піноутворювальну здатність харчових систем. Стосовно стевіозиду, його позитивний вплив на ПЗ та ПС може бути пояснений його поверхнево-активними властивостями. Результати наших досліджень з цього питання наведені в наступному підрозділі.

2.2. Поверхнево-активні властивості яєчної суміші та дисперсний склад збитої яєчної маси в присутності еламіну та стевіозиду

Особливо важливим етапом виробництва бісквіта, що безпосередньо впливає на його споживні властивості є одержання яєчно-цукрової пінної маси. Заміна цукру підсолоджувачем впливає на перебіг цього процесу і, як наслідок, на структуру та якість готового виробу, оскільки цукрозамінникам чи підсолоджувачам не притаманні всі властивості цукру. Ураховуючи, що стевіозид та еламін прискорюють процес отримання піни та значно збільшують піноутворювальну здатність яєчної маси, тому необхідно було

дослідити вплив еламіну та стевіозиду на коефіцієнт поверхневого натягу ячної маси (рис. 2.7). Можна прогнозувати, що ці добавки будуть зменшувати її поверхневий натяг.

Апроксимація отриманих експериментальних даних проводилася за допомогою пакету програм MathCad поліномом третього ступеня.

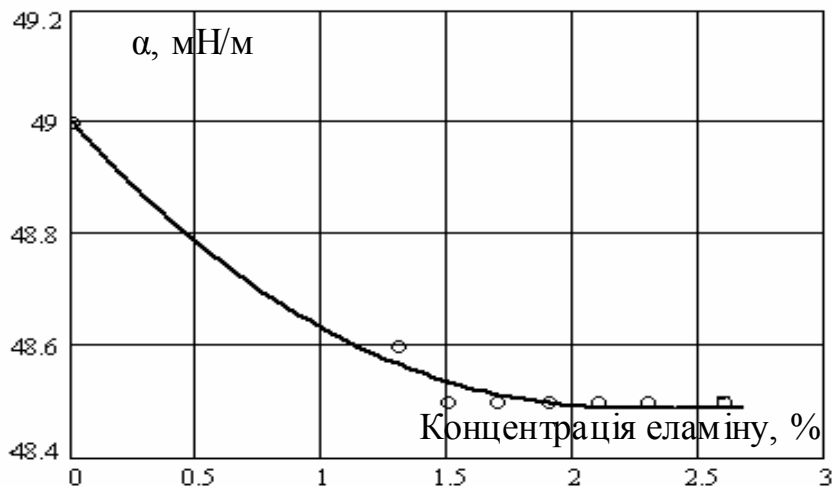


Рисунок 2.7 – Коефіцієнт поверхневого натягу ячної маси з різними концентраціями еламіну

У результаті цього для зміни коефіцієнта поверхневого натягу досліджуваних зразків із зміною концентрацій еламіну (2.5) і стевіозиду (2.6) з раніше описаних діапазонів, отримані залежності:

$$\alpha(C_{el}) = 49.001 - 0.435 \cdot C_{el} + 0.015 \cdot C_{el}^2 + 0.036 \cdot C_{el}^3, \quad (2.5)$$

$$\alpha(C_{st}) = 49.254 - 12.237 \cdot C_{st} + 9.92 \cdot C_{st}^2 + 1.914 \cdot C_{st}^3. \quad (2.6)$$

Значення коефіцієнта поверхневого натягу ячної маси зі стевіозидом, наведені на рис.2.8.

З отриманих результатів (рис. 2.7, 2.8) видно, що додавання еламіну в кількості 1,3–2,6% змінює поверхневий натяг ячної маси, проте менш суттєво, ніж додавання стевіозиду, з внесенням глікозиду. Істотне зменшення поверхневого натягу сприяє активному піноутворенню. Механізм

поверхневої активності стевіозиду складний через об'ємну будову його молекул, у яких полярні фрагменти чергуються з неполярними.

Установлено, що добавки дещо по-різному впливають на поверхневий натяг ячної маси. Еламін має незначну поверхневу активність (поверхневий натяг ячної суміші знижується на 1%) унаслідок унесення 1,3–2,6% його в ячну масу.

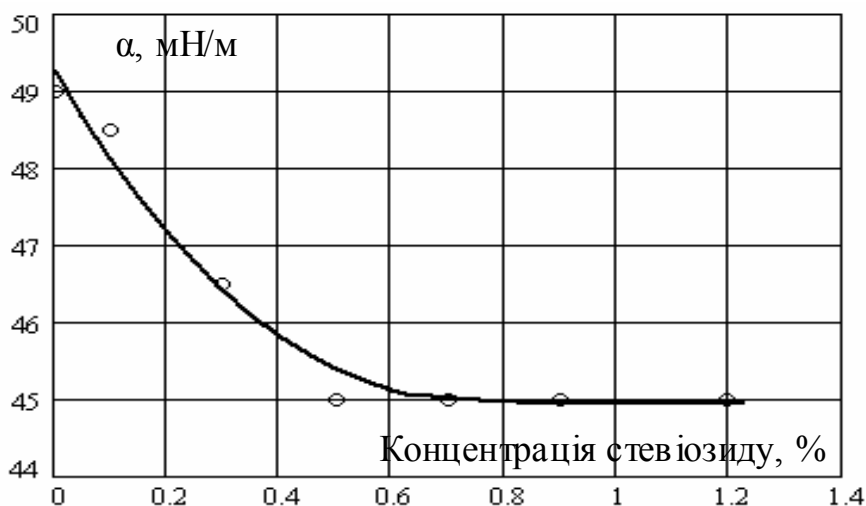


Рисунок 2.8 – Коефіцієнт поверхневого натягу ячної маси з різними концентраціями стевіозиду.

Додавання стевіозиду концентрацій 0,1–1,2% знижує поверхневий натяг ячної маси на 8%. Уже в разі додавання 0,3% від маси яйця поверхнева активність ячної маси знижується на 5,2%. Утворення насиченого адсорбційного шару на поверхні розділу фаз спостерігається за концентрації стевіозиду 0,5–0,9% в ячній масі. Подальше збільшення кількості глікозиду збільшує цей показник. Це свідчить про те, що стевіозид можна віднести до ПАВ, бо саме молекули ПАВ у результаті адсорбції на межі розділу фаз значно знижують поверхневий натяг. Отримані результати дозволяють прогнозувати, що використання еламіну і стевіозиду дозволить отримати продукт, який за якістю не поступатиметься традиційному ій одночасно матиме лікувально-профілактичні властивості. Подальші наші дослідження були спрямовані на виявлення впливу еламіну та стевіозиду на дисперсність піни, яка суттєво впливає на якість готової бісквітної продукції.

Формування дрібнопористої, добре розпушеної м'якушки бісквіта відбувається завдяки високій збитості яєчно-цукрової маси і тому стабілізація пінної структури бісквіта є передумовою одержання виробів високої якості. Під впливом сили тяжіння дисперсійне середовище, яким є яєчна піна, тече, плівки рідкого середовища стають тонкими і, як наслідок, зливаються, тобто коалесцирують. Під час коалесценції поверхня розділу фаз скорочується (піна осідає) і зменшується поверхнева енергія системи. Стійкий стан системи відповідає повній коалесценції, тобто розшаруванню системи з утворенням мінімальної поверхні розділу між фазами газ-рідина у вигляді горизонтальної площини [35; 126; 127].

Оскільки й еламін, і стевіозид впливають на швидкість дифузії, що видно з досліджень піностійкості системи, то необхідно знати ступінь впливу кожного з цих компонентів на дисперсний склад піни. Основним методом визначення дисперсного складу пін є метод мікрофотографування. Предметом дослідження були піни, отримані із яйця; яйця з додаванням еламіну; яйця з додаванням стевіозиду. Піни були отримані методом збивання. Отримували мікрофотографії кожного із зразків піни. Далі за фотографіями була розрахована відносна кількість пухирців. Надалі базували інтегральну функцію розподілу пухирців повітря в піні за діаметрами, яка визначається відносною кількістю пухирців $\Delta N/N_0$ (де ΔN – число пухирців, що припадає на вузький інтервал діаметрів пухирців $d_1 d+\Delta d$, N_0 – загальна кількість пухирців на фотографії). Але дисперсність, тобто середній діаметр пухирців, визначається через диференціальну функцію розподілу пухирців за діаметрами, яка задається як

$$f(d) = \frac{\Delta N}{N_0 \Delta d}, \quad (2.5)$$

де Δd – нескінченно малий інтервал діаметрів пухирців.

На рис. 2.9. наведена одержана графічним диференціюванням інтегральної характеристики розподілу пухирців піни за діаметрами

диференціальна функція розподілу пухирців за діаметрами для досліджуваних зразків. Дисперсність – це величина зворотна середньому радіуса (або діаметра) пухирців, який записується як

$$\bar{r} = \int_{r \min}^{r \max} rf(r)dr \quad (2.6)$$

Для знаходження дисперсності для кривих, які представленні на рис. 2.12, можна розрахувати ширину кожної із ліній напіввисоти.

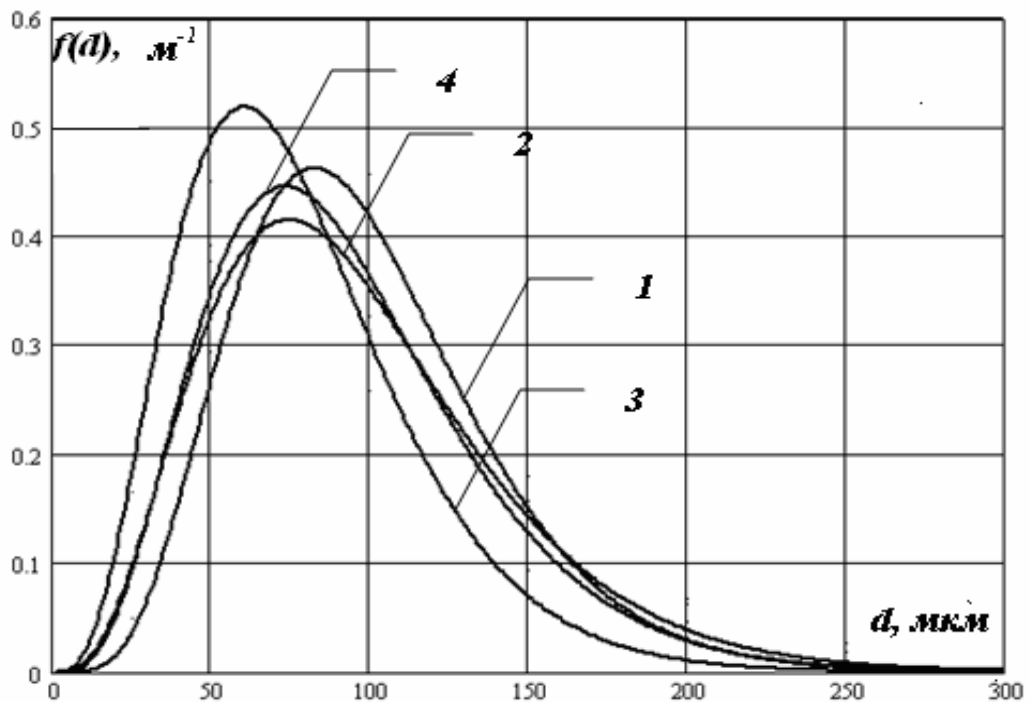


Рисунок 2.9 – Диференціальні функції розподілу пухирців повітря в піні за діаметрами для зразків: 1 – збита ясна маса (ЗЯМ); 2 – ЗЯМ+ еламін (конц-я еламіну 1,3%); 3 – ЗЯМ + стевіозид (конц-я стевіозиду 0,5%); 4 – ЗЯМ + еламін (конц-я еламіну 1,5%) + стевіозид (конц-я стевіозиду 0,3%)

Розрахункові лінії напіввисоти диференціальних функцій розподілу пухирців повітря за діаметрами наведені в табл. 2.2.

Значення ширини ліній напіввисоти

Збита яєчна маса	Ширина лінії напіввисоти, мкм
Контроль	97±4
з додаванням еламіну 1,3%	90±4
з додаванням стевіозиду 0,5%	78±4
з додаванням еламіну 1,5% та стевіозиду 0,3%	85±4

Ширина лінії напіввисоти характеризує дисперсність піни: чим менша ширина лінії, тим ближча піна до монодисперсної, чим більша – тим ближча піна до полідисперсної. Найближчим до монодисперсної піни є зразок піни із найменшою шириною на піввисоті функції розподілу пухирців за діаметрами. Зразок із збитої яєчної маси з додаванням стевіозиду (концентрація стевіозиду 0,5%) (крива 3), наступним є – зразок із збитої яєчної маси з додаванням еламіну (концентрація еламіну 1,5%) та стевіозиду (концентрація стевіозиду 0,3%), останнім – зразок із збитої яєчної маси з додаванням еламіну (концентрація еламіну 1,3%). Піна отримана із яйця без добавок має найбільш віддалену від монодисперсної структуру, оскільки ширина функції розподілу пухирців за діаметрами напіввисоті найбільша серед досліджуваних зразків. Таким чином, додавання до яйця стевіозиду та еламіну сприяє зменшенню полідисперсності пін.

Найбільш імовірні діаметри (dim) пухирців за діаметрами (рис. 2.10) були знайдені за максимальним значенням на кривих. А середні значення діаметрів визначали за формулою (2.6). Значення розрахункових діаметрів пухирців наведено в табл. 2.3.

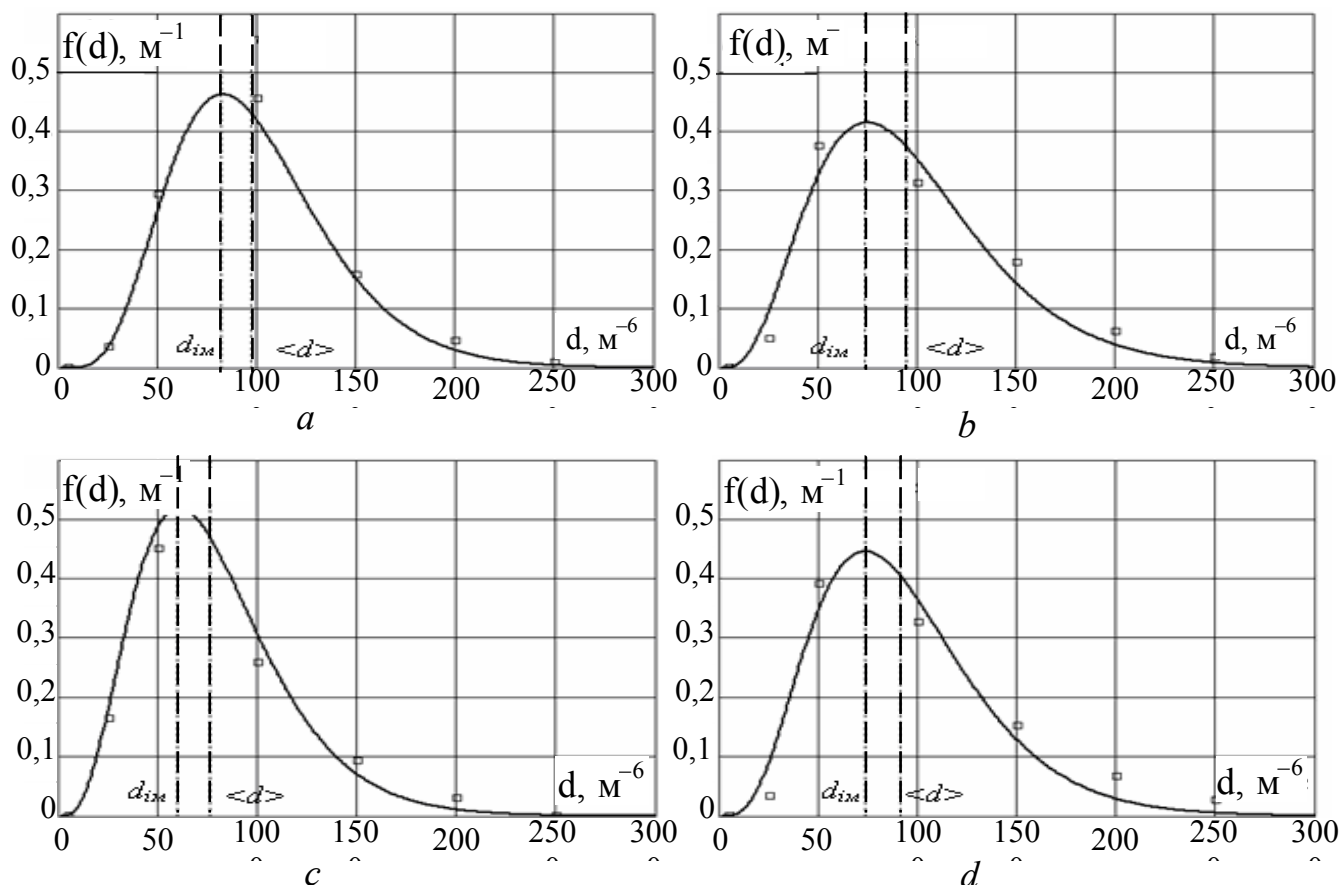


Рисунок 2.10 – Найбільш імовірні та середні діаметри пін зі збитої яєчної маси:
***a* – контроль; *b* – із додаванням еламіну 1,3%; *c* – із додаванням стевіозиду 0,5%; *d* – із**
додаванням еламіну 1,5% та стевіозиду 0,3%

Таблиця 2.3

Значення розрахованих діаметрів пухирців досліджуваних зразків

Зразок	Середній діаметр ($\langle d \rangle$), мкм	Найбільш імовірний діаметр (d_{im}), мкм
збита яєчна маса	98±4	82±4
збита яєчна маса + еламін (концентрація еламіну 1,3%)	95±4	74±3
збита яєчна маса + стевіозид (концентрація стевіозиду 0,5%)	77±3	60±3
збита яєчна маса + еламін (еламіну 1,5%) + стевіозид (концентрація стевіозиду 0,3%)	91±4	73±3

Із наведених результатів видно, що додавання еламіну та стевіозиду під час отримання збитої ячної маси сприяє зменшенню найбільш імовірного та середнього діаметра пухирців в отримуваних пінах, що є позитивною якісною характеристикою піни.

За результатами дослідження можна зробити висновок, що додавання еламіну та стевіозиду до яйця сприяє зменшенню полідисперсності піни та зменшенню найбільш імовірного та середнього діаметра пухирців, що сприяє збільшенню стійкості пін та підвищенню їх якісних властивостей.

2.3. Вплив еламіну та стевіозиду на стан рухливості води в системах: «збита ячна маса – еламін»; «збита ячна маса – стевіозид» та в'язкість бісквітного тіста

Бісквітна піна – пористоплівчас та дисперсна система, в якій бульбашки повітря розділені тонкими плівками рідини. Під впливом стікання рідини плівки стають більш тонкими, лопаються, піна коалесціюється й тісто ущільнюється. Завдяки здатності утримувати воду, еламін запобігає стіканню з плівок рідини й тим самим стабілізує каркас піни, а в подальшому зберігає об'єм виробів і забезпечує рівномірний розподіл у ньому пор, тобто діє як стабілізатор піни. Стевіозид – перспективний з точки зору результатів піноутворювальної здатності ячної маси [126]. Вода зумовлює консистенцію дослідних систем та їх структуру, впливає на зовнішній вигляд, смак і стійкість продукту під час зберігання. Більш рухливі молекули води менше здатні підтримати процеси, що руйнують харчові продукти такі, як ріст мікроорганізмів і гідролітичні хімічні реакції [127; 128].

Показник «активність води» є важливим критерієм характеристики стану води в харчових продуктах та широко використовується в усьому світі, як для прогнозування властивостей продуктів, так і є потужним інструментом регулювання якості харчового продукту та строків його зберігання [129], що робить цей показник невід'ємним у ході наших

досліджень. Оцінку рухливості води в дослідних зразках проведено шляхом аналізу часу спін-спінової релаксації T_2 , узагальнені результати якої наведено на рис. 2.11.

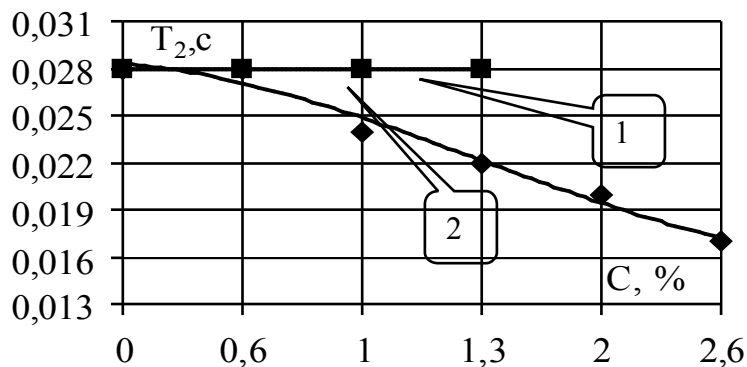


Рисунок 2.11 – Залежність часу спін-спінової релаксації T_2 від концентрації добавок у збитій яєчній масі: 1 – стевіозид; 2 – еламін

Установлено, що зі збільшенням концентрації еламіну в збитій яєчній масі виявлено тенденцію до зв'язування води. На наш погляд, вона стає менш рухливою завдяки гелеутворювальним речовинам у складі еламіну, які сприяють зниженню активності води та швидкості перебігу фізико-хімічних реакцій. Стевіозид не впливає на рухливість води в збитій яєчній масі.

Отже, дані, отримані з літературних джерел, про властивості еламіну зв'язувати вологу підтвердилися і в збитій яєчній масі, наслідком чого є висока стійкість яєчної піни з еламіном. Можна прогнозувати, що більший вміст «зв'язаної» води в дослідних зразках з еламіном порівняно з контролем буде забезпечувати триваліше збереження свіжості готових виробів.

У водному розчині молекули цукрів укриваються гідратними оболонками, що збільшує їх міжмолекулярний об'єм, знижує швидкість дифузії під час осмотичного набухання білків борошна. Особливо високогідратованими є молекули цукрози. За температури 20°C вони зв'язують та утримують від 8 до 12 молекул води. Відповідно, чим більше

цукру в рецептурі тіста, тим менше в його рідкій фазі вільної води, яка в подальшому бере участь у першу чергу в гідратації та набуханні колоїдів борошна [130]. А як відомо [131], бісквітне тісто потребує короткочасного замісу, який сприяє тому, що клейковина не встигає розвинути свої пружні властивості, у результаті тісто має м'яку та пишну консистенцію. Виходячи з цього, можна висунути гіпотезу, що для зменшення кількості цукру в бісквітному тісті необхідно введення речовини, яка б зв'язувала молекули води. Такою, на наш погляд, може бути еламін, що підтверджують дослідження із застосуванням методу ЯМР.

Експериментально встановлено, що значна частка води в збитій яєчній масі набуває тенденції до зв'язування з підвищенням концентрації еламіну переважно завдяки здатності наявних у ньому альгінатів набрякати та утримувати вільну вологу в просторовому каркасі полімерних волокон. Унаслідок цього вони беруть участь у зміцненні структури білкового каркасу яйця за рахунок зменшення рухливості води в плівках піни. Це підтверджує можливість його застосування як стабілізатора піни під час виробництва бісквіта. Дослідження впливу натурального підсолоджувача стевіозиду показали відсутність його дії на рухливість води в збитій яєчній масі. Це свідчить про можливість використання стевіозиду у виробництві бісквіта без ризику зміни режимів виготовлення. За рахунок здатності еламіну «зв'язувати» вологу можна припустити, що буде підвищуватися в'язкість бісквітного тіста.

Попередніми дослідженнями встановлено, що еламін сприяє високій стійкості збитої яєчної маси, зважаючи на це можна припустити, що і бісквітне тісто з еламіном буде більш стійким до механічного руйнування його структури під час замішування, дозування, формування.

Результати реологічних досліджень бісквітного тіста з еламіном (1,3–2,6% до яєчної маси) наведено на рис. 2.12. Дослідження проводили за умов: $T=18\pm 3^{\circ}\text{C}$, $\varphi=75\%$.

За даними кривими визначено, що введення еламіну сприяє підвищенню в'язкості бісквітного тіста, що призводить до стабілізації

його консистенції, цей факт підтверджують наші попередні дослідження зі збільшення стійкості піни в присутності полісахариду.

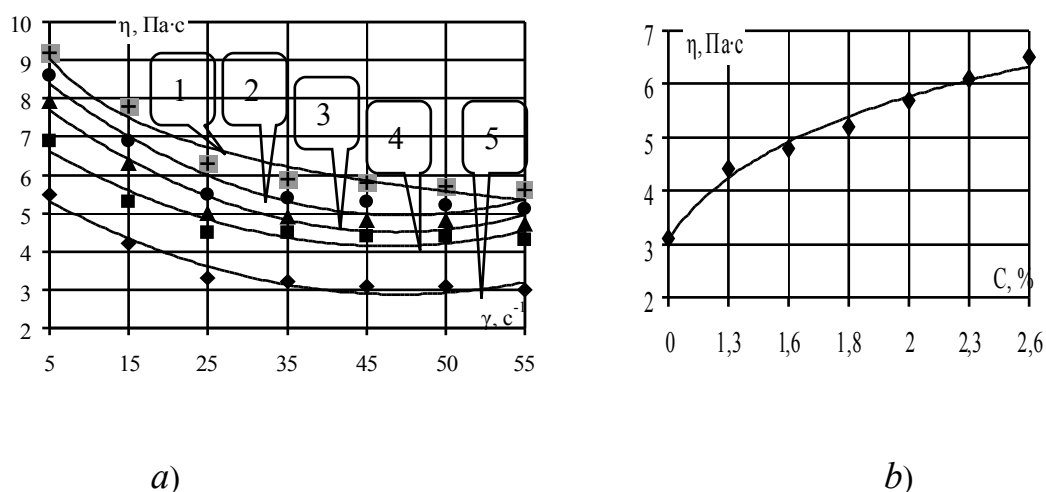


Рисунок 2.12 – Ефективна в'язкість бісквітного тіста з еламіном залежно від швидкості зсуву (a) та кількості еламіну в бісквітному тісті (b)

($\gamma = 50 \text{ c}^{-1}$), %: 1 – 2; 2 – 1,7; 3 – 1,5; 4 – 1,3; 5 – контроль

Експериментальні дослідження щодо визначення в'язкості залежно від швидкості зсуву дозволяють стверджувати, що досліджувані зразки являють собою неньютонівські рідини, де спостерігається зменшення в'язкості за умов збільшення швидкості зсуву (рис. 2.12a). Проте вищевказане поведіння системи, ймовірно, обумовлено такими складовими системи, як яєчна суміш та цукор, що формують основні реологічні характеристики об'єктів дослідження, зокрема піноподібна структура під час вимірювання може змінювати внутрішню будову. Характер кривих (рис. 2.12a) вказує на те, що в'язкість стрімко знижується, наприклад, у зразка з максимальною концентрацією еламіну 2% з $9,2 \pm 0,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$ до $5,9 \pm 0,2 \text{ Па}\cdot\text{с}$ за умов збільшення швидкості зсуву з 5 до 35, таке ж саме стрімке зниження в'язкості відбувається і у інших зразків. Останнє, ймовірно, пов'язане із введенням еламіну до системи та формуванням більш в'язкої суміші, де відбувається певне перерозподілення води та формування фізично зв'язаної води навколо часточок еламіну.

Наведені результати на рис. 2.12b також свідчать про підвищення в'язкості за визначених швидкостей зсуву у разі збільшення масової частки еламіну 1,3–2%. Зокрема, для зразку, що містить 1,3–1,5% еламіну в'язкість складає $4,4\text{--}4,7 \pm 0,2$ Па·с, для систем за концентрації 2,6% – $6,51 \pm 0,2$ Па·с, що є занадто в'язкою для бісквітного тіста.

Ураховуючи реологічні та попередні дослідження про вплив еламіну на процес отримання збитої ячної маси, доцільно використання еламіну під час виготовлення бісквіта в кількості 1,3–1,5% до маси яєць.

Тістові маси для бісквітів відносяться до піноподібних слабоструктурованих мас. Висока кількість цукру в рецептурі бісквітів обумовлює його вагому роль у структуроутворенні. Зниження концентрації цукру зменшує в'язкість рідини в каналах Плато-Гіббса, а це прискорює дренаж рідини каналами, тобто знижує стійкість піни. Як відомо, цукор має високі дегідратуючі властивості, які допомагають зв'язувати частину вільної вологи в системі [34], що зумовлює збільшення в'язкості бісквітного тіста. Тому за критерій раціональної заміни цукру стевіозидом ми обрали значення в'язкості бісквітного тіста. Спираючись на дані, про те, що низка природних глікозидів є сильними піноутворювачами та як видно з досліджень в'язкості, майже не впливають на неї, а полісахариди (до яких відноситься еламін) мають стабілізуючі властивості (як і цукор), та спираючись на наші попередні дослідження ПЗ та ПС, доцільно досліджувати їх поєднане використання. Тому наступним етапом наших досліджень було вивчення оптимальної кількості заміни цукру стевіозидом (залежно від в'язкості бісквітного тіста) (рис. 2.13).

Заміна цукру на стевіозид відбувалася в залежності від коефіцієнта солодкості стевіозиду відносно до цукру (розділ 2.1). У дослідний зразок № 2 додавали еламін (1,5% до маси яєць). Контролем слугувало бісквітне тісто, вироблене за традиційною рецептурою.

За допомогою досліджень в'язкості, результати яких зображені на рис. 2.16, встановлено відсутність впливу стевіозиду на в'язкість бісквітного тіста.

Визначено, що заміна цукру стевіозидом без використання речовини, що збільшила в'язкість до рівня контролю, неможлива.

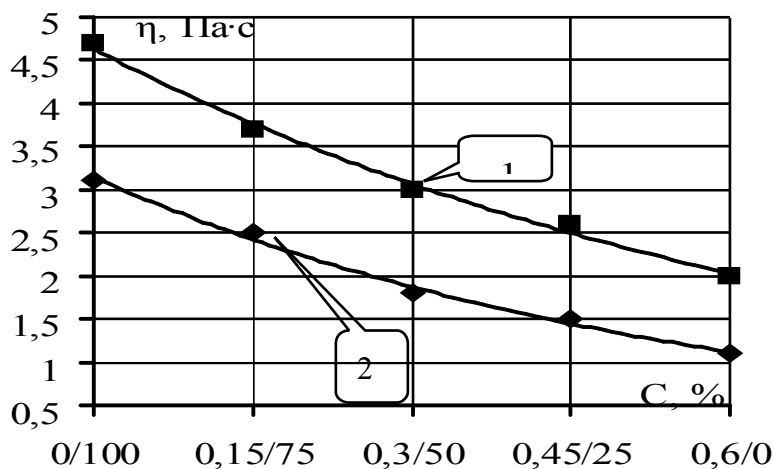


Рисунок 2.13. – В'язкість бісквітного тіста з різними співвідношеннями в ньому стевіозид-цукор (за $\gamma=50$ с-1): 1 – бісквітне тісто з еламіном та стевіозидом; 2 – бісквітне тісто зі стевіозидом

При введенні у бісквітне тісто 1,5% еламіну до маси яєць, його ефективна в'язкість зростає до 4,7 Па·с (рис. 2.13, крива 2), що становить 151% від контролю, а при заміні 50% цукру стевіозидом та з додаванням еламіну – 3 Па·с (що знаходиться на рівні контрольного зразка – 3,1 Па·с). при зменшенні концентрації цукру в бісквітному тісті до 75–100% та з додаванням еламіну в'язкість нижча за контроль на 16,2 та 35,48% відповідно, що не дозволяє рекомендувати його для розробки нових видів бісквітів. Тісто зі 100% заміною рецептурної кількості цукру має легкий гіркуватий присмак, що властивий стевіозиду та в'язкість, що не дозволить отримати якісні вироби. Бісквітне тісто з заміною цукру 50–75% має співвідношення, необхідне для відчуття солодкості на рівні контролю, що є підставою для використання їх за основу створення нових бісквітів. Реологічні характеристики тіста на стевіозиді з еламіном та 50%- вилученням рецептурної кількості цукру наближаються до відповідних характеристик тіста контрольного зразка. Одержання бісквітного тіста з вилученням 50% цукру та в'язкістю на рівні контролю, на наш погляд,

пов'язано з більш повільною рухливістю молекул води завдяки наявності еламіну, яка визначається станом сітки водневих зв'язків. За величиною рухливості молекул води роблять висновок про ступінь зв'язування її в тісті [132]. Попередніми дослідженнями було встановлено, що додавання еламіну до збитої яєчної маси дозволяє виявити тенденцію до зв'язування вологи. Так, урахуваючи дослідження динаміки змін стану та кількості води збитої яєчної маси з еламіном, можна припустити, що в'язкісні характеристики бісквітного тіста з 50% заміною цукру стевіозидом та з 1,5% еламіну знаходиться на рівні контролю завдяки здатності еламіну зменшувати рухливість молекул води.

Результати досліджень часу спін-спінової релаксації T_2 у бісквітному тісті, приготовленому за традиційною рецептурою, з 50% заміною цукру на стевіозид та з 50% заміною цукру на стевіозид з додаванням 1,5% еламіну до маси яйця наведено такі:

Для бісквітного тіста:	Час спін-спінової релаксації
– з еламіном та 50% вилученням цукру	– $2,94 \cdot 10^{-2} \pm 0,2 \cdot 10^{-2}$ с
– з 50% вилученням цукру	– $1,95 \cdot 10^{-2} \pm 0,2 \cdot 10^{-2}$ с
– контроль	– $1,82 \cdot 10^{-2} \pm 0,2 \cdot 10^{-2}$ с

Відомо, що для води час спін-спінової релаксації склалає $21 \cdot 10^{-2}$ с. З даних таблиці видно, що по відношенню до води цей показник у бісквітному тісті знизився на порядок. Зменшення цього показника свідчить про зниження молекулярної рухливості, тобто про більшу зв'язаність води [34].

Додавання до бісквітного тіста з еламіном та 50% заміною цукру призводить до зменшення часу спін-спінової релаксації до рівня контролю. Це підтверджує, що еламін здатен зв'язувати воду в дисперсній системі, якою є бісквітне тісто, а також те, що можливим є формування якості бісквіта з 50% заміною цукру на стевіозид та збагаченням його на йод за рахунок додавання 1,5% еламіну до маси яйця. Уважаємо за доцільне

використовувати разом цукор, стевіозид та еламін у встановленому оптимальному співвідношенні (20 : 0,2 : 1). Вологоутримувальні речовини добавки еламін дозволяють отримати бісквітне тісто зі зменшеною на 50% кількістю цукру та тими ж показниками в'язкості, що і контроль. Ці дані будуть покладені в основу створення нового виду бісквіта.

Для того, щоб наблизити структуру бісквітного тіста на стевіозиді до структури тіста на цукрі, частку цукру можемо знизити до 25%, без істотного зниження якості з одночасним додаванням речовин, що збільшують в'язкість системи. Отримати бісквіт зі значно зменшеною кількістю цукру та з консистенцією, яка властива традиційним виробам, можливо шляхом використання еламіну або іншої речовини, що підвищила б в'язкість. Вченими М.І. Пересічним А.Б. Собко, О.В. Самохвалово Н.І. Черевичною, Т.О. Марцин запропоновано збільшення в'язкості бісквітного тіста [59; 34; 133] карагінанами, високоамілозними крахмалами HI-MAIZE 260, какао-порошком, ксампаном. Для збільшення в'язкості нами було обрано висівки. Такий вибір обумовлений декількома факторами, загальновідомим є високий вміст в висівках харчових волокон, які за рахунок властивості клітковини, що міститься в них, мають властивість обмежено набухати та позитивно впливати на процеси травлення. Більш суттєвою є здатність харчових волокон обмежувати дію травних ферментів (амілаз) і, таким чином, зменшувати всмоктування глюкози в кров людини. Харчові волокна – це прямий або непрямий бар'єр всмоктуванню глюкози, і завдяки цьому вміст харчових волокон в продукті знижує глікемічний індекс. Тому цей продукт можна назвати незамінним для тих, хто страждає на цукровий діабет [134]. Завдяки уповільненому процесу розщеплення крохмалю захворювання не буде швидко розвиватися. Основна мета, яку ми переслідуюмо під час додавання в бісквіт висівок, полягає в необхідності поліпшити його смакові та структурні якості. А, як наслідок, з їх допомогою проводиться очищення кишечника, крім цього, регулярне споживання висівок дає можливість знизити ризик виникнення раку товстої кишки. Важливо сказати, що

споживання цього продукту дає можливість надовго наситити організм, що є вирішальним фактором у боротьбі із зайвою вагою, якою, як правило, страждають хворі на цукровий діабет люди. Графік залежності в'язкості бісквітного тіста з 75% заміною рецептурного цукру стевіозидом від вмісту пшеничних висівок представлений на рис. 2.14.

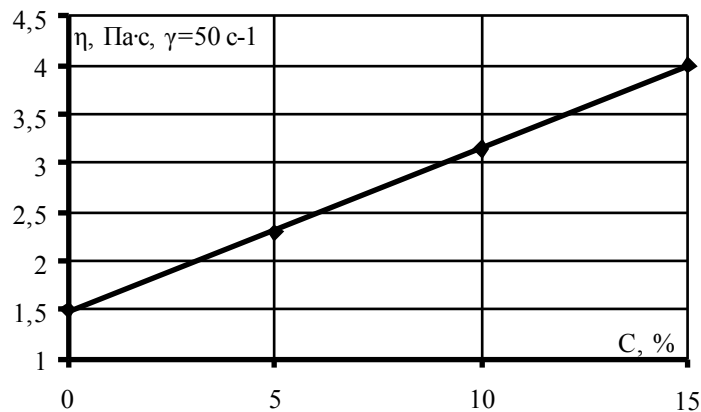


Рисунок 2.14 – В'язкість бісквітного тіста з пшеничними висівками (концентрація висівок до маси борошна)

Найкращим є діапазон використання висівок 10% до маси борошна (3,15 Па·с), що корелюється з даними інших дослідників та відповідає в'язкості бісквітного тіста, виготовленого за традиційною рецептурою. Крім того, літературні дані підтверджують позитивний вплив пшеничних висівок на стійкість піни з курячого яйця. Клітковина визначає основний склад дрібнодисперсних частинок висівок, які, адсорбуючись на поверхні пінних плівок, армують їх, підвищуючи стійкість піни. Під їх дією так само відбувається звуження і закупорювання каналів Гіббса-Плато, що уповільнює процес синерезису і робить свій внесок у стабільність піни [135].

Підводячи підсумки впливу добавок на реологічні властивості бісквітного тіста, можемо зауважити, що підтверджено раціональний діапазон використання еламіну в кількості 1,5% та стевіозиду 0,3–0,45% до маси яйця з заміною 50–75% цукру відповідно. Доцільним виявили спільне використання добавок у кількості 0,3% стевіозиду та 1,5% еламіну до маси яйця.

Отримані результати дослідження в'язкісних характеристик бісквітного тіста підтверджені методом ІЧ-спектрального аналізу. Поглинання в ІЧ-області пов'язане з молекулярними коливаннями, відповідно, ІЧ-спектри дають інформацію про будову речовин. Метод ІЧ-спектроскопії може бути використаний для аналізу майже всіх молекул з ковалентними зв'язками, крім двохатомних. ІЧ-спектри відображають детальну інформацію про структуру молекулярних з'єднань різноманітної природи: вітамінів, амінокислот, складних ефірів, цукрі, спиртів та інших [136].

Підтверджено стабілізуючу дію (рис. 2.15) еламіну при внесенні його в бісквітне тісто. Установлено підвищену здатність до зв'язування ним вологи шляхом утворення водневих зв'язків.

Із рисунка видно, що відбувається міжмолекулярна перебудова і комплексоутворення асоціатів різних комплексів сполук, про що свідчить збільшення інтенсивності ІЧ-спектрів в області частот від 3600 до 3000 cm^{-1} характерних для валентних коливань функціональних груп –ОН.

Ці дані корелюють з текстурою бісквітного тіста, його більш густою консистенцією та структурою, а саме, піноутворювальним та піностійким властивостям ячної піни. Значне збільшення інтенсивності ІЧ-спектрів в області частот від 1800 до 3000 cm^{-1} свідчить про комплексоутворення біополімерів, асоціатів або комплексів колоїдів і стабільної структури бісквітного тіста без застосування додаткових стабілізаторів.

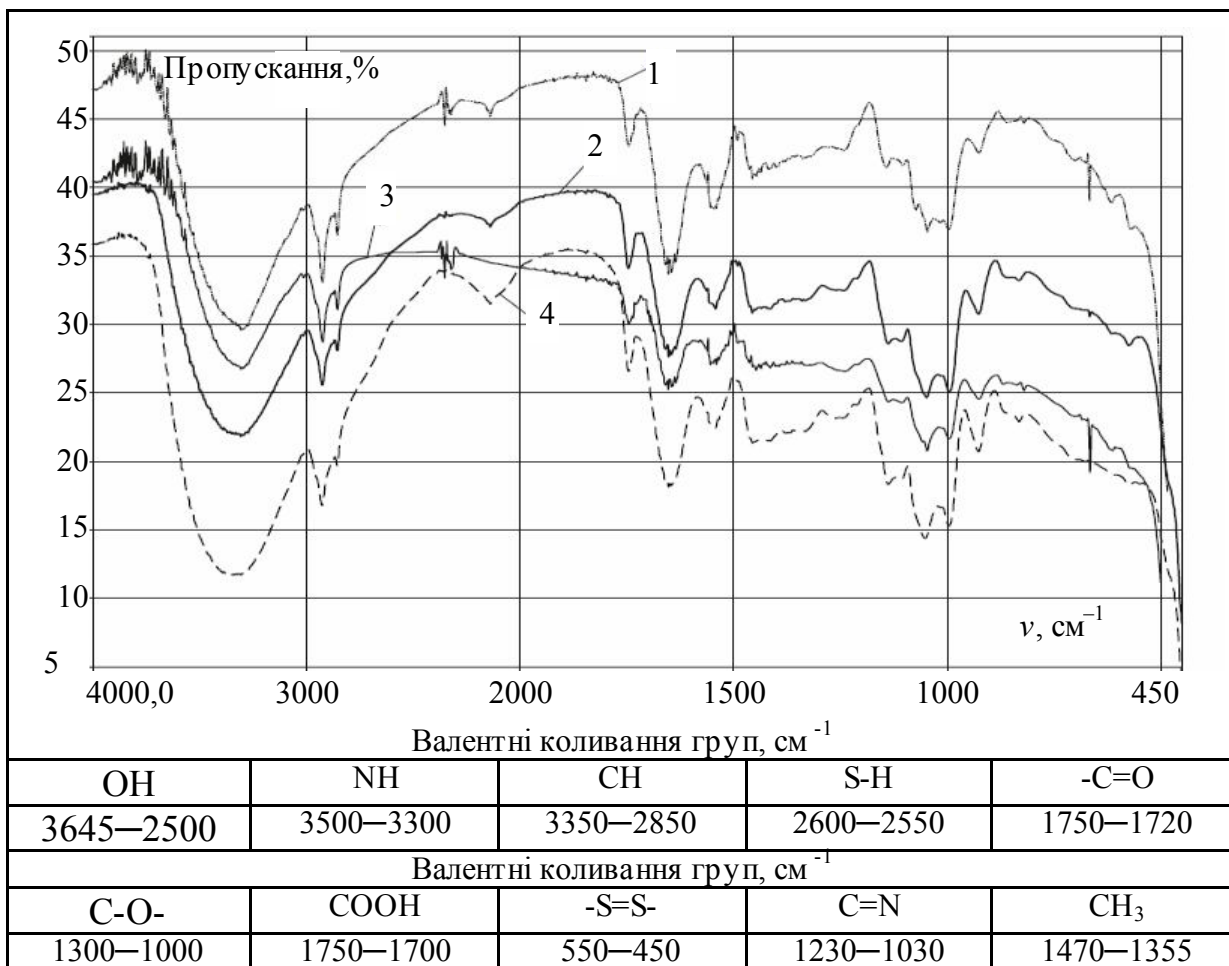


Рисунок 2.15 – ІЧ-спектри поглинання компонентів бісквітного тіста з еламіном (2), еламіном та стевіозидом (3), стевіозидом та висівками (1) контрольного (4)

Споживні властивості бісквітів залежать від багатьох факторів і, в тому числі, від властивостей пшеничного борошна та картопляного крохмалю. Подальшими дослідженнями було визначено вплив обраних концентрацій еламіну та стевіозиду на якість та основні властивості борошна та крохмалю.

2.4. Вплив еламіну та стевіозиду на кількість та якість клейковини борошна

Обмеженість даних стосовно впливу стевіозиду на клейковину борошна, а також новизна формування якості бісквітів з еламіном вимагали вивчення впливу йодовмісної добавки еламіну та природного

підсолоджувача стевіозиду на якісні показники клейковини борошна (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Вплив еламіну та стевіозиду на якість клейковини борошна

Борошно		Контроль	з додаванням еламіну 3%	з додаванням стевіозид 0,6%	з додаванням стевіозид 1%	з додаванням еламіну 3% та стевіозиду 0,6%
Показник						
Вміст клейковини, %	сирої	32,0±0,6	29,5±0,4	30,6±0,5	30,4±0,4	28,6±0,4
	сухої	11,5±0,22	10,6±0,17	11,0±0,18	10,9±0,20	10,4±0,18
Показники якості клейковини	колір	світлий із жовтуватим відтінком	світлий із зеленуватим відтінком	світлий із жовтуватим відтінком	світлий із жовтуватим відтінком	світлий із зеленуватим відтінком
	еластичність	хороша	хороша	хороша	хороша	хороша
	розтяжність	середня 19±0,5 см	середня 16±1,0 см	середня 18±0,8 см	середня 17±1,2 см	середня 16±1,8 см
Гідратаційна здатність, %		179,0 ±2,4	172,0 ±2,8	176 ±3,0	175 ±2,1	170±2,9
Деформація Н _{ідк} , од. приладу		79,0±2,7	74,0±2,5	78,0±3,0	77,0±2,3	74,0±2,0
Висновок про якість клейковини		хороша	хороша	хороша	хороша	хороша

Обрані попередніми дослідженнями концентрації добавок для виготовлення бісквітного тіста – еламіну в кількості 1,5% та стевіозиду 0,3 і 0,5% до ячної маси відповідає 3%; 0,6 і 1% відповідно до маси борошна.

Як свідчать дані табл. 2.9, під час додавання 3% еламіну від маси борошна кількість сирої клейковини зменшилась на 2,5, а сухої на 0,9%, що, на нашу думку, може бути зумовлене тим, що частка білка, поєднується з еламіном у білково-полісахаридні комплекси, що обмежує утворення гелюклейковини. Додавання стевіозиду в кількості 0,6 та 1% зменшує кількість сирої клейковини на 1,4 та 1,6% відповідно та сухої на 0,5—0,6%.

За кольором клейковина з додаванням стевіозиду не змінилася, порівнюючи з контролем, а з додаванням еламіну мала світлий із зеленуватим відтінком колір. При цьому всі зразки мали хорошу еластичність та середню розтяжність. Результати вимірювань пружних властивостей клейковини з добавками виражали в умовних одиницях приладу ІДК-2. Додавання 0,6 та 1% стевіозиду знижує гідратаційну здатність клейковини на 4%, завдяки комплексу дитерпенових глікозидів, які зменшують гідратацію протеїнових гелів борошна і сприяють зниженню пружності тіста, а додавання 3% еламіну зменшує її на 7%.

За якістю всі зразки клейковини характеризуються як хороші. Використання еламіну та стевіозиду як окремо, так і в комплексі, гальмує набрякання клейковини і підвищує пластичність тістових мас, тому використання їх під час виготовлення бісквітів є особливо доцільним. Вплив добавок на розпливаємість клейковини наведено на рисунку 2.16.

Із рисунка видно, що діаметри кульок клейковини на початковому етапі однакові у всіх зразках. Уже після першої години експерименту різниця в діаметрах кульок зразків із еламіном була помітною, а через $108 \cdot 10^{-2}$ с відлежування діаметр кульок зразків із еламіном збільшився на 11%, діаметр кульок зразків зі стевіозидом майже не змінився.

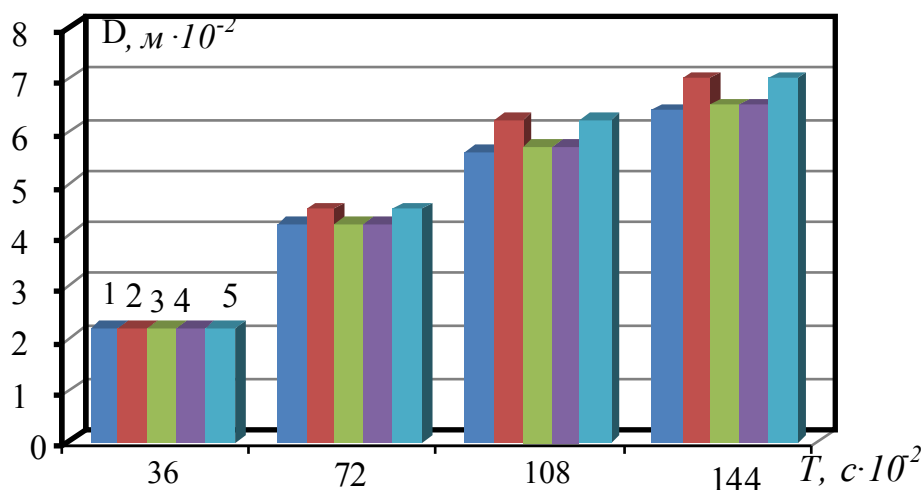


Рисунок 2.16 – Вплив еламіну та стевіозиду на розпливчастість кульки клейковини: 1 – контроль (без добавок); 2 – додавання 3% еламіну до маси борошна; 3,4 – додавання 0,6 та 1% стевіозиду до маси борошна відповідно; 5 – додавання 0,6% стевіозиду та 3% еламіну до маси борошна

Проведений комплекс досліджень впливу добавок еламіну та стевіозиду на клейковину дозволяє зробити висновок, що обрані концентрації еламіну та стевіозиду для створення збагаченого йодом бісквіта та бісквіта зі зменшеною кількістю цукру послаблює клейковину борошна та зменшує її гідратаційну здатність, це дозволяє припустити, що тісто буде легше розпушуватися пухирцями діоксиду вуглецю і позитивно вплине на виготовлення бісквіта.

Це стало можливим завдяки нашим попереднім дослідженням впливу добавок, еламіну і стевіозиду на поверхневий натяг яйця, дисперсність яєчної піни, якість клейковини борошна. Виявлено, що добавки дозволяють не лише збагатити вироби йодом та зменшити в них кількість цукру на 50–75%, а і підвищити якість структурних властивостей бісквітного тіста.

На формування структури бісквітного тіста і готового бісквіта великою мірою впливають набрякання і клейстеризація крохмалю, який вводиться за рецептурою. Таким чином, важливим є дослідити вплив добавок на крохмаль, тому що він відіграє важливу роль у процесі формування якості

під час приготування борошняних кондитерських виробів, особливо з бісквітного тіста.

2.5. Вплив добавок на клейстеризацію крохмалю та структуру бісквітного тіста

Оцінити зміни властивостей крохмалю за наявності еламіну та стевіозиду дозволять показники його клейстиризації (початкова і кінцева температура, тривалість процесу, максимальна в'язкість клейстеру), визначення яких можливе із використанням амілографа. Вивчення процесу клейстеризації борошна дає уявлення про хід клейстеризації тіста в процесі випічки. Амілограма з дуже високою максимальною в'язкістю характеризує борошно, що дає суху м'якушку, яка часто розтріскується. Амілограма з дуже низькою максимальною в'язкістю свідчить про високу активність амілолітичних ферментів і розщеплення крохмалю з утворенням великої кількості проміжних продуктів розщеплення – декстринів, що призводять до утворення липкої м'якушки.

Для досліджень були використані зразки суміші пшеничного борошна з картопляним крохмалем, в яких масова частка крохмалю складає 20%, оскільки саме такі використовуються під час виготовлення бісквіта. Попередніми дослідженнями було запропоновано використовувати 0,6 та 1% стевіозиду та 3% еламіну до маси борошна, а також їх суміш з 0,6% стевіозиду та 3% еламіну до маси борошна. Контролем була суспензія (80 г) з суміші крохмалю картопляного з борошном за вологості 14% у 450 мл води без добавок. Результати досліджень клейстеризації картопляного крохмалю в суміші з пшеничним борошном в присутності еламіну та стевіозиду наведено в таблиці 2.5.

Додавання стевіозиду в кількості 0,6 та 1% від маси борошна не змінює температуру та час початку і закінчення клейстеризації крохмалю, але підвищує максимальну в'язкість клейстера на 50 од. ам. Еламін у кількості

3% від маси борошна має однаковий вплив на показники клейстеризації крохмалю, як і в комплексі зі стевіозидом (зменшення часу закінчення клейстеризації на 3·60 с, зниження температури початку цього процесу на 1°С, відсутність впливу на температуру закінчення клейстеризації, відзначається зростання значень максимальної в'язкості борошняної суспензії на 11%, що дорівнює 100 од. ам.).

На наш погляд, це можна пояснити впливом на крохмаль кислих полісахаридів, зокрема альгінату натрію та деяких інших, які містяться в еламіні [137].

Таблиця 2.5

Показники клейстеризації картопляного крохмалю в суміші з пшеничним борошном в присутності еламіну та стевіозиду

Суміш борошна та картопляного крохмалю	Контроль	Із додаванням 3% еламіну	Із додаванням 0,6% стевіозиду	З додаванням 1% стевіозиду	З додаванням 3% еламіну та 0,6% стевіозиду
Параметри клейстеризації крохмалю					
Час початку, (·60 с)	25±0,3	25±0,5	25±0,5	25±0,5	25±0,5
Час закінчення, (·60 с)	40,0±1,0	37,0±0,5	41,0±0,5	40,0±0,5	37,0±0,6
Температура початку, С	60,0±0,5	59,0±0,2	60±0,3	60,0±0,5	59,0±0,3
Температура закінчення, С	87,0±0,5	87,0±0,2	88,0±1,0	87,0±0,2	87,0±0,5
Максимальна в'язкість, од. ам.	920±10	1020±5	970±10	970±10	1020±7

Отримані дані співпадають з результатами наукових праць про дослідження впливу полісахаридів та глікозидів, в тому числі й еламіну та

підсолоджувачів зі стевії. Таким чином, можна зробити висновок, що еламін впливає на процес клейстеризації крохмалю при, цьому знижується температура початку та зменшується час закінчення клейстеризації і зростає в'язкість клейстеру. Зміни температури клейстеризації крохмалю впливають на затримання його ретроградації. Це є передумовою гальмування процесів черствіння виробів з бісквітного тіста.

2.6. Моделювання рецептури бісквіта з заданими показниками якості

Для об'єктивного визначення раціонального співвідношення рецептурних компонентів визначили зміни чотирьох показників якості бісквіта залежно від кількості стевіозиду, цукру, борошна та крохмалю. Із погляду на це доцільно проводити визначення раціональних значень рецептури бісквітів на основі сучасних методів дослідження, до яких у першу чергу відносяться методи математичного моделювання [138]. Проте, беручи до уваги складність взаємозв'язків між вхідними та вихідними змінними готового продукту, що не дає повною мірою використати основні фізико-хімічні закони, та певну невизначеність параметрів сировини, що буде перероблятися, математичну модель розробки рецептури доцільно будувати на основі регресійних співвідношень. Використання даної моделі дає можливість знайти співвідношення між вхідними та вихідними змінними продукту, що розробляється, які в середньому правильно відтворюють ці залежності. Крім того, за рахунок використання сучасної теорії планування експерименту, що полягає в проведенні цілеспрямованих дослідів, можна зменшити кількість експериментів. Ми вирішили проблему зменшення кількості експериментів в три етапи. На першому етапі шляхом проведення цілеспрямованих експериментів знайшли об'єктивні залежності між компонентами рецептури готового продукту й тими значеннями, що являють собою показники якості.

На другому етапі досліджень шляхом використання методів багатокритеріальної оптимізації на основі здобутої математичної моделі знайшли значення рецептури майбутнього продукту, які дозволили максимально наблизитись до бажаних значень показників якості.

На останньому етапі остаточно перевірили знайдені параметри рецептури на відповідність установленим показникам якості й провели корегування.

Із погляду на попередні дослідження, у яких авторами визначалася раціональна кількість вхідних компонентів, та, спираючись на наші попередні дослідження в'язкості, було з'ясовано, що для одержання виробів зі стевіозидом наближених за структурою до виробів на цукрі доцільно лишати від 25% цукру в рецептурі. Як було встановлено, за солодкістю загальну кількість цукру в рецептурі бісквіта тобто 100% замінює 0,6% стевіозиду до маси яйця. Ураховуючи дослідження в'язкості, а також той факт, що за органолептичними показниками для відчуття традиційного смаку весь цукор в рецептурі бісквіта замінити неможливо, то мінімальна кількість цукру, яку маємо лишити це 25% від загальної кількості цукру в рецептурі, що дорівнює 6,75% на 100 г сировини. Еквівалентом 25% цукру є 0,15% стевіозиду до маси яйця. Завдяки цьому був обраний раціональний діапазон досліджених вхідних змінних. Ці дані були відібрані на основі методу експертного аналізу відомих (діючих) рецептур, аналізу певних літературних джерел та органолептичних показників. Також на основі аналізу показників якості бісквіта було відібрано показники, що дають найбільше уявлення щодо готової продукції, яку б хотіли отримати. Як параметри оптимізації було взято такі величини: y_1 — органолептична оцінка, y_4 — масова частка вологи, які нормуються вимогами РСТ УССР 1466-90 «Бисквиты. Технические условия»; y_2 — в'язкість (у першу чергу, на нашу думку, вхідні компоненти, а саме: зменшення рецептурної кількості цукру, будуть впливати саме на в'язкість тіста), y_3 — масова частка цукру (розрахункова), яка надає переваги зразкам зі зменшеною його кількістю (обрано саме тому,

що завданням наших досліджень є формування якості бісквіта зі зменшеною кількістю цукру). Попередніми дослідженнями встановлено раціональну концентрацію еламіну 1,5% до маси яйця, яка була незмінно внесена в усі зразки.

Визначаючи коефіцієнти вагомості показників y доцільно віддати перевагу показнику, що характеризує необхідну специфічну дію бісквіта, тобто зменшену кількість цукру. Бажаними значеннями показників якості бісквітів були обрані такі: $y_1 - 30$ б, $y_2 - 3$ Па·с, $y_3 - 6,75$ г, $y_4 - 26\%$. Показник якості y_1 , що характеризує органолептичну оцінку, для зручності, був виражений у балах.

Знайдені шляхом математичного моделювання співвідношення рецептурних компонентів бісквіта. Ці дані погоджуються з даними, отриманими в 2 розділі. Здобуті значення були перевірені під час проведення додаткових експериментів, які дали можливість упевнитися в їх оптимальності. Вони були остаточно підтверджені та є рекомендованими значеннями для даного виробництва бісквіта, який отримав назву «Здоров'я» [139]. Визначення коефіцієнтів математичної моделі для прогнозування якості бісквітів наведено в додатку Б.

Аналіз проведеного комплексу досліджень дозволив обґрунтувати та сформулювати якість і рецептури бісквітів з додаванням еламіну та стевіозиду та запропонувати їх асортимент. Проведені дослідження дозволили розробити рецептури бісквітів: з еламіном, що отримав назву «Збагачений»; зі стевіозидом та висівками – «Легкий» та з еламіном та стевіозидом «Здоров'я», який розроблено на основі отриманих за допомогою математичного моделювання.

Запропонований асортимент розроблених видів бісквітів також включає бісквіт зі стевіозидом «Легкий». передбачає заміну 75% відсотків цукру підсолоджувачем. Заміна частки цукру в рецептурі бісквіта на натуральний підсолоджувач стевіозид, який на думку низки вчених [46; 140–142], має здатність нормалізувати рівень глюкози в крові, дозволяє

створити готовий продукт із приємним смаком, що призначений як для лікувально-профілактичного харчування, так і для розширення асортименту. Для надання відтінку смаку як есенцію використовують корицю, яка до того ж має позитивний вплив на організм людини, що хворіє на ЦД [143]. Кориця має властивість відновлювати чутливість тканин до інсуліну і контролювати цукор крові. Ці зміни мають тимчасовий характер, але регулярне вживання кориці може сповільнити розвиток захворювання і його руйнівні наслідки [144]. Кориця дійсно може знизити рівень цукру в крові, що вже підтверджено недавніми дослідженнями вчених. У 2003 році в медичному журналі *Diabetes Care* було опубліковано статтю про гіпоглікемічні властивості кориці.

Ураховуючи дослідження впливу йодовмісної сировини – еламіну на етапи формування бісквітного тіста була обрана раціональна концентрація внесення добавки та розроблена рецептура бісквіта «Збагачений» і його схема виробництва.

Для обґрунтування лікувально-профілактичної дії бісквітів необхідно визначити ступінь збереження йоду під час виготовлення та в процесі зберігання, а також провести клінічні дослідження. Для підтвердження даних про позитивний вплив добавок на якість готових виробів у наступному розділі наведено товарознавчу оцінку якості розроблених бісквітів.

РОЗДІЛ 3

СПОЖИВНІ ВЛАСТИВОСТІ БІСКВІТІВ ІЗ ЕЛАМІНОМ І СТЕВІОЗИДОМ

Визначення якості бісквітів зі зменшеною кількістю цукру та збагачених йодом включає оцінювання за різними показниками. Вимоги до органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників якості та безпечності бісквітів, передбачені нормативними документами. У тому числі важливими є показники, які зумовлюють оздоровчі властивості продуктів, а саме глікемічний індекс та вміст йоду. Така продукція має сприяти не тільки покращенню фізичного стану здоров'я, але викликати задоволення під час її споживання тобто мати високі органолептичні властивості, бути безпечною, а за необхідності розфасовуватися у яскраві та зручні пакувальні матеріали.

3.1. Органолептичні показники якості бісквітів

Під час вибору продуктів споживач у першу чергу керується органолептичними показниками. За цими показниками формується відношення до якості товару, його свіжості, відповідності загальноприйнятим нормам. За відсутністю загально затвердженої шкали для балового оцінювання бісквітів використовували критерії оцінки, розроблені представниками ХДУХТ проф. О.В. Самохваловою та доц. Н.І. Черевичною. Зведені результати дегустаційного оцінювання якості нових виробів наведені в табл. 3.1.

Найвищу оцінку отримав бісквіт «Здоров'я» (4,984) за рахунок вираженого збалансованого смаку і добре розпушеній та пружній консистенції м'якушки, зумовленої властивостями стевіозиду та еламіну. Найнижчим рівнем якості за показником стан м'якушки характеризувався контрольний бісквіт (4,4 балу). Це пояснюється менш розвиненою та рівномірною пористістю та рихлістю м'якушки.

Загалом результати органолептичного оцінювання розроблених бісквітів у порівнянні з традиційним, що нормується РСТ УССР 1466-90

«Бисквиты. Технические условия» свідчать, що використання еламіну та стевіозиду не погіршує органолептичні властивості бісквіта, бісквіти «Здоров'я» та «Збагачений», у рецептурах яких використано еламін, отримали найвищу оцінку за показником «стан м'якушки», вироби характеризувалися більшою пористістю, легкістю та розпушеністю, із внесенням еламіну м'якушка набула ледь помітного зеленуватого відтінку (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Балова оцінка органолептичних показників якості бісквітів

Показник	Коефіцієнт вагомості	Максимальна оцінка	Оцінка з урахуванням коефіцієнта вагомості, бали			
			контроль	«Здоров'я»	«Збагачений»	«Легкий»
Зовнішній вигляд	0,17	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Колір кірки	0,12	5,0	5,0	5,0	4,9	5,0
Стан м'якушки	0,26	5,0	4,4	5,0	5,0	4,9
Запах	0,16	5,0	5,0	4,9	4,9	5,0
Смак	0,29	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Загальна оцінка		5,0	4,8	5,0	5,0	5,0

Поєднання стевіозиду та цукру дозволило зберегти звичні для споживача відчуття солодкості та не додало неприємних відтінків смаку. Дещо нижчі оцінки за показником «запах» отримали бісквіти «Здоров'я» та «Збагачений», що спричинено вмістом еламіну, але не зважаючи на це вони отримали загальну оцінку «відмінно». Органолептичною оцінкою виявлено високий рівень якості бісквітів із використанням нової сировини за рахунок збалансованого смаку й аромату.

3.2. Харчова цінність розроблених бісквітів

Харчова цінність бісквітів, як і будь якого харчового продукту, визначається в першу чергу його хімічним складом – кількісними характеристиками та збалансованістю за основними поживними речовинами, а саме вмістом білків, жирів, вугливодів, а також їх амінокислотним, жирокислотним і вуглеводним складом, калорійністю та засвоюваністю, вмістом вітамінів, мінеральних речовин та інших БАР. Для характеристики харчової цінності нових бісквітів розрахунковим методом визначили вміст основних нутрієнтів, енергетичну цінність та порівняно її з харчовою цінністю контрольного бісквіта. Із таблиць 3.2 та 3.3 видно, що розроблені бісквіти, порівняно з традиційним без добавок, характеризуються підвищеним вмістом практично усіх важливих для організму людини речовин. Зокрема, «Здоров'я» та «Збагачений», з йодовмісною сировиною, можуть повністю задовольнити добову потребу людини в йоді.

Таблиця 3.2

Харчова та біологічна цінність бісквіта «Збагачений» з йодом

Складові частини бісквіта	Добова потреба організму людини, мг	Контроль без добавок, на 100 г продукту	Розроблений бісквіт, на 100 г продукту
1	2	3	4
Масова частка вологи, %		25,9±0,5	27,1±0,5
Білки, г	75–90	10	10
Жири, г	80–85	7	7
Вуглеводи, у тому числі, г:	280–365	60	59
Моно- і дисахариди, г		36	35
крохмаль та інші полісахариди, г	20–25	24	24
клітковина, г		0	0
Зола, г	–	0,7	0,7
Мінеральні речовини, мг			
Калій	2500–5000	126	165

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
Кальцій	800	40	44
Фосфор	1000–1500	138	152
Залізо	15	2,0	2,5
Йод, мкг	150–300	–	170
Вітаміни, мг			
Тіамин, В ₁	1,5–2,0	0,1	0,3
Рибофлавін, В ₂	2,0–2,5	0,2	0,4
Нікотинова кислота, РР	15–25	0,3	0,6
Енергетична цінність (калорійність), кДж (кКал)	11900 (2850)	1393 (337)	1330 (318)

Вологість бісквітів впливає на їх фізичні властивості, мікрофлору та інші властивості. Виявлено збільшення масової частки вологи (МЧВ) у всіх розроблених зразках порівняно з контролем, для бісквітів «Збагачений» та «Здоров'я» цей показник не перевищує вимоги нормативної документації: не більше ніж $25 \pm 3\%$. Це свідчить про можливість підвищення виходу бісквітів під час використання для їх виробництва еламіну та стевіозиду в результаті зменшення упікання, дослідження упікання наведено в пункті 3.5.

Більш значне підвищення вологості спостерігалось у бісквітів «Легкий» із додаванням пшеничних висівок, що, імовірно, пов'язано з більш високим вмістом клітковини, що сприяє утримуванию вологи. Негативним наслідком збільшення МЧВ може бути більш активний розвиток мікрофлори. Масову частку загального цукру вдалося знизити завдяки заміні його на природній підсолоджувач стевіозид і до того ж зберегти традиційні відчуття солодкості.

Вміст білків суттєво не змінився. Значних змін зазнав їх вуглеводний склад. Загальний вміст легкозасвоюваних вуглеводів у бісквітах «Легкий» та «Здоров'я» зменшився на 69 та 40% відповідно, що є наслідком заміни частини цукру стевіозидом. Також уваги заслуговує збільшення харчових волокон у бісквітах «Легкий», порівняно з контролем. Це відбувається за рахунок уключення до рецептури висівок.

Таблиця 3.3

Харчова та біологічна цінність бісквітів «Здоров'я» та «Легкий»

Складові частини бісквіта	Добова потреба організму людини, мг	Контроль без добавок, на 100 г продукту	Розроблений вид бісквіта «Здоров'я», на 100 г продукту	Розроблений вид бісквіта «Легкий», на 100 г продукту
Масова частка вологи, %		25,9±0,5	28,0±0,2	26,2±0,4
Білки, г	75–90	10	12	13
Жири, г	80–85	7	8	8
Вуглеводи, у тому числі, г: моно- і дисахариди, г крохмаль та інші полісахариди, г клітковина, г	280–365	60	50	44
		36	22	11
		24	28	33
	20–25	0	0	2
Зола, г	–	0,7	1,6	1,2
Мінеральні речовини, мг				
Калій	900–110	126	212	216
Кальцій	600–800	40	53	60
Фосфор	1000–1200	138	163	222
Залізо	15	2,0	3,5	3,5
Йод, мкг	150–300	–	200	–
Вітаміни, мг				
Тіамин, В ₁	1,5–2,0	0,1	0,3	0,1
Рибофлавін, В ₂	2,0–2,5	0,2	0,4	0,5
Нікотинова кислота, РР	15–25	0,3	0,6	1,2
Енергетична цінність (калорійність), кДж (кКал)	11900 (2850)	1390 (337)	1247 (311)	1246 (296)

Відомо, що організм не засвоює харчові волокна, однак у процесі травлення вони відіграють винятково важливу роль – сприяють перистальтиці кишечника, а також виведенню солей важких металів, холестерину, утворюють нерозчинні хімічні сполуки з токсичними

речовинами, радіонуклідами та виводять їх з організму, а також впливають на ГІ виробів. Ученими різних країн проводяться дослідження із встановлення ГІ різних харчових продуктів, такі дослідження є дуже популярними та актуальними, а для людей, які мають дотримуватися дієт та страждають ЦД знання про глікемічний індекс продуктів, що вони споживають, є невід'ємними. Дослідженням ГІ розроблених бісквітів присвячено наступний пункт розділу.

3.3. Глікемічний індекс бісквітів зі стевіозидом

Одним із важливих показників, на який слід звертати увагу під час розробки продуктів для хворих ЦД, є показник «глікемічне навантаження». Цей показник дозволяє судити про фактичний рівень засвоєння вуглеводів порції страви, а також добового харчового раціону в цілому. Знаючи ГІ вхідних продуктів та індекс глікемічного навантаження фактичного раціону харчування, можна оцінити і відрегулювати загальний рівень і допустимість глікемічного навантаження за добу. Звичайне сумарне повсякденне харчове навантаження за ГІ коливається в широких межах – в середньому між 60 і 180. Низьким вважається рівень сумарного глікемічного навантаження, що не перевищує 80, середнім – від 81 до 119, високим – 120 і більше [145].

Глікемічний індекс – це показник впливу їжі на рівень цукру в крові, що показує, з якою швидкістю глюкоза внаслідок процесів травлення потрапляє у кровообіг. Оцінювання ГІ проводять за 100-баловою шкалою. Як стандарт, із яким порівнюють ГІ досліджуваного зразка, прийнято обирати глюкозу, або білий пшеничний хліб [146; 147]. Продукти з високим ГІ для засвоєння потребують великої кількості гормону інсуліну, на нестачу якого страждають хворі на ЦД.

Установлення показників ГІ здійснюється за двома методиками: розрахунковим способом і в клінічних умовах. Досліджено, що розрахункові значення ГІ є більшими ніж визначені в клінічних умовах, що пояснюється

стимулюванням білками секреції інсуліну [148]. Розрахунки та порівняння ГІ нових бісквітів та контрольного наведено в табл. 3.4.

Показник глікемічності – розраховано як відсотковий вміст легкозасвоюваних (швидких) вуглеводів до їх загальної кількості в сировині та готовому виробі. За 100 приймають ГІ глюкози, відповідно фруктоза – 20, мальтоза – 105, цукроза – 75, крохмаль – 70.

Таблиця 3.4

Результати розрахунків глікемічного індексу

Вуглеводи		ГІ	Бісквіти		
			Контроль	Здоров'я	Легкий
моносахариди	Глюкоза	100	0,3	0,3	0,3
			0,2	0,3	0,3
	Фруктоза	20	0,01	0,01	0,01
			0,001	0,001	0,01
ди, три, тетра-сахариди	Лактоза	50	0,02	0,02	0,02
			0,01	0,01	0,01
	Мальтоза	105	0,01	0,01	0,01
			0,01	0,01	0,01
	Сахароза	75	34,4	20,3	10,7
			25,8	15,2	8,0
полісахариди	Геміцелюлоза	0	1,5	1,9	2,1
	Клітковини	0	0,06	0,08	0,68
	Крохмаль	70	24,8	26,4	23,5
			17,4	18,5	16,5
ГІ			43,5	34,0	25,8

Розрахунки свідчать про те, що 50% заміна цукру природним підсолоджувачем стевіозидом, який має ГІ=0, забезпечує зменшення ГІ на 21%, а 75% заміна знижує ГІ на 42%. Отримані результати ГІ для бісквітів «Здоров'я» та «Легкий» 34,04–25,82, що відповідає низькому показнику ГІ раціону харчування (від 10 до 40 од.).

Отриманий показник рекомендовано дієтологами для людей, що мають зайву вагу і прагнуть схуднути, а контрольний бісквіт відповідає середньому показнику ГІ (від 40 до 60). На підставі одержаних результатів можна

підтвердити, що і з точки зору глікемічності доцільно замінити частку цукру в рецептурі бісквіта стевіозидом.

3.4. Вміст йоду в бісквітах з еламіном

Більшість носіїв йоду є нестійкими. Дослідженнями вчених Циганової, Костюченко, Вега [149; 150] встановлено, що найбільшою мірою на втрати йоду впливає температура. Максимальна температура під час виготовлення запропонованих бісквітів становить 180°С, у результаті чого реальна кількість йоду в кінцевому продукті не завжди відповідає розрахунковій. Це зумовлює необхідність проведення кількісного визначення вмісту йоду в продукті на кінцевій стадії його виробництва.

Найбільш надійними методами визначення масової концентрації йоду в харчових продуктах та добових раціонах є метод із використанням вольтамперометричного аналізатора «Екотест-ВА» [151].

Ступінь збереження йоду в розроблених видах бісквітів «Здоров'я» та «Збагачений» (табл. 3.5) визначали, порівнюючи фактичний і розрахунковий вміст елемента в бісквіті, збагаченому досліджуваною йодовмісною сировиною. Дослідження проводили на базі Інституту гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзеева та підтверджені протоколами випробувань.

Таблиця 3.5

Вміст йоду в бісквіті до та після теплової обробки

Бісквіт	Вміст йоду, мкг/100 г ±10%	
	розрахунковий	фактичний, після випікання
Збагачений	164,7	171,6
Здоров'я	202,7	215,7

На підставі проведених досліджень доведено, що тепла обробка незначно (у межах похибки) змінює вміст йоду в бісквітах. Це пов'язано з

тим, що йод в еламіні міститься в органічній формі, тобто, пов'язаний з білком, а тому під час теплової обробки бісквітів не втрачається.

Спираючись на сучасні наукові принципи, можна висунути гіпотезу, що розроблені види бісквітів, після підтвердження відповідними клінічними дослідженнями, можуть бути віднесені до лікувально-профілактичних харчових продуктів. Під час вживання рекомендованої добової дози бісквіта (50 г.) організм отримує $86 \pm 8 - 108 \pm 11$ мкг йоду, що становить 54–71% добової потреби здорової людини. Окрім збагачення йодом у бісквіті «Здоров'я», порівнянно з контролем, кількість цукру зменшено на 50%.

Таким чином, на підставі отриманих даних можна зробити висновок про те, що розроблені продукти, а саме бісквіти «Збагачений» та «Здоров'я», характеризуються підвищеною біологічною цінністю, у зв'язку зі збагаченням їх йодом, який добре зберігається в процесі випікання бісквітів. Використана йодовмісна сировина дозволяє отримати високий ступінь збереження йоду в процесі виробництва бісквітів. Для підтвердження того, що розроблені вироби можна пропонувати із метою профілактики йододефіцитних захворювань дітям і дорослим проведені відповідні клінічні дослідження.

3.5. Структурно-механічні показники якості та упікання бісквітів

Унесення принципово нової для бісквітів сировини (стевіозиду та еламіну), що характеризується багатим хімічним складом і унікальними технологічно і біологічно функціональними властивостями, а також вилучення частки цукру вимагало потреби досліджень спрямованих на визначення їх структурно-механічних властивостей (табл. 3.6). Позитивний вплив еламіну та стевіозиду на якість готової продукції підтверджено також дослідженнями пористості, питомого об'єму та здатності до стискання.

Пористість бісквіта з урахуванням його структури (розмір пор, їх однорідність) характеризує важливу його властивість – більшу або меншу

засвоюваність, яку не можна ігнорувати під час оцінювання якості текстурних характеристик бісквіта. Із нею пов'язана його засвоюваність, оскільки пористий виріб краще просочується соками шлунково-кишкового тракту, добре перетравлюється і засвоюється [152]. Високі смакові характеристики виробів забезпечує також пориста м'якушка. Вироби з пористою структурою швидко і добре пропікаються. Пористу структуру м'якушки бісквітів та висоту виробів визначили також за її питомим об'ємом. Висока вологоутримувальна здатність еламіну дає можливість прогнозувати зниження упікання і збільшення виходу готового продукту [3].

Таблиця 3.6

Структурно-механічні показники якості та упікання бісквітів

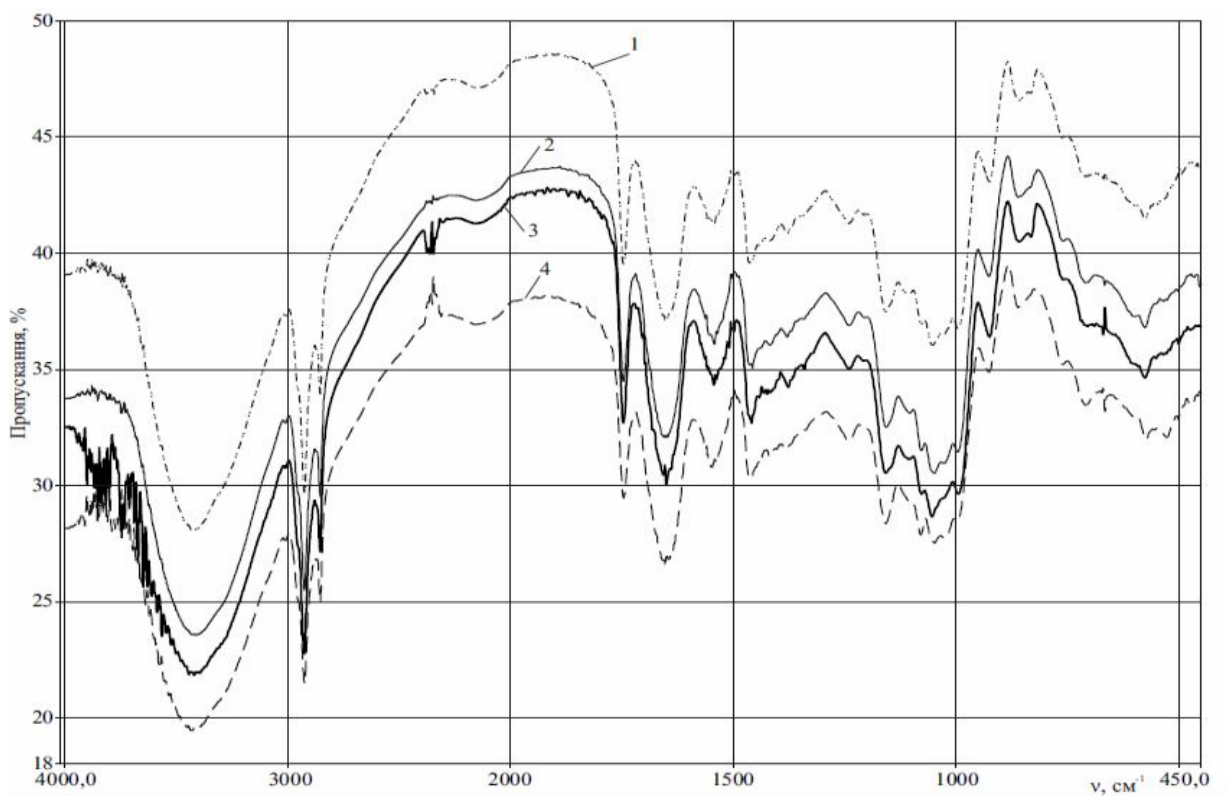
Найменування показника	Контроль	«Здоров'я»	«Легкий»	«Збагачений»
Питомий об'єм, м ³ /кг	354±15	440±15	378±15	448±15
Загальна пористість, %	75 ±2	83 ±2	79 ±2	80 ±2
Упік, %	19,5±0,3	19,0±0,2	17,0±0,5	18,2±0,3
Стискаємість, од пр.	123±5	130±5	125±5	131±5

Дослідження показали, що використання еламіну та стевіозиду підвищують пористість бісквітів «Збагачений» на 6%, та «Легкий» на 5%, порівняно із контролем. Поєднане використання добавок у бісквіті «Здоров'я» підвищує цей показник на 9%, що можна пояснити позитивним впливом добавок на піноутворювальну здатність збитої ячної маси, яка, у свою чергу, залежить від поверхневого натягу. У третьому розділі експериментально доведено, що стевіозид є ПАР та й більшою мірою, ніж еламін зменшує поверхневий натяг ячної суміші. У той час, як еламін

стабілізує збиту яєчну масу, волога, у якій, набуває тенденцію до зв'язування в присутності еламіну. Використання еламіну у виробництві бісквіта підвищує питомий об'єм на 26%, це може бути пов'язано і з підвищенням вологості зразків з еламіном, який надає можливість збільшення виходу готової продукції та зниження активності води за рахунок його високої водопоглинальної здатності. Питомий об'єм зразків зі стевіозидом та висівками збільшився на 7%, що не виходить за межі похибки та може бути наслідком високої вологопоглинальної здатності висівок та піноутворювальних властивостей стевіозиду, наслідком чого може бути істотне збільшення вологості бісквіта «Легкий». Поєднане використання добавок дає можливість підвищити питомий об'єм бісквіта на 26%. Зміна стискаємості м'якушки нових бісквітів порівняно з контрольним змінюється в межах похибки, але її зміни відстежуються в тандемі з пористістю. Зменшення упікання бісквітів пов'язано зі здатністю еламіну знижувати активність води та утримувати молекули води навколо себе (що підтверджено даними досліджень ЯМР), а завдяки цьому уповільнювати процес вологовіддачі в бісквітному тісті під час випікання. Застосування еламіну дозволяє підвищити вихід готової продукції (упікання знижується від 19,5% – у традиційного бісквіта, до 18,2% – у виробів зі стевіозидом та висівками. Структура бісквітів «Здоров'я» з еламіном та стевіозидом наближається до структури традиційних виробів і навіть покращується за питомим об'ємом і пористістю.

Проведені експериментальні дослідження свідчать про зміцнення структури бісквітного тіста дослідних зразків та нижню пухкішу консистенцією виробів, порівняно з контролем. Це можна пояснити зміною співвідношення основних компонентів з одночасним вилученням частки цукру та заміною його на стевіозид, який має поверхнево-активні властивості, що впливають на формування високодисперсної стабільної структури; наявністю еламіну, у складі якого міститься велика кількість альгінових кислот із високою вологоутримувальною здатністю.

Ураховуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що внесення добавок еламіну та стевіозиду сприяє кращому збереженню пінної структури збитої маси під час замішування тіста, його випікання та в кінцевому результаті призводить до збільшення пористості, питомого об'єму та зменшенню упікання. Якість нових видів бісквітів було доповнено використанням спектроскопічного аналізу (рис. 3.1).



Валентні коливання груп, cm^{-1}				
ОН	NH	CH	S-H	-C=O
3645...2500	3500...3300	3350...2850	2600...2550	1750...1720
Валентні коливання груп, cm^{-1}				
C-O-	COOH	-S=S-	C=N	CH ₃
1300...1000	1750...1700	550...450	1230...1030	1470...1355

Рисунок 3.1 – ІЧ-спектри розроблених бісквітів «Збагачений» (1), «Здоров'я» (2), «Легкий» (3) та контрольного зразка бісквіта (4)

Як видно з рисунка всі дослідні бісквіти мають схожий характер спектрів. Найбільш вираженими є коливання в області частот при

$\nu=3600-3000 \text{ см}^{-1}$, яка характеризує валентні коливання груп $-\text{OH}$, що, як відомо, беруть участь у побудові міжмолекулярних водневих зв'язків, та входять до складу вільної і зв'язаної вологи, фенольних сполук, дубильних речовин, цукрів і біополімерів та інших.

Вираженим є збільшення інтенсивності спектрів у бісквітів з еламіном та утворення додаткових водневих зв'язків, про міжмолекулярну перебудову і комплексоутворення в різних комплексах сполук, що може бути обумовлене властивостями альгінату натрію, який міститься в еламіні вступати в реакцію комплексоутворення. Отримані експериментальні дані досліджень методом ІЧ-спектроскопії нових видів бісквітів корелюють з їх хімічним складом, структурно-механічними характеристиками такими як стискаємість також наявним є збільшення масової частки вологи в розроблених бісквітах.

3.6. Безпечність бісквітів з еламіном та стевіозидом

Останнім часом зростає актуальність проблеми безпечності продуктів харчування, оскільки саме вона є одним із важливих факторів, які визначають здоров'я споживачів і збереження генофонду [153].

Найважливішими показниками безпечності продукції є мікробіологічні показники. Останнім часом мікробіологічному контролю харчових продуктів приділяється все більша увага, оскільки у всьому світі залишається високим (до 35%) відсоток харчових отруєнь бактеріальної природи. Результати оцінювання безпечності бісквітів за мікробіологічними показниками, проби для яких були відібрані після вистоювання, наведені табл. 3.7.

Установлено, що значення мікробіологічних показників дослідних бісквітів не перевищує встановлених нормативною документацією допустимих рівнів. Бактерій групи кишкової палички та патогенних мікроорганізмів, у тому числі роду Сальмонел, у процесі досліджень не виявлено. Вміст МАФ АнМ значно нижчий за вимоги МБВіСН та в бісквітах

із використанням еламіну в два рази нижчий за вміст їх в контрольному бісквіті.

Таблиця 3.7

Результати дослідження бісквітів за мікробіологічними показниками

Назва показника Норма та бісквіти	Кількість мезофільних аеробних і факультативно- анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), КУО/ 1г	БГКП (колі-форми), у 0,01 г	Пат. м/о, у тому числі сальмонели в 25 г.
Норма для бісквітів згідно з МБВіСН 5061-89 [137]	5×10^4	не допускаються	не допускають ся
контрольний	$0,0043 \times 10^4$	не виявлено	не виявлено
Збагачений	$0,0018 \times 10^4$	не виявлено	не виявлено
Здоров'я	$0,0021 \times 10^4$	не виявлено	не виявлено
Легкий	$0,0027 \times 10^4$	не виявлено	не виявлено

Це можна пояснити тим, що активність води в продукті впливає на життєдіяльність мікроорганізмів, а як було показано в розділі 3, еламін знижує активність води. Бісквіти виготовлені з використанням стевіозиду характеризувалися дещо вищим вмістом (МАФАнМ), який водночас був значно нижчий за вимоги безпеки. Це може бути пов'язано зі суттєво зниженим вмістом цукру в них порівняно з контролем. Отже, використання еламіну та стевіозиду у виробництві бісквітів із точки зору мікробіологічної забрудненості готової продукції є можливим. Внесення еламіну дозволяє виявити тенденцію до пригнічення росту шкідливої мікрофлори вдвічі.

Окрім мікробіологічних для характеристики харчової безпеки розроблених бісквітів досліджено вміст у них токсичних елементів та радіонуклідів. Дослідження проводили на базі ДУ Харківського обласного лабораторного центру Держсанепідемслужби України та підтверджені

протоколами досліджень (додаток В). Результати досліджень наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Вміст токсичних елементів у нових видах бісквітів

Токсичні елементи та афлатоксин В1	Бісквіти, мг/кг			Норма згідно з МБВіСН 5061-89
	«Збагачений»	«Здоров'я»	«Легкий»	
Свинець	0,006	0,008	0,002	0,50
Кадмій	<0,005	<0,005	<0,005	0,10
Ртуть	<0,005	<0,005	<0,005	0,02
Мідь	0,50	0,20	0,30	10,0
Цинк	2,70	2,30	1,90	30,0
Миш'як	<0,05	<0,04	<0,04	0,30
Афла-токсин В1	<0,001	<0,001	<0,001	0,005

Деякі мікроскопічні гриби мають здатність продукувати отруйні речовини (мікотоксини) із надзвичайно вираженою токсичністю. Саме таким, найбільш поширеним є афлотоксин В1, вміст якого у нових бісквітах не перевищував допустимого рівня передбаченого МБВ і СН №5061-89. Небезпечні поширені хімічні чинники, що знаходяться в продовольчій сировині і харчових продуктах це токсичні елементи, зокрема важкі метали. У кондитерських виробках, до яких відносять бісквіт, чиним харчовим законодавством чітко нормується максимально допустимий рівень для кадмію, ртуті, свинцю, міді, цинку та миш'яку.

Результати випробувань засвідчили, що вміст токсичних елементів розроблених бісквітів не перевищує гранично допустимих концентрацій та відповідає вимогам нормативної документації. Результати закріплені висновком санітарного лікаря. Результати досліджень вмісту радіонуклідів у бісквітах наведено в табл. 3.9.

Вміст радіонуклідів у нових видах бісквітів

Радіонукліди	Бісквіти, Бк/кг(л)			Норма згідно з ГН 6.61.1-130-2006
	«Збагачений»	«Здоров'я»	«Легкий»	
^{137}Cs	1,16±0,3	1,04±0,3	1,02±0,3	20
^{90}Sr	2,95±1,2	3,13±1,2	2,98±1,1	5

Як видно з наведених даних бісквіти за радіологічними показниками відповідають Державним гігієнічним нормативам «Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питній воді», (ГН 6.61.1-130-2006), достовірність оцінки не нижче 0,95.

РОЗДІЛ 4

ЗМІНИ ЯКОСТІ РОЗРОБЛЕНИХ БІСКВІТІВ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ

Вагомим показником споживних властивостей бісквіта є його свіжість. Встановлення рекомендованих термінів зберігання нових видів бісквітів можливе тільки на основі досліджень зміни їх якості в процесі зберігання.

У процесі зберігання бісквіта відбувається зниження його якості за рахунок складних процесів, які пов'язані з черствінням, усиханням, змінами мікробіологічних показників якості виробів, сорбційно-десорбційними процесами тощо. Він втрачає м'якість, м'якушка набуває крихкуватості, знижується її еластичність, втрачається смак та аромат, які притаманні свіжому бісквіту. Це зумовлено складним комплексом процесів ретроградації крохмалю, денатурації білкових речовин, але домінуючими є зміна форм зв'язку та перерозподіл вологи.

4.1. Установлення оптимальних умов зберігання бісквітів та кінетика досягнення ними рівноважного вологовмісту

За вимогами нормативної документації бісквіти мають зберігатися в сухому, добре провітрюваному приміщенні за температури 20 ± 3 °C і відносній вологості не вище 80%. Не допускається зберігання бісквітів разом з нехарчовими продуктами, а також з продуктами, які мають специфічний запах. Гарантійний строк зберігання бісквітів з часу виготовлення п'ять діб. Бісквіти мають бути упаковані в стандартні ящики з гофрованого картону за ГОСТ 13512–91 масою нетто 4 кг. Дно ящиків має бути вистелено пергаментом за ГОСТ 1341–97. Бісквіти укладають рядами з перестиланням між ними підпергаментом за ГОСТ 1760–86.

В останні роки зростає потреба в упаковці із картону та паперу. Ці матеріали широко використовуються для упаковки харчових продуктів і, як

правило, мають більш високу оцінку з боку споживача, ніж полімерні плівки (через їх біо-деградацію, що пов'язано з повагою людини до екології) [154]. Великий попит на цей вид тари також зумовлений привабливістю зовнішнього вигляду, незначною масою і зручністю доставки. Картонна упаковка екологічна, надійна, багатофункціональна і виготовляється із натуральної сировини рослинного походження. Вона може виконувати функції як індивідуальної, так і групової чи транспортної упаковки. В Україні загальна потреба кондитерів у картонній упаковці становить близько 700 т щомісячно [45].

Для виробництва картонної тари використовують целюлозний і макулатурний види картону. Традиційний целюлозний картон характеризується індивідуальними властивостями, а упаковка з нього приваблива та естетична. Вона забезпечує належні умови зберігання в різні пори року [45].

З огляду на те, що пакування борошняних кондитерських виробів взагалі, та бісквітів зокрема, використовують для: захисту виробів від механічних пошкоджень, осипання крихт, забруднення, дій сонячних променів і тепла; застереження від висихання або зволоження, збереження смаку й аромату продукту, збільшення термінів зберігання та обов'язково надання продукції ефектного і привабливого вигляду була вибрана саме картонна тара для зберігання бісквітів. Збереженість показників якості бісквіта, пов'язана з вирішенням двох питань: внутрішнім та зовнішнім. Вирішення зовнішнього полягає в створенні умов, які б виключали вплив навколишнього середовища, що викликає некеровані адсорбційно-десорбційні процеси переносу вологи на межі розділу двох фаз та міграцію вологи в самому продукті, що впливають на фізико-хімічні та органолептичні показники якості [155]. Перебуваючи в атмосфері вологого повітря, продукт може обмінюватися масою із зовнішнім середовищем. Якщо парціальний тиск пари води біля поверхні продукту більше парціального тиску пари в повітрі, то відбувається випар (десорбція), а маса й вологовміст продукту

зменшуються, якщо ж співвідношення парціальних тисків зворотно – то відбувається зволоження продукту (сорбція) – маса й вологовміст продукту збільшуються. При цьому надалі продукт характеризується рівноважним вологовмістом – тиск пари води над поверхнею та в атмосфері вирівнюється. Таким чином, для встановлення оптимальних умов зберігання нових видів бісквітів необхідно дослідити їх ізотерми сорбції за різної відносної вологості середовища та кінетику досягнення бісквітами рівноважного вологовмісту. Ізотерми сорбції досліджуваних бісквітів представлені на рис. 4.1.

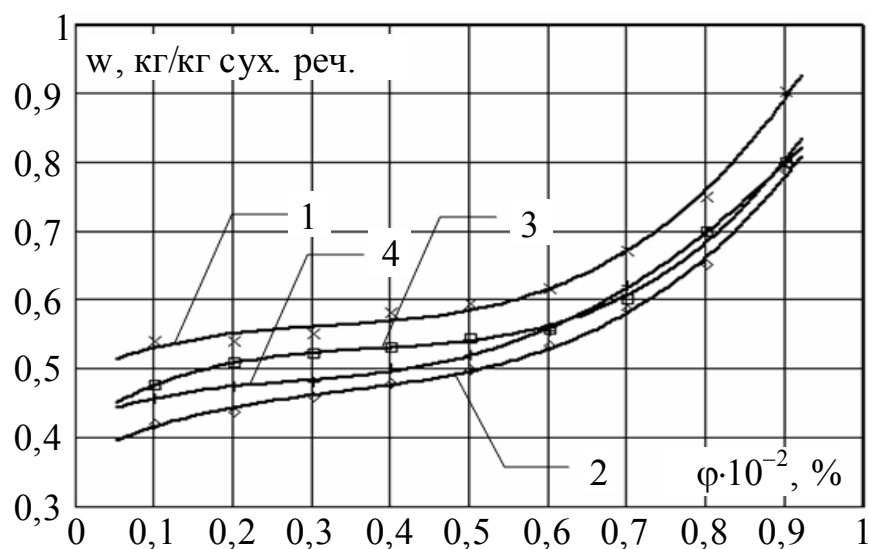


Рисунок 4.1 – Ізотерми сорбції бісквітів: 1 – «Здоров'я»; 2 – «Легкий»; 3 – «Збагачений»; 4 – контроль

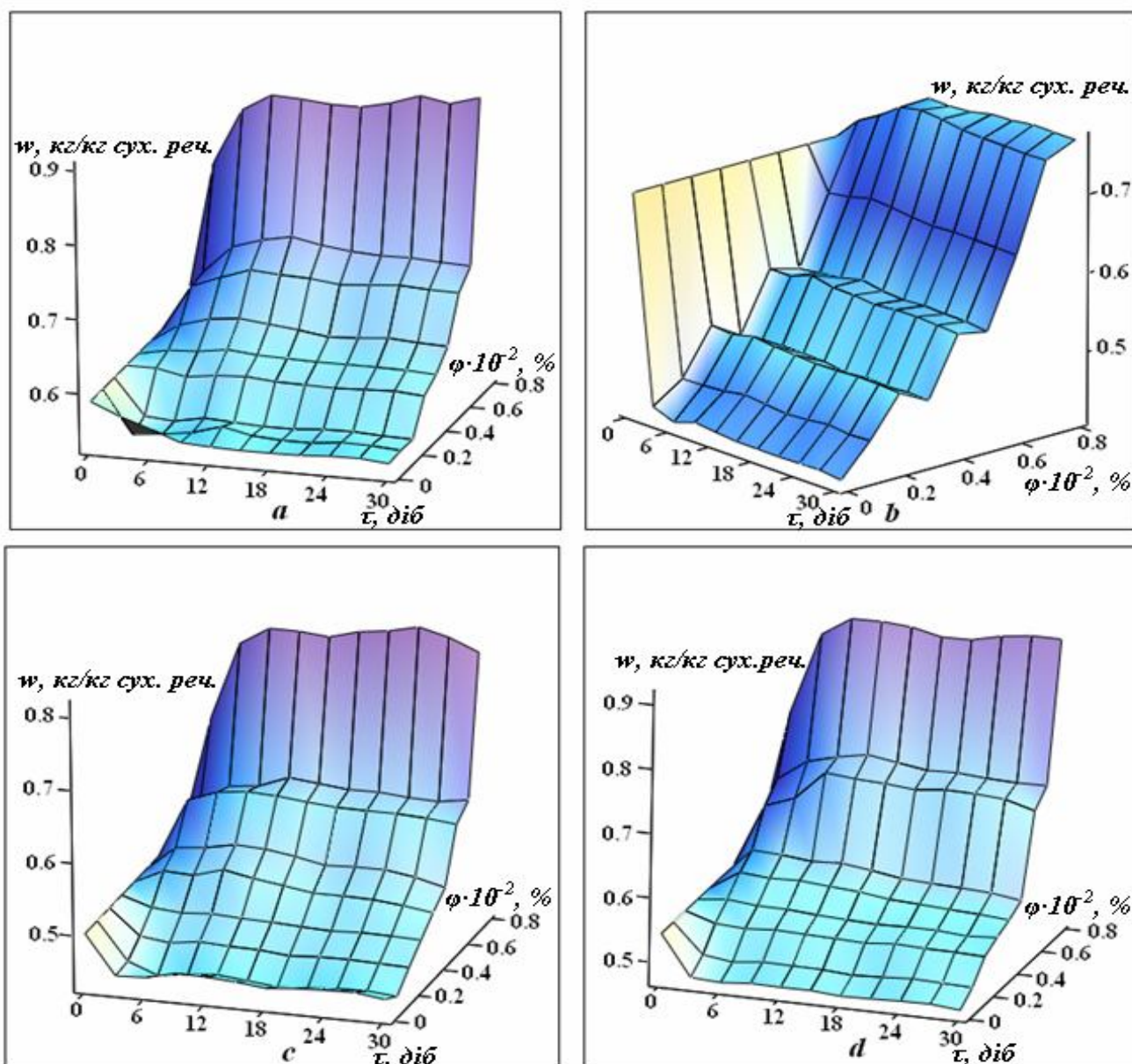
Із рисунку видно, що розроблені бісквіти в діапазоні відносної вологості від 10 до 75–80% перебувають в області мономолекулярної та полімолекулярної сорбції. Контроль має менш чітко виражену ділянку мономолекулярної сорбції (від 10 до 20%) та короткий діапазон вологості, який відповідає полімолекулярній сорбції (від 20 до 65–70%). При збільшенні відносної вологості для всіх бісквітів 75–80% відбувається поглинання води мікрокапілярами та набухання зразків (капілярна конденсація).

Оскільки ізотерми сорбції досліджуваних зразків не мають яскраво виражених асимптот паралельних осі вологовмісту, то подальше їх зволоження можливе лише за безпосереднього зіткнення з рідиною. Отримане вказує на можливість тривалого зберігання досліджуваних бісквітів в картонній тарі з полімерним покриттям за відносної вологості не більше 75%. Зберігання за відносної вологості вище вказаної можливе лише у паронепроникній тарі.

Можливість зберігання розроблених бісквітів, як зазначено в нормативно-технічній документації на класичні бісквіти, у картонній тарі, можливо визначити, якщо побудувати кінетику досягнення ними рівноважного вологовмісту за різної відносної вологості оточуючого повітря (рис. 4.2).

Наведені залежності дають змогу знайти активність води досліджуваних зразків бісквітів. Активність води характеризує її стан в харчових продуктах і її причетність до хімічних і біологічних змін. Це один із критеріїв, за якими можна судити про стійкість харчового продукту до псування під час зберігання. Для збереження харчових продуктів має значення, якою мірою вода асоційована з неводним компонентом, тобто сухими речовинами бісквітів. Визначити її можна таким чином. Відносна вологість, за якої вологовміст бісквіта не змінюється впродовж його витримання в ексикаторі, буде відповідати активності води, яку утримує бісквіт.

Із рис. 4.2 видно, що активність води в бісквітах така : «Здоров'я» (а) – 0,40 відн. од.; «Легкий» (b) – 0,75 відн.од.; «Збагачений» (с) – 0,45 відн. од.; контроль (d) – 0,40 відн. од. Активність води бісквіта «Легкий» суттєво відрізняється від інших, через те, що він містить пшеничні висівки, які є високо гігроскопічним матеріалом та у великій кількості можуть поглинати вологу. Але зв'язування вологи клітковиною, якою багаті висівки, здійснюється переважно капілярним способом. Для інших бісквітів значення активності води близькі.



**Рисунок 4.2 – Кінетика досягнення рівноважного вологовмісту бісквітів різної відносної вологості довкілля : а – «Здоров'я»; б – «Легкий»;
с – «Збагачений»; д – контроль**

Таким чином, виходячи з отриманих результатів, можна зробити висновок, що, по-перше, найменшу стійкість до псування під час зберігання серед досліджуваних бісквітів має «Легкий» через високу активність води в ньому; по-друге, зберігання досліджуваних бісквітів без упакування з мінімальними змінами поверхні виробів через підсихання можливе за відносної вологості: для бісквіта «Здоров'я» – від 35 до 45%; для бісквіта

«Легкий» – від 70 до 80%; для бісквіта «Збагачений» – від 40 до 50%; для контрольного – від 35 до 45%.

Відмінності у властивостях досліджуваних зразків поглинати вологу з довкілля можливо пояснити, якщо дослідити розподіл пор бісквітів за радіусами.

Диференціальні функції розподілу пор за радіусами для досліджуваних зразків наведені на рис. 4.3. Отримані функції розподілу мають схожий характер та близькі положення максимумів відносно осі, на якій відкладено безрозмірний радіус пор.

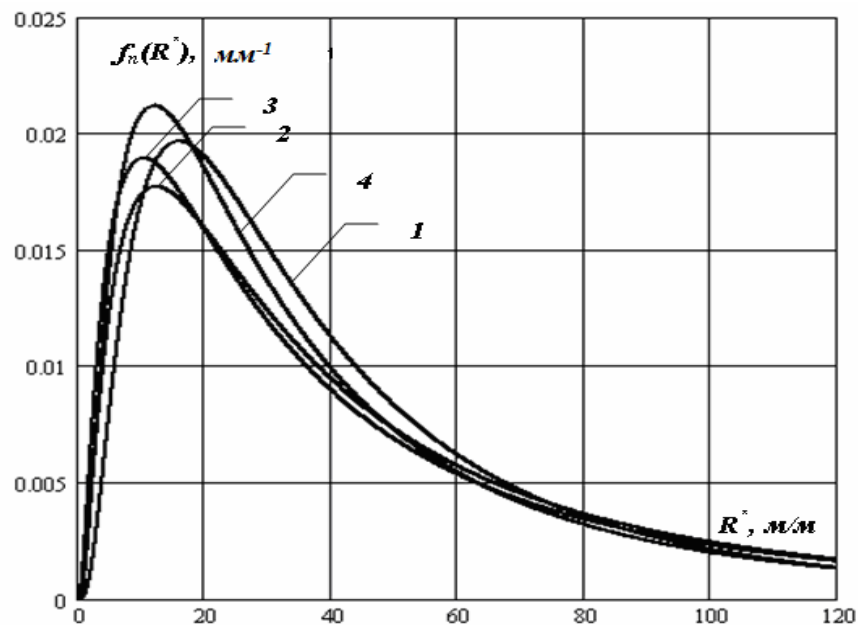


Рис. 4.3 – Диференціальні функції розподілу пор за радіусами для бісквітів:

1 – «Здоров'я»; 2 – «Легкий»; 3 – «Збагачений»; 4 – контроль

Середній та найбільш імовірний радіуси пор досліджуваних бісквітів наведено в табл. 4.1. Однак необхідно відмітити, що відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного із досліджуваних зразків відрізняються. Так для бісквіта «Здоров'я» дається відношення, що дорівнює 5,73; для бісквіта «Легкий» – 2,98; для бісквіта «Збагачений» – 4,91; для контролю – 3,88.

Середній і найбільш імовірний радіуси пор

Бісквіт	Радіуси пор, м ($\delta = 10\%$)	
	середній ($\bar{R} \cdot 10^9$)	найбільш імовірний ($R_m \cdot 10^9$)
«Здоров'я»	19,6	3,42
«Легкий»	15,2	5,10
«Збагачений»	19,7	4,01
контрольний	15,2	3,92

Відомо, що чим більше результат відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного має матеріал, тим більш розвинута його пористість та тим більше вологи він може утримувати або поглинати.

Виходячи з наведених розрахунків, найбільш розвинута пористість у бісквіта «Здоров'я», а найменша – у бісквіта «Легкий». Отриманий результат пояснює різне положення ізотерм сорбції відносно осі вологовмісту (рис. 4.1): оскільки бісквіт «Здоров'я» має найбільш розвинуту пористість порівняно з іншими зразками, що робить бісквіт «Здоров'я» більш привабливим з точки зору органолептичних властивостей, то його ізотерма сорбції знаходиться вище відносно ізотерм сорбції інших зразків, а ізотерма сорбції бісквіта «Легкий» найнижча – через найменш розвинуту пористість.

Необхідно відмітити, що борошняні кондитерські вироби з високим вмістом повітряної фази мають низку цінних функціональних та якісних властивостей. Завдяки, наприклад, пористій структурі виріб легше змочується слиною в роті, легше засвоюється і має більш приємний смак.

4.2. Зміни якості нових бісквітів під час зберігання

У процесі зберігання досліджено якість бісквітів – «Здоров'я», «Збагачений», «Легкий» в порівнянні з контрольним зразком – бісквітом, виготовленим за традиційною рецептурою. Якість оцінювали за зміною органолептичних, структурно-механічних та мікробіологічних показників.

Зміни якості бісквітів спостерігалися кожні 2 доби зберігання та на 5-ту добу, яка є критичною точкою для контрольних бісквітів та передбачена НД (табл. 4.2).

Помітних змін якості за показником смак та запах у виробках не було виявлено. Бісквіти мали приємний виражений аромат та смак без неприємного запаху та присмаку. Контроль мав приємний смак, без вираженого аромату та запаху. Після трьох діб зберігання виробки не мали значних змін за органолептичними показниками. Погіршення органолептичних показників якості можна спостерігати в бісквітах «Легкий» та контроль вже через п'ять діб.

Бісквіт «Легкий» під час зберігання мав органолептичні показники якості та масову частку вологи на рівні контролю та рекомендований термін його зберігання в данному виді тари складає, як і у контрольного зразка, 5 діб. У нових бісквітах «Здоров'я» та «Збагачений» відмічено краще збереження смаку, запаху, а особливо, стану м'якушки у порівнянні із контролем. Ураховуючи всі показники якості, наведені в табл. 4.2., гарантійний термін зберігання бісквітів з еламіном може бути подовжений до 6 діб. Із наведених даних видно, що введення еламіну в рецептури нових виробів сповільнює процес втрати вологи в них, у порівнянні з контрольними виробами. Відповідно до технічних умов [156] термін зберігання бісквітів становить 5 діб. Масова частка вологи контрольного бісквіта на кінець цього терміну склала 22%.

Підсумовуючи оцінювання змін якості виробів, за зміною їх МЧВ та органолептичними показниками, можна зробити висновок: бісквіти «Здоров'я» та «Збагачений» характеризуються більш високою стабільністю під час зберігання порівняно з контролем. У них спостерігалася така ж вологість на сьому добу, як в контрольних та бісквітах «Легкий», вже після 5 діб зберігання. Видно, що використання еламіну та стевіозиду не лише не погіршує органолептичних показників бісквітів, а й забезпечує кращу їх

стабільність під час зберігання і дозволяє говорити про підвищення споживних властивостей розробленої продукції порівняно з контрольною.

Таблиця 4.2

Зміна показників якості бісквітів в процесі зберігання

Показник	Термін зберігання	Бісквіт			
		«Здоров'я»	«Збагачений»	«Легкий»	контрольний
Органолептичні					
Зовнішній вигляд	2 доби	Вироби круглої форми, без надломів, висотою 35 мм, із рівними краями. Поверхня без пошкоджень, м'яка, шорстка, ледь бугриста			
	4 доби				
	5 діб				
	6 діб				
	8 діб				
Стан м'якушки	2 доби	Добре розпушена структура; м'якушка пориста, еластична			
	4 доби				
	5 діб				
	6 діб	м'якушка пориста, еластична	м'якушка тверда	м'якушка крихка	
	8 діб	м'якушка крихка	м'якушка затверділа, крихка	–	–
Смак	2 доби	Властивий бісквіту, без гіркоти, із легким присмаком еламіну		Властивий бісквіту, без гіркоти, із присмаком кориці та висівок	Властивий бісквіту, без гіркоти і стороннього присмаку
	4 доби				
	5 діб				
	6 діб				
	8 діб				
Запах	2 доби	Властивий бісквіту, без стороннього запаху		Властивий бісквіту та кориці, без стороннього запаху	Властивий бісквіту, без стороннього запаху
	4 доби				
	5 діб				
	6 діб				
	8 діб	Слабко виражений			
Фізико-хімічні					
Масова частка вологи, %	2 доби	24,9±0,2	26,2±0,2	26,0±0,2	24,1±0,3
	4 доби	23,7±0,1	24,0±0,1	23,4±0,1	22,9±0,2
	5 діб	22,9±0,3	23,3±0,4	22,2±0,2	21,9±0,5
	6 діб	22,1±0,1	22,2±0,2	21,0±0,3	21,1±0,4
	8 діб	18,0±0,3	17,3±0,3	–	–

Зміна вологості та органолептичних показників бісквітів при їх зберіганні дозволяє прогнозувати зміни їх структурно-механічних

показників. Дослідженню цього питання присвячено наступний розділ роботи.

4.3. Зміни структурно-механічних показників бісквітів під час зберігання

Структурно-механічні показники якості бісквітів залежать від внутрішньої будови (структури продукту) та його консистенції, що опосередковано визначає смакові відчуття і відіграє вирішальну роль при оцінці органолептичних властивостей. Позитивний вплив внесених добавок еламіну та стевіозиду під час зберігання на органолептичні властивості, які в комплексі визначають смакові відчуття підтверджується і структурно-механічними показниками готових виробів, а саме стискаємiстю м'якушки та дані, про які наведені на рис. 4.4.

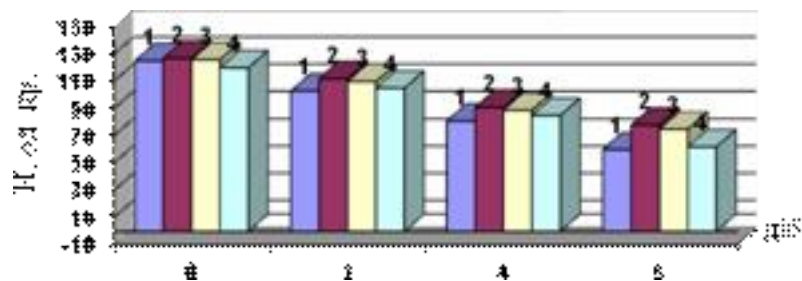


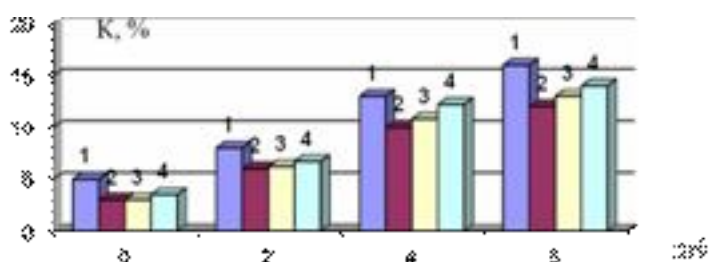
Рисунок 4.4 – Показники стискаємості м'якушки бісквітів під час зберігання:

1 – контроль; 2 – «Збагачений»; 3 – «Здоров'я»; 4 – «Легкий».

Із рисунку видно, що кількісні значення ступеню пенетрації у бісквітів з еламіном вищі, та й динаміка їх зниження в процесі зберігання відбувається повільніше, ніж у всіх інших бісквітах. Так, на кінцевий термін зберігання бісквіт «Збагачений» має показник стискаємості 78 од. пр., «Здоров'я» – 75 од. пр. Це майже такі ж значення, які має контроль через 4 доби. (81 од. пр.). Тобто значення пружної деформації можна приймати за показник якості

бісквітів, який дозволяє об'єктивно характеризувати стан їх м'якушки та консистенції.

Установлено, що процес черствіння дослідних бісквітів проходив повільніше у порівнянні з контролем. Про це свідчать дані порівняльного аналізу ступеню penetрації дослідних і традиційних виробів та зміна їх вологості протягом шести діб. Підтверджено рекомендації щодо збільшення строків зберігання бісквітів з еламіном на 24 години. За допомогою досліджень втрати вологи та змін структурно-механічних властивостей м'якушки бісквіта (рис. 4.5) під час зберігання можна прогнозувати збільшення його крихкості, яка характеризується ступенем черствіння виробів.



**Рисунок 4.5 – Показники крихкуватості м'якушки бісквітів під час зберігання:
1 – контроль; 2 – «Збагачений»; 3 – «Здоров'я»; 4 – «Легкий».**

Ураховуючи дані рисунка, зафіксовано збільшення показнику крихкуватості (K) в процесі зберігання. Через 6 діб зберігання «крихкуватість» контрольного бісквіта вища на 4%, ніж у бісквіта «Збагачений», на 3%, ніж у бісквіта «Здоров'я» та на 2%, ніж у бісквіта «Легкий». Зниження значень цього показнику підтверджує можливість подовження терміну зберігання до 6 діб.

Зменшення крихкуватості та стискаємості розроблених бісквітів меншою мірою, ніж у контрольного зразка, може бути наслідком внесення до рецептури еламіну, що дещо уповільнює процес черствіння бісквітів і дозволяє збільшити термін його зберігання на 24 год. За результатами

експериментальних досліджень, встановлено, що використання еламіну дозволяє подовжити строк зберігання бісквітів на 24 години.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що визначальними процесами, які обмежують термін зберігання бісквітів, є втрата вологи та черствіння м'якушки. Саме на ці процеси суттєвий вплив проявляють матеріали, які використовують для пакування готової бісквітної продукції.

4.4. Вплив пакувальних матеріалів на зміни якості бісквітів під час зберігання

Ураховуючи схильність бісквітів до втрати вологи та швидкого черствіння, використання картонної упаковки, яка не надає бар'єрних можливостей для гальмування, не можна вважати раціональним. Папір та картон виготовлені з природних целюлозних мікрОВОЛОКОН, які складаються в довгі ланцюги целюлозних молекул в кристалічному стані. А з огляду на те, що целюлоза гігроскопічна через ОН іони, що є основною одиницею целюлози ($C_6H_{10}O_5$), тара з цих матеріалів може поглинати вологу з навколишнього середовища або з їжі, що в неї упакована. Крім того, міграція вологи може відбуватися шляхом дифузії парів води через порожнечі, а також уздовж волокна клітинних стінок. Дифузія вологи в папері може широко варіювати, в залежності від переважаючого механізму міграції та стану води. Щоб подолати пористість та гігроскопічність такої упаковки, можна використовувати просочення і/або покриття його поліпропіленовими матеріалами, але використання такої плівки призводить до втрати картонною упаковкою її природних властивостей до біологічного розкладання [157].

Ураховуючи всі ці дані для зберігання нових видів бісквітів, запропоновано використання комбінованого картону і поліпропілену та біаксіально-орієнтованої поліпропіленової плівки (БОПП). Згідно з відповідними сертифікатами якості та гігієнічного висновку Державної санітарно-гігієнічної експертизи, ці пакувальні матеріали відповідали

вимогам СанПіН № 42-123-4240. Результати досліджень впливу пакувальних матеріалів на втрату вологи бісквітами під час зберігання наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Вплив пакувальних матеріалів на втрати вологи бісквітами під час зберігання

Втрата вологи, %						
Бісквіт	Вид пакування	3 доби	6 діб	9 діб	12 діб	15 діб
Здоров'я	контроль (стандартні картонні коробки)	7,0±0,1	15,3±0,2	20,0±0,5	–	–
	картонні коробки, обтягнені поліпропіленом	4,2±0,2	9,0±0,5	12,5±0,4	15,4±0,2	19,1±0,6
	пакети з БОПП	3,1±0,1	7,6±0,3	10,2±0,6	13,0±0,3	15,6±0,4
Збагачений	контроль (стандартні картонні коробки)	10,0±0,3	18,1±0,1	21,0±0,5	–	–
	картонні коробки, обтягнені поліпропіленом	5,6±0,1	9,0±0,3	13,7±0,4	17,3±0,5	18,7±0,5
	пакети з БОПП	4,0±0,2	7,9±0,2	10,0±0,3	14,6±0,5	18,3±0,8
Легкий	контроль (стандартні картонні коробки)	10,3±0,2	26,5±0,3	30,0±0,6	–	–
	картонні коробки, обтягнені поліпропіленом	5,0±0,4	10,2±0,3	14,8±0,2	20,5±0,7	24,1±0,5
	пакети з БОПП	3,0±0,1	9,3±0,2	11,5±0,2	18,4±1,0	22,1±0,7

Бісквіти зберігали за температури $(18\pm 2)^{\circ}\text{C}$ і відносної вологості повітря $(73\pm 2)\%$. Через кожні 3 доби проводили дослідження втрати вологи, результати яких наведені в таблиці. Термін проведення досліджень визначали невідповідністю дослідних зразків НГД за показником – масова частка вологи (МЧВ), який передбачає діапазон $25\pm 3\%$, тобто, коли цей показник був $< 22\%$. Приймаючи до уваги різний початковий вміст МЧВ, для бісквітів «Здоров'я» втрати мають не перевищувати 15,4%, для «Збагачений» – 18,5%,

а для «Легкий» – 24,1% від початкової МЧВ. Дослідні бісквіти упаковані в картонні коробки, як зазначено в НТД, втрачали вологу більш інтенсивно, тому що картон має невисокі бар'єрні властивості: він проникний для парів води та газів.

Найбільш вдалою упаковкою для бісквітів «Здоров'я» та «Збагачений» виявилися пакети з БОПП, у яких бісквіти є придатними до вживання до 14 діб зберігання, що втричі перевищує термін НТД (5 діб). Бісквіт «Легкий», упакований в картонні коробки, обтягнені поліпропіленом, та в пакети із БОПП на 15 добу мав задовільні показники вологості, але довелося зупинити дослідження із-за наявних ознак розвитку плісняви. Це могло статися, оскільки бісквіти «Легкі» мають вищу початкову МЧВ(29%), ніж інші, а поліпропілен та БОПП є стійкими до волого-паронепроникнення та дії газів, що створило сприятливі умови для розвитку мікрофлори.

Втрата вологи бісквітами, упакованими в коробки, обтягнені поліпропіленом, відбувалося вдвічі повільніше, ніж виробами, упакованими в картонні коробки (ці вироби були придатними до споживання протягом 12 діб), і в 2,3 разу повільніше, ніж бісквітами, упакованими в БОПП, що подовжило термін їх зберігання до 14 діб. БОПП виявилася ефективнішою від картонної тари і картонних коробок, обтягнених поліпропіленом. Найкращим пакувальним матеріалом, що має високі бар'єрні властивості і зберігає якість бісквітів найдовше, є пакети з БОПП. Використання такої плівки дозволяє збільшити термін зберігання бісквітів до 14 діб.

4.5. Зміни мікробіологічних показників якості бісквітів під час зберігання

Як було встановлено раніше, для бісквітів домінуючим фактором визначення строку придатності є втрата вологи. Але з використанням упаковки, яка проявляє бар'єрні властивості відносно до цього фактора, не менш важливим є динаміка розвитку мікрофлори під час зберігання бісквітів.

Збереження вологості виробів створює сприятливе середовище для розвитку мікроорганізмів і, хоча гелеутворюючі речовини еламіну в складі бісквітів «Здоров'я» та «Збагачений», як визначено раніше, сприяють зниженню активності води, а, як наслідок, і зниженню швидкості перебігу біологічних процесів, необхідно було дослідити вплив нових інгредієнтів бісквіта на динаміку змін його мікрофлори (додаток Д).

Експериментальні дані підтверджують, що темпи росту мікроорганізмів у дослідних зразках не перевищують вимоги нормативної документації. Особливо слід відзначити менш інтенсивний розвиток мікроорганізмів в бісквітах з еламіном «Здоров'я» та «Збагачений» протягом досліджуваних строків порівняно з контролем, що пов'язано з вмістом альгінових кислот еламіні. Присутність альгінових кислот, які входять до складу еламіну, як було показано раніше, обумовлюють перехід вільної вологи у зв'язану форму, а, як наслідок, гальмують розвиток мікроорганізмів. Окрім того, екстракту стевії притаманні властивості пригнічувати розвиток *Staphylococcus aureus* та іншої аеробної факультативної мікрофлори [3]. Усе це може позитивно впливати на подовження терміну зберігання готової продукції.

Визначення вмісту *St.aureus* (в 1 г продукту) та патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Salmonella* (у 25г продукту) не проводилися, тому що ці показники передусім зумовлені не умовами та термінами зберігання, а санітарно-гігієнічними умовами на підприємстві та якістю сировини.

Згідно з медико-біологічними вимогами та санітарними нормами для бісквітів без начинки вміст пліснявих грибів та дріжджів не нормується. Але в зразків бісквітів «Легкий» із пакуванням в полімерну тару на 12 добу досліджень, а у інших зразків на 15 добу було виявлено ознаки початку процесу пліснявіння, що може бути зумовлено незадовільним гігієнічним та технологічним станом пакування та невідповідністю його чинним нормативам. Важливим також є той факт, що бісквіти «Легкий» мають

найвищу вологість, що сприяє розвитку мікроорганізмів, і зокрема плісені в цих бісквітах. Саме тому ця продукція не може бути рекомендована до реалізації в даному виді пакування протягом більш тривалого часу. Окрім подовження строку зберігання нових видів бісквітів, важливим є його специфічна оздоровча дія, яка обумовлена збагаченістю на йод. Тому наступним етапом наших досліджень було вивчення зміни вмісту йоду в процесі зберігання бісквітів збагачених еламіном.

4.6. Зміна вмісту йоду в процесі зберігання бісквітів, збагачених еламіном

Склад розроблених бісквітів з еламіном свідчить про наявність двох центрів їхньої біологічної активності, які обумовлені високим вмістом полісахаридів, з одного боку, і йоду – з іншого [24]. Найважливіша біологічна роль йоду полягає в тому, що він є необхідним елементом для синтезу гормону тироксину, який впливає на обмін речовин, ріст та розвиток організму, на формування мозку дитини. Через тироксин йод бере участь у функції щитоподібної залози. У разі недостатнього його надходженні порушується баланс йодного обміну, який призводить до розладу функції щитоподібної залози, а звідси – до розвитку зобу [158].

Основою фортифікації бісквітів мікронутрієнтами є забезпечення їх максимального збереження в процесі виробництва та зберігання. Мінеральний склад бісквітів у цілому залежить від мінерального складу сировини. Унесення до рецептури бісквітів еламіну дозволило забезпечити їх фортифікацію йодом. Беручи до уваги спрямованість розробленої продукції, важливим було дослідити збереження йоду під час зберігання готової продукції, бо саме вміст йоду дозволяє їх позиціонувати як продукцію спеціального оздоровчого призначення. Відомо, що основні втрати йоду спостерігаються під час температурної обробки. Температура випікання бісквітів (170°C) дозволяє зберегти необхідну кількість йоду в готовому

продукті. Разом із тим загрозою для втрат йоду може стати випаровування вологи з виробів під час їх зберігання. Із вологою може випаровуватися і частка йоду. Для визначення ступеня збереження йоду в нових бісквітах під час зберігання було використано два види пакування, а саме: пакування в стандартні ящики з гофрованого картону, дно яких вистелено пергаментом, а бісквіти укладено рядами з перестиланням між ними підпергаменту; другий – пакування з БОПП по два бісквіти в упаковці. Результати досліджень зміни вмісту йоду в бісквітах під час зберігання представлені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Зміни вмісту йоду в бісквітах з еламіном під час зберігання

Характеристики	Бісквіт			
	«Здоров'я»		«Збагачений»	
	Вміст йоду, мкг/100 г ±10%	% втрат від початкового вмісту	Вміст йоду, мкг/100 г ±10%	% втрат від початкового вмісту
Вміст йоду в готовому продукті	215	–	171	–
Вміст йоду після 6 днів зберігання в картонній тарі	197	8	165	4
Вміст йоду після 14 днів зберігання в упаковці з БОПП	169	21	155	9

Аналізуючи дані, можна зробити висновок, що втрати йоду в процесі гарантійного терміну зберігання бісквітів фортифікованих йодом шляхом використання в їх рецептурі еламіну коливаються від 4 до 21%, порівняно з початковим вмістом мікроелементу у виробі. Така тенденція спостерігається у всіх виробі, що досліджувалися. Ці втрати можна пояснити тим, що йод в еламіні знаходиться в органічно зв'язаній з молекулами білка формі, а органічно зв'язаний йод залишається стійким до змін, які відбуваються в процесі зберігання, і не випаровується разом із

водою. Нестабільні форми йоду, що містяться в морських водоростях були втрачені ще на шляху обробки водорості ламінарії для одержання з неї добавки еламіну.

За сучасними науковими принципами нутріціології нові бісквіти можна віднести до лікувально-профілактичних продуктів, споживання рекомендованої добової норми виробу – 1 штуки (50 г) забезпечує добову потребу здорової людини у йоді на 57–71%. Разом з тим, споживаючи нові вироби, людина отримує на 41–71% менше легкозасвоюваних вуглеводів, що є дуже важливо для хворих на ЦД та людей з надмірною вагою тіла.

4.7. Кваліметрична оцінка якості розробленої продукції

Для отримання загальної характеристики рівня якості розроблених видів бісквітів («Збагачений», «Здоров'я», «Легкий») проведено їх комплексне оцінювання порівняно з контрольним зразком. Дослідження проводилися з використанням методик кваліметрії за таким алгоритмом:

- побудова дерева властивостей; вимірювання показників якості в межах кожної групи властивостей;
- вибір базових значень для обраних показників якості; переведення вимірних абсолютних значень показників якості в безрозмірні величини;
- розрахунки коефіцієнтів вагомості для обраних показників якості; розрахунки групових показників якості;
- визначення коефіцієнтів вагомості для групових показників без обліку економічної складової; розрахунки комплексного показника якості продукту.

Роботу проведено поетапно.

Етап 1. Із метою більш повного розкриття системи властивостей готового виробу розроблено ієрархічну структуру характеристик бісквіта – «дерево властивостей» (рис. 4.6.)

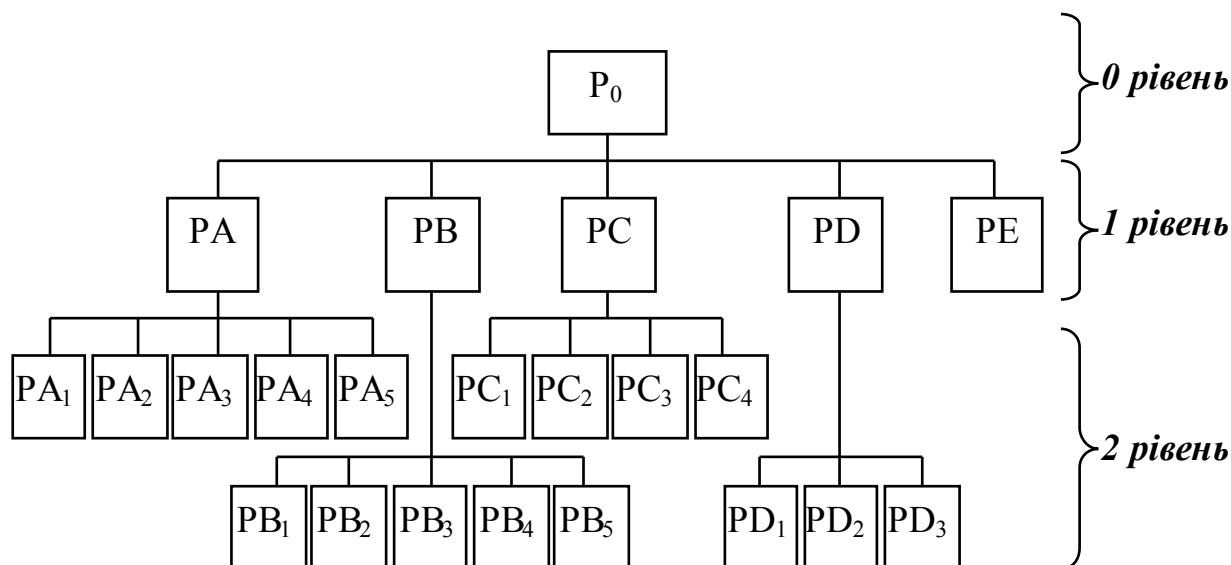


Рис. 4.6. «Дерево властивостей» бісквіта: 1 рівень: PA – органолептичні показники; PB – фізико-хімічні показники; PC – фізіологічна цінність; PD – якість через 6 дб зберігання; PE – економічні показники (відпускна ціна); 2 рівень: PA₁ – зовнішній вигляд; PA₂ – колір корки; PA₃ – стан м’якушки; PA₄ – запах; PA₅ – смак; PB₁ – вологість; PB₂ – питомий об’єм; PB₃ – пористість; PB₄ – стискаємість; PB₅ – унік; PC₁ – енергетична цінність; PC₂ – вміст йоду; PC₃ – вміст моно- та дицукридів; PC₄ – показник глікемічності; PD₁ – крихкуватість; PD₂ – стискаємість; PD₃ – вологість

Етап 2. Вимірювання показників якості в межах груп властивостей B, C, D здійснено у відповідних розділах роботи. Визначення органолептичних властивостей продукції (PA) проводили в рамках експертної групи за 50-бальною системою.

Етап 3. Обирання базових показників для груп властивостей B, C, D. Базовими ($P_{\text{баз}}$) є показники, мінімально допустимі нормативними документами або ті, що зустрічаються на практиці у більшості продукції. Як $P_{\text{баз}}$ для досліджуваних груп властивостей обрано кращі показники досліджуваних зразків:

$$PB_{1\text{баз}} = 29\%, PB_{2\text{баз}} = 448 \text{ см}^3/\text{г}, PB_{3\text{баз}} = 83\%, PB_{4\text{баз}} = 128 \text{ од.}, PB_{5\text{баз}} = 17\%;$$

$$PC_{1\text{баз}} = 228 \text{ ккал}, \quad PC_{2\text{баз}} = 215,7\%, \quad PC_{3\text{баз}} = 8,81\%, \quad PC_{4\text{баз}} = 25,82$$

$$PD_{1\text{баз}} = 12\%, \quad PD_{2\text{баз}} = 78 \text{ од}, \quad PD_{3\text{баз}} = 22,2\%, \quad PE_{\text{баз}} = 21,35 \text{ грн.}$$

Етап 4. Переведення вимірних абсолютних значень показників якості в безрозмірні величини. Для органолептичних характеристик цей етап здійснювали за допомогою графіка функції бажаності Харрінгтона (додаток Е).

Оцінку властивостей груп В, С та D установлювали через безрозмірні величини їх одиничних показників, що обчислені за відношенням експериментально отриманих результатів до їх базових значень. Визначення відносних показників P_i проводили за формулами:

$$q_i = P_i / P_{i\text{ баз}} ; \quad (4.1)$$

$$q_i = P_{i\text{ баз}} / P_i, \quad (4.2)$$

де P_i – значення i -го показника ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) якості оцінюваної продукції;

$P_{i\text{ баз}}$ – базове значення i -го показника;

n – кількість оцінюваних показників.

Залежність (4.1) вибирали в тому випадку, коли підвищення значення показника приводило до підвищення якості продукції в цілому (для властивостей $P_{B_1}, P_{B_2}, P_{B_3}, P_{B_4}, P_{C_2}, P_{D_2}$). Формулу (4.2) використовували, коли до підвищення якості приводило зниження показника (для $P_{B_4}, P_{C_1}, P_{C_3}, P_{C_4}, P_{D_1}, P_{D_3}, P_E$). Результати переведення абсолютних показників якості у відносні безрозмірні величини наведено в табл. 4.5.

Етап 5. Коефіцієнти вагомості для обраних показників якості в межах кожної групи властивостей визначали в рамках експертної групи (додаток Ж, табл. Ж 1) з дотриманням такої умови:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1, \quad (4.3)$$

де M_i – коефіцієнт вагомості i -того показнику;

$i=1$

n – число показників якості продукції в окремій групі.

Таблиця 4.5

Визначення відносних показників якості бісквітів

Одиниці вимірювання	K _{i-ті} показники якості					Відносні показники якості				
	код	Контроль	«Збагачений»	«Здоров'я»	«Легкий»	код	Контроль	«Збагачений»	«Здоров'я»	«Легкий»
Бали	PA ₁	50	50	50	50	KA ₁	1,00	1,00	1,00	1,00
Бали	PA ₂	50	49	50	50	KA ₂	1,00	0,98	1,00	1,00
Бали	PA ₃	44	50	50	49	KA ₃	0,84	1,00	1,00	0,98
Бали	PA ₄	50	49	49	50	KA ₄	1,00	0,98	0,98	1,00
Бали	PA ₅	50	50	50	50	KA ₅	1,00	1,00	1,00	1,00
%	PB ₁	25	27	26	29	KB ₁	0,86	0,93	0,90	1,00
г/см ³	PB ₂	354	440	448	378	KB ₂	0,79	0,98	1,00	0,84
%	PB ₃	75	80	83	79	KB ₃	0,90	0,96	1,00	0,95
од.пр.	PB ₄	125	127	128	126	KB ₄	0,98	0,99	1,00	0,98
%	PB ₅	19,5	18,2	19,0	17,0	KB ₅	0,87	0,93	0,89	1,00
ккал	PC ₁	260	258	238	228	KC ₁	0,88	0,88	0,96	1,00
%	PC ₂	0	171,6	215,7	0,0	KC ₂	0,00	0,80	1,00	0,00
%	PC ₃	27,88	27,92	16,98	8,81	KC ₃	0,32	0,32	0,52	1,00
од.	PC ₄	43,52	43,52	34,04	25,82	KC ₄	0,59	0,66	0,76	1,00
%	PD ₁	16	12	13	14	KD ₁	0,75	1,00	0,92	0,86
од.пр.	PD ₂	60	78	75	62	KD ₂	0,77	1,00	0,96	0,79
%	PD ₃	21,1	22,2	22,1	21,0	KD ₃	0,95	1,00	0,99	0,94
грн	PE	21,85	21,35	22,56	21,66	KE	0,98	1,00	0,95	0,99

Середні значення коефіцієнтів вагомості для кожного показника якості за групами представлені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Коефіцієнти вагомості показників якості окремих груп властивостей бісквітів для розрахунку комплексного показника

Для властивостей груп А, С	MA ₁	MA ₂	MA ₃	MA ₄	MA ₅	MC ₁	MC ₂	MC ₃	MC ₄
	0,17	0,12	0,26	0,16	0,29	0,27	0,24	0,18	0,31
Для властивостей групи В, D	MB ₁	MB ₂	MB ₃	MB ₄	MB ₅	MD ₁	MD ₂	MD ₃	ME
	0,11	0,22	0,27	0,24	0,16	0,39	0,20	0,41	1

Етап 6. Розрахунки групових показників якості проводили за допомогою аддитивної моделі комплексного оцінювання:

$$K_0 = \sum_{i=1}^n M_i \cdot K_i, \quad (4.4)$$

де M_i – коефіцієнт вагомості i -того показнику;

n – число показників якості продукції;

K_i – відносний показник якості.

Для окремих груп властивостей вони були винесені таким чином:

Для групи властивостей А:

$$KA_0 = (MA_1 \cdot KA_1) + (MA_2 \cdot KA_2) + (MA_3 \cdot KA_3) + (MA_4 \cdot KA_4) + (MA_5 \cdot KA_5).$$

Для групи властивостей В:

$$KB_0 = (MB_1 \cdot KB_1) + (MB_2 \cdot KB_2) + (MB_3 \cdot KB_3) + (MB_4 \cdot KB_4) + (MB_5 \cdot KB_5).$$

Для групи властивостей С:

$$KC_0 = (MC_1 \cdot KC_1) + (MC_2 \cdot KC_2) + (MC_3 \cdot KC_3) + (MC_4 \cdot KC_4).$$

Для групи властивостей D:

$$KD_0 = (MD_1 \cdot KD_1) + (MD_2 \cdot KD_2) + (MD_3 \cdot KD_3).$$

Для групи властивостей Е: $KE_0 = ME \cdot KE$

Модель якості досліджуваних зразків бісквітів з урахуванням групових комплексних показників представлена на рис. 4.7.

Шкала оцінювання від 1 до 0 поділяється на п'ять інтервалів:

1,00–0,80 – дуже добре;

0,79–0,63 – добре;

0,62–0,37 – задовільно;

0,36–0,20 – погано;

0,20–0,00 – дуже погано.

Згідно з наведеною шкалою всі бісквіти за органолептичними (група А), фізико-хімічними показниками (група В) та економічною складовою (група Е) мають оцінку «дуже добре».

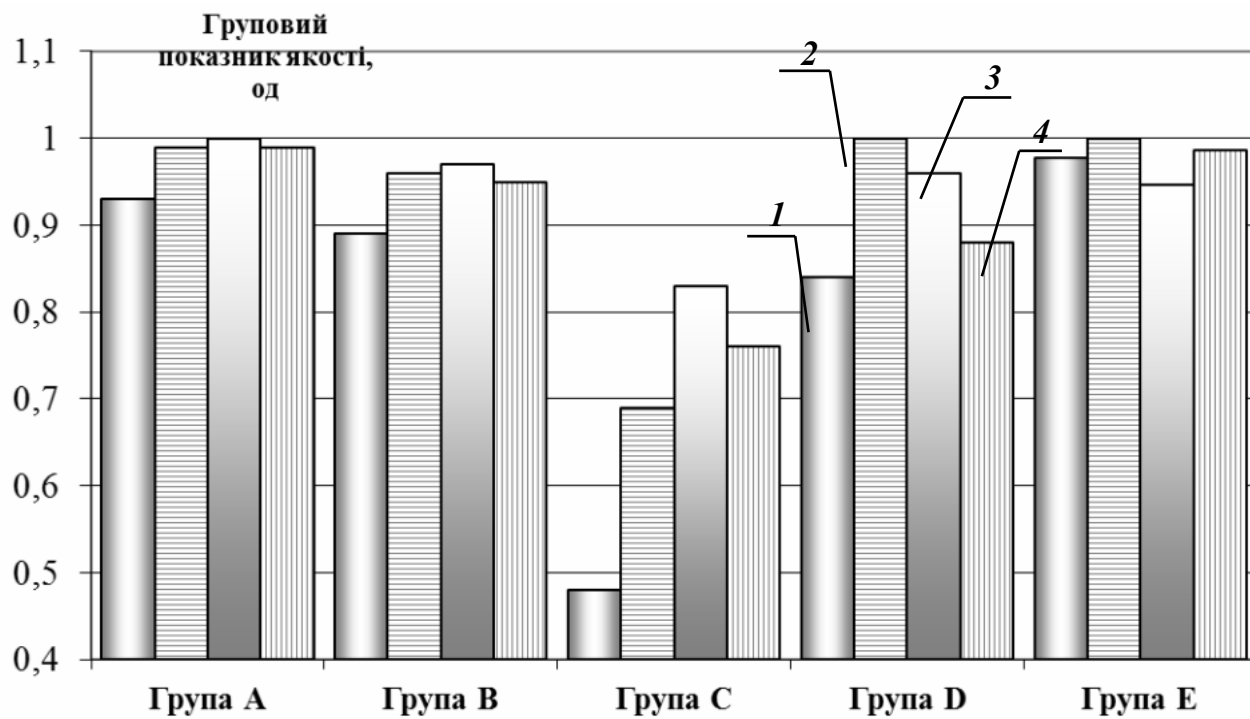


Рисунок 4.7 – Модель якості бісквітів, які оцінювали: 1 – контроль; 2 – «Збагачений»; 3 – «Здоров'я»; 4 – «Легкий»

За фізіологічною цінністю (група С) контроль значно поступається зразкам з добавками і має оцінку «задовільно». Оцінка бісквіта «Збагачений» за цією групою властивостей дорівнює «добре», а бісквітів «Здоров'я та «Легкий» – «дуже добре», що зумовлене їх нижчим ПІ. За придатністю до зберігання (група D) всі бісквіти показали себе на оцінку «дуже добре». Загалом усі бісквіти за погіршенням групових показників якості можна ранжувати таким чином:

- група А – «Здоров'я» > «Збагачений» = «Легкий» > контроль,
- група В – «Здоров'я» > «Збагачений» > «Легкий» > контроль,
- група С – «Легкий» > «Здоров'я» > «Збагачений» > контроль,
- група D – «Збагачений» > «Здоров'я» > контроль > «Легкий»,
- група Е – «Збагачений» > «Легкий» > контроль > «Здоров'я».

Етап 7. Визначення коефіцієнтів вагомості для групових показників без обліку економічної складової також проводили за допомогою експертної групи (додаток Ж, табл. 2) з дотриманням умови (4.3). Середньоарифметичні значення міжгрупових коефіцієнтів вагомості показників комплексної оцінки якості бісквітів без обліку економічної складової такі:

- $MA_0 - 0,30$;
- $MB_0 - 0,34$;
- $MC_0 - 0,25$;
- $MD_0 - 0,11$.

Етап 8. Вираження комплексної оцінки якості виробів одним значенням отримували в результаті об'єднання групових оцінок властивостей, які розраховували за допомогою адитивної моделі комплексної оцінки за формулою (4.4). Результати розрахунку представлено на рис. 4.8.

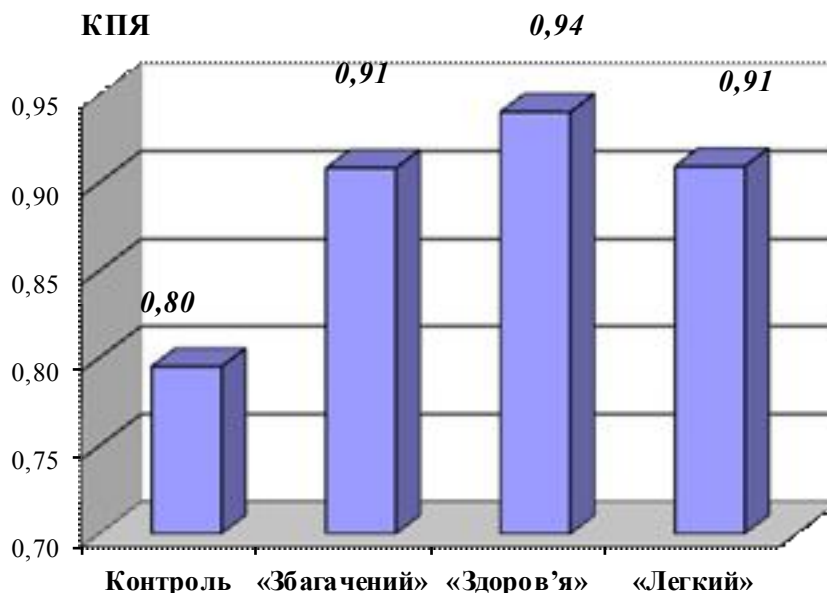


Рисунок 4.8 – Комплексний показник якості (КПЯ) оцінюваних бісквітів

Відзначено, що якість нової продукції вище, ніж у традиційної, але для всіх досліджуваних зразків КПЯ знаходиться в інтервалі, який відповідає оцінці «дуже добре». Бісквіти «Збагачений» та «Легкий» мають однакову

комплексну оцінку якості – 0,91 – яка вище КПЯ контрольного зразку на 13,8%. Найкраще значення КПЯ у бісквіта «Здоров'я» – 0,94 – що вище цього значення для контрольного зразка на 17,5%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лікування та профілактика діабету: [Електронний ресурс] / Міністерство охорони здоров'я України. – Режим доступу : http://www.moz.gov.ua/ua/portal/diabet_pamyatka.html.
2. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes / F. Ronda, M. Gómez, C. A. Blanco, P. A. Caballero // *Food Chemistry*. – 2005. – Vol. 90, Issue 4. – P. 549–555.
3. Технологія харчових продуктів функціонального призначення : монографія / [А. А. Мазаракі, М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко та ін.] ; за ред. д-ра техн. наук, проф. М. І. Пересічного. – [2-ге вид., переробл. та доп.]. – К. : КНТЕУ, 2012. – 1116 с.
4. Арсеньєва Л. Ю. Методологічні підходи до розроблення нових видів хлібобулочних виробів зі збалансованим хімічним складом / Л. Ю. Арсеньєва, Я. Ф. Доценко, О. О. Момот // *Харч. пром-сть*. – 2005. – № 4. – С. 5–8.
5. Арсеньєва Л. Ю. Збагачення йодом хлібобулочних виробів / Л. Ю. Арсеньєва, Л. О. Герасименко, В. І. Дробот // *Управління і первинна медико-санітарна допомога : міжнар. наук.-техн. конф. : матеріали*. – Ужгород, 2003. – С. 7.
6. Йодування хліба – один зі способів вирішення проблеми йоддефіциту / Л. Ю. Арсеньєва, В. І. Дробот, Л. О. Герасименко, В.Ф. Доценко // *Гігієнічна наука та практика на рубежі століть : матер. XIV з'їзду гігієністів України*. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 350–353.
7. Дейниченко Г. В. Исследование влияния йодсодержащей добавки эламина на физические свойства теста для мучных формованных изделий / Г. В. Дейниченко, Т. А. Колесниченко, Л. В. Сердюк // *Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства*. – 2003. – Вип. 16. – С. 40–44.

8. Дейниченко Г. В. Основні напрямки використання борошняних формованих виробів з йодвміщуючими добавками в технологіях кулінарних продукції / Г. В. Дейниченко, Т. О. Колісниченко // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2005. – Вип. 12. – С. 138–143.
9. Рудавська Г. Б. Безпечність нових пастильних виробів оздоровчого спрямування / Г. Б. Рудавська, Н. П. Шаповалова // Обладнання та технології харчових виробництв – ДонНУЕТ. – 2011. – № 27. – С. 29–35.
10. Рудавська Г. Б. Мінеральний склад нових пастильних виробів оздоровчого спрямування / Г. Б. Рудавська, Н. П. Шаповалова // Товарознавчий вісник – ЛНТУ. – 2012. – С. 347–352.
11. New products for school food of the iodine deficiency biogeochemical provinces / Г. Б. Рудавська, Н. П. Шаповалова, М. В. Рудавська, О. В. Жукевич // 18th IGWT Symposium Technology and Innovation for a Sustainable Future: a Commodity Science Perspective Rome, Italy – 2012. – С. 487–499
12. Павлюк Г. Ю. Новые технологии биологически активных растительных добавок и их использование в продуктах иммуномодулирующего и радиозащитного действия : монография Р.Ю. Павлюк. – Х. ; К, 2002. – 205 с.
13. Новые технологии функциональных оздоровительных продуктов : монография / [В. В. Погарская, А. И. Черевко, Р. Ю. Павлюк и др.]. Х. : ХГУПТ, 2007. – 262 с.
14. Сирохман І. Наукові аспекти поліпшення споживчих властивостей і безпечності нових борошняних кондитерських виробів / І. Сирохман, Т. Лозова, Б. Кузьмінов // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України – 2012. – № 2. – С. 3–7.
15. Сирохман І. В. Дослідження можливостей поліпшення споживчих властивостей тістечок / І. В. Сирохман, В. Т. Лебединець // Наук. пр. конф. нац. ун-ту харч. технологій. – 2008. – № 25, ч. 1. – С. 75–76.

16. Сирохман І. В. Тістечка, збагачені йодом / І. В. Сирохман, Н. С. Палько // Наук. пр. Нац. ун-ту харч. технологій. – 2010. – № 33. – С.48–50.

17. Дорохович В. В. Инновационная технология бисквитных полуфабрикатов с использованием сахарозаменителя нового поколения эритритола / В. В. Дорохович, А. Г. Абрамова // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: международная научно-практическая конференция, 2013 г. – Алмата: АГУ, 2013. – С. 229 – 231.

18. Дорохович В. В. Наукове обґрунтування і розроблення технології борошняних кондитерських виробів спеціального дієтичного споживання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : спец. 05.18.16 / В. В. Дорохович. – К., 2010. – 38 с.

19. Пат. 83917 U Україна, МПК А21Д13/00. Бісквітний напівфабрикат для хворих на цукровий діабет / Дорохович В. В., Абрамова А. Г. – № u 201301748 ; заявл. 13.02.2013 ; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19. – 3 с.

20. Дорохович В. В. Розробка раціональних технологій діабетичних борошняних кондитерських виробів на основі фруктози : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / В. В. Дорохович – К., 2000. – 215 с.

21. Дорохович В. В. Кваліметрична оцінка цукрозамінників-поліолів / В. В. Дорохович, О. Л. Соловйова // Товари і ринки. – № 2. – 2007. – С. 101–107.

22. Дорохович А. М. Вплив суміші ізомальту та фруктози на технологічні властивості маси для кондитерського виробу маршмелу / А. М. Дорохович, В. В. Бадрук // Ukrainian Food Journal. – 2012. – Т. 1., № 3. – С. 7–11.

23. Підсолоджувальні речовини у харчуванні людини : монографія / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, П. О. Карпенко, В. В. Карпачов. – К. : КНТЕУ, 2004. – 446 с.

24. Пересічний М. І. Борошняні кондитерські вироби спеціального призначення [Електронний ресурс] / М. І. Пересічний, М. Ф. Кравченко, Д. В. Федорова // Проблеми харчування. 2004. – № 4. – Режим доступу : http://www.medved.kiev.ua/arh_nutr/art_2004/n04_4_8.htm

25. Карпенко П. О. Сучасні погляди щодо організації лікувального та оздоровчого харчування / П. О. Карпенко, М. І. Пересічний // Готельно-ресторанний, туристичний та виставковий бізнес: інноваційні напрями розвитку : Міжнар. наук.-практ. конф. 12-14 жовтня 2011 р. : матеріали. Ялта. – К. : КНТЕУ, 2011. – С. 213–216.

26. Корзун В. Н. «Еламін» – збережемо своє здоров'я / В. Н. Корзун, Г. Ф. Семенова, Т. Т. Леонтьева // Пищевая промышленность. – 2008. – № 3. – С. 16–17.

27. Корзун В. Н. Экспертное заключение о радиозащитных свойствах эламина в условиях внутреннего облучения животных цезием и стронцием / В. Н. Корзун, В. А. Бузунов // НЦРМ АМН Украины. – К., 1994. – 4 с.

28. Корзун В. Н. Нові методи у профілактиці та лікуванні йододефіцитних захворювань у дітей / В. Н. Корзун // Актуальні питання педіатрії, акушерства та гінекології. – Т. : Укрмедкнига, 2011. – С. 128–130.

29. Сирохман І. В. Товарознавство продовольчих товарів / І. В. Сирохман, І. М. Задорожний, П. Х. Пономарьов. – К. : Лібра, 2007. – 650 с.

30. Сирохман І. В. Наукові основи формування споживних властивостей і зберігання якості борошняних кондитерських виробів : монографія / І. В. Сирохман, Т. М. Лозова : УКООПСШЛКА, Львів. комерц. акад. – Л. : Вид-во Львів. комерц. акад., 2009. – 456 с.

31. Сирохман І. Наукові аспекти поліпшення споживчих властивостей і безпечності нових борошняних кондитерських виробів / І. Сирохман, Т. Лозова, Б. Кузьмінов // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. – 2012. – № 2. – С. 3–7.

32. Сирохман И. В. Ассортимент кондитерских изделий : справочник / И. В. Сирохман, И. М. Задорожний. – К. : Техника, 1991. – 207 с.

33. Фигони П. Профессиональная выпечка: теория и практика / П. Фигони ; [пер. с англ. В. Разумовского]. – М. : Ресторанные ведомости, 2004. – 384 с.
34. Самохвалова В. О. Використання мікробного полісахариду ксампану в технології бісквітних напівфабрикатів : монографія / О.В. Самохвалова, Н. І. Черевична ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х., 2012. – 107 с.
35. Зубченко А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий / А. В. Зубченко. – Воронеж, 2001. – 389 с.
36. Закономерности структурообразования дисперсной системы Т. Л. Остроумова, С. Е. Дмитриева, А. Ю. Просеков, Е. В. Строева // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2006. – № 7. – С. 19–21.
37. Евдокимова О. В. Внедрение функциональных пищевых продуктов на потребительский рынок / О. В. Евдокимова // Пищевая промышленность. – 2009. – № 4. – С. 40–42.
38. Зубченко А. В. Дисперсные системы кондитерского производства / А. В. Зубченко. – Воронеж, 1993. – 160 с.
39. Канн К. Б. Капиллярная гидродинамика пен / К. Б. Канн – Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 167 с.
40. Погожих М. І. Залежність дисперсного складу піни від концентрації піноутворюючих речовин / М. І. Погожих, А. О. Пак // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук пр. – Донецьк : ДонДУЕТ, 2006. – Вип. 14. – С. 196–201.
41. Ребиндер П. А. Избранные труды: Поверхностные явления в дисперсных системах. Коллоидная химия / П. А. Ребиндер. – М. : Наука, 1978. – 368 с.
42. Ящики из гофрированного картона для кондитерских изделий. Технические условия : ГОСТ 13512–91 – [Введен в действие от 1993-01-01]. – М. : Межгос. стандарт, 1993. – 7 с.

43. Пергамент растительный. Технические условия. : ГОСТ 1341-97 – [Введен в действие от 1998-01-01]. – М. : Межгос. стандарт, 1997. – 7 с.
44. Подпергамент. Технические условия. : ГОСТ 1760-86 . – [Введен в действие от 1988-01-01]. – М. : Издательство стандартов, 1988. – 10 с.
45. Петриченко С. В. Нові матеріали для пакування харчових продуктів / С. В. Петриченко, О. В. Гвоздев // Праці ТДАТУ. – 2011. – № 14. – С. 30–36.
46. Сирохман І. Товарознавство харчових продуктів функціонального призначення / І. Сирохман, В. Завгородня. – К. : 2009. – 544 с.
47. Лисюк Г. М. Оцінка технології здобного печива з використанням продукту переробки зерна нового сорту кукурудзи високої цукристості / Г. М. Лисюк, О. М. Постнова, І. О. Шелест // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : 2008. – Вип. 1(7) – С. 297–302.
48. Цыганова Т. Б. Технология хлебопекарного производства / Т. Б. Цыганова. – М. : ПрофОрбИздат, 2001. – 428 с.
49. Хомич Г. П. Використання відходів дикорослої сировини у кондитерському виробництві / Г. П. Хомич, Н. І. Ткач // Харчова наука і технологія. – 2014. – № 1 (26). – С. 52–57.
50. Кичаева Т. Г. Использование фасоли при производстве пряников / Т. Г. Кичаева, И. Б. Шарфунова, Н. Н. Летун // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов. – 2002. – № 5. – С. 9.
51. Пат. 44864 Україна МПК А21D 13/08. Склад суміші для виготовлення кондитерських виробів / Ю. Д. Шаповалов ; заявник та патентовласник Ю.Д. Шаповалов ПП «Продукс». – № 99031643 ; заявл. 24.03.1999 ; опубл. 15.03.2002, Бюл. №3.
52. Еремин С. Изделия профилактического назначения: и больше и лучше / С. Еремин, А. Романов // Хлебопродукты. – 2003. – № 1. – С. 19.
53. Использование семян льна для повышения биологической ценности хлебобулочных изделий / [Л. П. Пащенко, Г. Г. Странадко, Н. Н. Булгакова и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 4. – С. 82–85.

54. Фитерер И. В. Разработка рецептурно-технологических аспектов нового ассортимента мучных кондитерских изделий : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.01 / И. В. Фитерер– Орел., 2006. – 192 с.

55. Корячкина С. Я. Использование пюре облепихи, калины, рябины в производстве изделий из дрожжевого теста / С. Я. Корячкина, О. М. Фаттахова // Продовольственный рынок и проблемы здорового питания : II Междунар. науч.-практ. конф. : тезисы докл. – Орел : Орел ГТУ, 1999. – С. 59.

56. Пат. 2391003 Россия, МПК А 21 D 13/08. Способ производства бисквитного полуфабриката / Т. А. Никифорова; заявитель и патентообладатель ОГУ. – № 2008149031/13 ; заявл. 11.12.2008 ; опубл. 10.06.2010. – 3 с.

57. Романова Е. В. Технология мучных кондитерских изделий с использованием нетрадиционного растительного сырья / Е. В. Романова // Молодые ученые – науке и производству : конф. молодых ученых, июнь 2008. – Саратов : СГТУ, 2008. – С. 187–189.

58. Пат. 71410 А Україна, МПК А21Д13/08. Спосіб виробництва бісквітного напівфабрикату / О. В. Самохвалова, Н. І. Черевична, С.Г. Олійник, Г. М. Лисюк, Ю. О. Смикалова. – № 20031212789 ; заявл. 29.12.2003 ; опубл. 15.11.2004.

59. Собко А. Б. Технологія бісквітного напівфабрикату і рулету репродуктивного призначення : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.16 / А. Б. Собко. – К., 2009. – 21 с.

60. Полищук Т. Я. Разработка рациональных технологий производства диабетических мучных кондитерских изделий : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.18.01 / Т. Я. Полищук. – К., 1990. – 24 с.

61. Магомедов Г. О. Использование фруктозы в производстве зефира на пектине / Г. О. Магомедов, Т. И. Мирошникова, Л. А. Лобосова // Кондитерское производство. – 2006. – № 3. – С. 41–42.

62. Дорохович В. В. Солодкі речовини – цукрозамінники: обґрунтування доцільності використання їх при виробництві борошняних кондитерських

виробів / В. В. Дорохович, М. П. Гуліч // Гігієна населених місць. – 2007. – Вип. 50. – С. 273–279.

63. Завьялова А. Н. Недостаток микронутриентов в питании детского населения и пути коррекции / А. Н. Завьялова, Е. М. Булатова, В. Б. Спиричев // Клиническое питание. – 2006. – № 3. – С.18–20.

64. Ruth A. Roth Recommended Dietary Allowances. / Ruth A. Roth, Karen L. Dolk: – [10 th ed.]. – Washington : National Academy Press, 2009.– 580 p.

65. Муравьева Т. И. Эссенциальные микроэлементы и их роль в сохранении здоровья, предупреждении и коррекции заболеваний / Т. И. Муравьева // Новая аптека. – Хабаровск : ДВГМУ, 2001. – С. 138–143.

66. Гонський Я. І. Біохімія людини / Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. – 711 с.

67. Коцур Н. І. Йододефіцит: сучасний стан проблеми та заходи подолання / Н. І. Коцур, О. В. Міщенко // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2008. – №3. – С. 95–99.

68. M. Hays Mathematical Models of Human Iodine Metabolism, including Assessment of Human Total Body Iodine Content / M. Hays // Comprehensive Handbook of Iodine. – 2009. – P. 193 – 198.

69. Кузнецов В. В. Некоторые проблемы развития производства продуктов детского питания / В. В. Кузнецов, Р. С. Корочкина, А. В. Куленко // Современные технологии пищевых продуктов детского питания и их реализация на предприятиях АПК : науч.-практ. конф. – М., 2000. – С. 240– 241.

70. Липатов Н. Н. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов / Н. Н. Липатов, А. Б. Лисицын, С. Б. Юдина // Мясная индустрия. – 2000. – № 1. – С. 14–15.

71. Подрушняк А. Є. Актуальні проблеми фортифікації та контролю якості харчових продуктів, збагачених йодом / А. Є. Подрушняк, Т. Л. Макарчук, Ю. В. Кравцова // Проблеми харчування. – 2006. – № 1. – С. 32–36.

72. Ивченко Л. А. Йод и здоровье человека : пособие к спецкурсу «Химия и здоровье человека» / Л. А. Ивченко, А. А. Макареня. – М., 2005. – 78 с.

73. Иванова Т. Н. Применение биологически активной добавки «Йодказеин» / Т. Н. Иванова, Е. Д. Полякова, А. А. Жучков // Биологически активные добавки и здоровое питание : Всерос. науч. конф. с междунар. участием. – Улан-Удэ, 2001. – 93 с.

74. Белова А. А. Гену-каррагинаны обеспечивают высокое качество и снижение себестоимости / А. А. Белова // Мясная индустрия. – 1997. – № 3. – С. 20–21.

75. Васіліаді Г. К. Дефіцит йоду у біосфері, організмі людини та шляхи корекції роботи щитовидної залози при патології / Г. К. Васіліаді // Вісник Міжнародної академії наук екології і безпеки життєдіяльності. – 2001. – № 4. – С. 36–39.

76. Васіліаді Г. К. Технологія введення йоду в кондитерські вироби для профілактики патології щитовидної залози / Г. К. Васіліаді, О. Ю. Волох // Медицина, здоров'я. Північно-Кавказький гірничо-металургійний інститут – 2003. – С. 52–63.

77. Шахтарин В. В. Эффективность йодказеина для профилактики йодного дефицита / В. В. Шахтарин, А. Ф. Цыб, Р. А. Розиев // Проблеми харчування. – 2004. – №2. – С. 38–44.

78. Шаран Л. О. Варто збагачувати хлібобулочні вироби порошками морських водоростей / Л. О. Шаран, Л. Ю. Арсеньєва, В. Ф. Доценко, В. Н. Корзун // Хлібопекарська і кондитерська промисловість. – 2007. – № 6. – С. 9–11.

79. Игнатова А. Ю. Коррекция рационов питания больных сахарным диабетом путем применения лечебно-профилактического напитка / А. Ю. Игнатова // Пища. Экология. Человек : III междунар. науч. – практ. конф. : материалы – М., 1999. – С. 21.

80. Струмінська О. О. Використання біополімерних композицій для агрохімічної технології передпосівної обробки насіння / О. О. Струмінська, С. А. Курта, О. Я. Куцела // *Agroecological journal*. – 2013. – № 4. – С. 74–78.

81. Лескова С. Ю. Разработка технологий йодированных белково-жировых эмульсий для производства вареных колбас : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук спец. 05.18.04 / С. Ю. Лескова – Улан-Уде, 2005. – 22 с.

82. Химия пищи / [И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко и др.]. – М. : КолосС, 2007. – 853 с.

83. Guiry M. D. *Laminaria angustata* Kjellman / M. D. Guiry, W. Guiry // *Encyclopedia of Life*. – 2006. P. 26–29.

84. Fertah M. Extraction and characterization of sodium alginate from Moroccan *Laminaria digitata* brown seaweed / M. Fertah, A. Belfkira, E. Dahmane // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2014. – № 21 – P. 100–110.

85. 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 / Т. О. Колісниченко. – Х., 2004. – 18 с.

86. Головка Т. М. Формування якості паштетів з використанням напівфабрикату кісткового харчового та еламіну : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 «Товарознавство» / Т. М. Головка. – Х., 2010. – 19 с.

87. Концентрат еламіну сухого : ТУ У 00382119-02-99. – К. : – 18 с.

88. Назаров В. П. Натуральная радиозащитная пищевая добавка из морской капусты – источник макро- и микроэлементов, витаминов и

биологически активных веществ / В. П. Назаров, Н. П. Полотай // Актуальные проблемы санаторно-курортной диетотерапии. – Запорожье, 1997. – С. 19–23.

89. Подкорытова А. В. Водоросли и морские травы морей России: состояние и перспективы / А. В. Подкорытова // Рыбная промышленность. – 2004. – № 3. – С. 40–43.

90. Дерев'янюк Л. П. Використання біологічно активної добавки еламіну для корекції гіпоталамо-гіпофізарно-надниркової системи на фоні внутрішнього опромінення ^{137}Cs / Л. П. Дерев'янюк // Проблеми харчування. – 2004. – № 2 (3). – С. 39–47.

91. Relating fouling behavior and cake layer formation of alginic acid to the physiochemical properties of thin film composite and nanocomposite seawater RO membranes / [The-Vinh Nguyen, M. T. M. Pendergast, M. T. Phong, et al.] // Desalination. – 2014. – Vol 338. – 1 April. – P. 1–9.

92. Дробот В. И. Альгинат натрия и его использование в хлебопекарной промышленности / В. И. Дробот. – К. : Урожай, 1998. – 152 с.

93. Білецька Я. О. Формування якості зефіру з використанням еламіну та ягідної сировини : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15 / Я. О. Білецька – Х., 2012. – 190 с.

94. Шевченко О. Є. Формування якості морозива функціонального призначення шляхом збагачення йодом та білком : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 / О. Є. Шевченко. – Х., 2008. – 20 с.

95. Тимошенко Н. Ю. Рынок интенсивных подсластителей / Н. Ю. Тимошенко // Пищевые ингредиенты: сырье и добавки. – 2001. – № 1. – С. 44–47.

96. Пешкетова О. В. Подсластители. Информация для специалистов и потребителей / О. В. Пешкетова // Пищевая промышленность. – 2001. – № 7. – С. 54–55.

97. Тутельян В. А. Новые стратегии в лечебном питании / В. А. Тутельян, Т. С. Попова – М. : Медицина, 2002. – 141 с.

98. Трофімова Г. Прощання з гамбургерами. Впораємося з дитячим ожирінням / Г. Трофімова. – М. : Центральний книжковий двір, 2002. – 54 с.
99. Бачинська Я. О. Вдосконалення технології виробництва джемів функціонального призначення на основі екстракту стевії / Я. О. Бачинська, О. А. Степанова // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2013. – Вип. 30. – С. 9–15.
100. Корпачев В. Сахара и сахарозаменители / В. Корпачев. – К. : Книга плюс, 2004. – 320 с.
101. Озерова В. Стевия. Медовая трава против диабета / В. Озерова // Кладовые природы. – СПб. : Весь, 2005. – 96 с.
102. Лисюк Г. М. Технологія борошняних кондитерських і хлібобулочних виробів / Г. М. Лисюк // Кондитерське виробництво. – 2009. – № 2. – С. 9–13.
103. Стевия – заменитель сахара натуральный [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://nsp-welness-product.pulscen.com.ua/goods/12123859-stevia_steviya_zamenitel_sakhara.
104. Richard David. Stevia rebaudiana: Nature's Sweet Secret / David Richard. – USA, 2000. – 190 p.
105. Montoro P. Determination of six steviol glycosides of Stevia rebaudiana (Bertoni) from different geographical origin by LC–ESI–MS/MS / P. Montoro, I. Molfetta, M. Maldini, // Food Chemistry. – 2013. – Vol. 141.– Is. 2. P. 745–753.
106. Чижакова О. Г. Разработка хлебобулочных изделий с применением стевии / О. Г. Чижакова, А. К. Чайка, Т. К. Каленик // Пищевая промышленность. – М. 2009.,– № 4. – С. 79–85.
107. Лисицин В. Н. Стевия – источник здоровья и долголетия нации / В. Н. Лисицин, И. П. Ковалев // Пищевая промышленность. – 2000. М.:– № 5. – С. 38.
108. Диетические продукты на основе стевии / [Г. Н. Павлова, Л. Д. Ерашова, Л. А. Алехина и др.] // Пищевая промышленность. – 2005. – № 5. – С. 59.

109. Barba F. J. Stevia rebaudiana Bertoni as a natural antioxidant/ antimicrobial for high pressure processed fruit extract: Processing parameter optimization / F. J. Barba, M. N. Criado, C. M. Belda-Galbis // Food Chemistry. – 2014. – Vol. 148. – P. 261–267.
110. Stevioside induces antihyperglycaemic, insulinotropic and glucagonstatic effects in vivo studies in the diabetic Coto-Kakiazaki (GK) rats / P. B. Jeppesen, S. Gregersen, K. K. Alstrup, K. Hermansen // Phytomedicine. – 2002. – № 9. – P. 9–14.
111. Yasukawa K. Inhibitory Effect of Stevioside on Tumor Promotion by 12-O-Tetradecanoylphorbol-13-acetate in Two-Stage Carcinogenesis in Mouse Skin / K. Yasukawa, S. Kitanaka, S. Seo // Biol. Pharm. Bull. – 2000. – № 25. – P. 1488–1490.
112. In vitro propagation of Stevia rebaudiana Bertoni / [L. T. Binh, H. T. K. Oanh, T. T. Thu et al.]. // Manuscript, 1993. – 250 p.
113. Diabetes mellitus and medicinal plants-a review / [S. Surya, A. D. Salam, D. V. Tomy et al.] // Original Research Article Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 2014. – Vol. 4, Issue 5. – October. – P. 337–347.
114. Полянский К. К. Стевия в продуктах целебно-профилактического назначения. / К. К. Полянский, Г. К. Подпорошникова, Д. М. Богомолов // Пищевая промышленность – 2005. – № 5. – С. 58.
115. Stevioside acts directly on pancreatic β cells to secrete insulin: Actions independent of cyclic adenosine monophosphate and adenosine triphosphate—sensitive K^+ -channel activity / P. B. Jeppesen, S. Gregersen, C. R. Poulsen, K. Hermansen // Metabolism. – 2000. – Vol. 49, Issue 2, February. – P. 208–214.
116. Hajar E. W. Assessment of Heavy Metals Tolerance in Leaves, Stems and Flowers of Stevia Rebaudiana Plant / E. W. Hajar, A. Z. Sulaiman, A. M. Sakinah // Procedia Environmental Sciences. – 2014. – Vol. 20. – P. 386–393.
117. Ляховкин А. Г. Стевия – медовая трава: растение лекарственное и пищевое в вашем доме / А. Г. Ляховкин, А. П. Николаев, В. Б. Учитель. – СПб. : Весь, 1999. – С. 96.

118. Концепция государственной политики в области здорового питания населения России на период до 2005 года // Пищевая промышленность. 2000. – № 3. – С. 10–14.
119. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М. : Вильямс, 2007. – 912 с.
120. Дьяконов В. П. Mathcad 11/12/13 в математике : справочник / В. П. Дьяконов. – М. : Горячая линия–Телеком, 2007. – 928 с.
121. Костина В. В. Использование гликозилированного стевииозида в производстве молочных напитков / В. В. Костина // Пищевая промышленность. – 2003. – № 12. – С. 48–49.
122. Павлов А. В. Сборник рецептур мучных кондитерских и булочных изделий для предприятий общественного питания / А. В. Павлов. – СПб. : Наука, 1998. – С. 12.
123. Варламов Д. Н. Разработка способа получения продукта на основе сахара-песка и стевииозида : автореф. дис. На соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.18.01, 05.18.12 / Д. Н. Варламов – Воронеж, 2007. – 20 с.
124. Гасанова А. Е. Дисперсний склад еламіну та стевіозиду / А. Е. Гасанова, М. Ю. Ляшенко // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і студ., 26 березня 2014 р. : тези. – Х., 2014. – С. 220.
125. Гасанова А. Е. Дослідження рівномірного розподілення еламіну та стевіозиду в процесі отримання яєчно-цукрової піни / А. Е. Гасанова // Актуальні проблеми товарознавства, торговельного підприємництва та захисту прав споживачів : IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 13 березня 2014 р. : тези. – К. : КНТЕУ, 2014. – С. 61–62.
126. Дерягин Б. В. Теория устойчивости коллоидов и тонких пленок / Б. В. Дерягин – М. : Наука, 1986. – 206с.
127. Тихомиров В. К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения / В. К. Тихомиров – М. : Химия, 1975. – 262 с.

128. Дюкарева Г. І. Перспективи використання стевіозиду, як цукрозаміннику під час виробництва бісквіта / Г. І. Дюкарева, А. Е. Гасанова // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг : міжнар. наук.-практ. конф. 18 жовт. 2012 р. : [присв. 45-річчю ХДУХТ : тези доп.]. – Х. : ХДУХТ, 2012. – С. 257–258.

129. Баль-Прилипка Л. Активовані водні середовища / Л. Баль-Прилипка, Б. Леонова // Продовольча індустрія ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – К. : 2012. – С. 22–26.

130. Вода в пищевых продуктах / пер. с англ. ; под ред. Р. Б. Дакуорта. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 376 с.

131. Цуканов М. Ф. Технологические аспекты показателя «активность воды» и его роль в обеспечении качества продукции общественного питания / М. Ф. Цуканов, А. Б. Черноморец // ТТПС. – 2010. – № 11. С. 58–63.

132. Новікова О. В. Технологія виробництва хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів : навч. посібник. / О. В. Новікова, А. Е. Гасанова. – К. : Ліра-К, 2013. – 538 с.

133. Лурье И. С. Технология кондитерских изделий / И. С. Лурье. – М. : Агропромиздат, 2001. – 399 с.

134. Драгилев А. И. Технология кондитерских изделий / А. И. Драгилев, И. С. Лурье. – М. : ДеЛиПринт, 2001. – 284 с.

135. Новицкая Е. А. Использование пенообразующих свойств ржаной обдирной муки в технологии бисквитного полуфабриката : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : 05.18.15 / Е. А. Новицкая; – СПб., 2006. – 19 с.

136. Миронов Д. А. Дослідження інфрачервоних спектрів екстрактів з плодів шипшини, обліпихи та калини / Д. А. Миронов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 2/12 (68). – С. 51–55.

137. Дейниченко Г. В. Вплив сколотин і йодовміщуючої добавки еламіну на біополімер пшеничного борошна – крохмаль / Г. В. Дейниченко,

Т. О. Колісниченко // Нові технології продуктів харчування. – Х. : ХДУХТ, – 2006.

138. Методы исследований и организация экспериментов / [под ред. проф. К. П. Власова]. – Х.: Гуманитарный центр, 2002. – 256 с.

139. Пат. UA № 78704 МПК A21D 13/08. Спосіб виробництва бісквіта / Дюкарева Г. І., Гасанова А. Е., Дейниченко Г. В. ; заявник та патентовласник ХДУХТ. – № u2012 11885 ; заявл. 15.10.2012 ; опубл. 25.03.2013, Бюл. № 6. – 4 с.

140. Кошева В. М. Использование нетрадиционного сырья при производстве безалкогольных напитков / В. М. Кошева, В. М. Сидор // Пиво и напитки. – 2012. – № 1. – С. 30–31.

141. Разработка хлебобулочных изделий с применением стевии / О. Г. Чижикова, А. К. Чайка, Т. К. Каленик, О. Н. Самченко // Вестник ТГЭУ. – 2009. – № 4. – С. 79–88.

142. Перспективы выращивания стевии и производство продукции на ее основе / В. И. Трухачев, Г. П. Стародубцева, Ю. А. Безгина, С. И. Любая // Вестник АПК Ставрополя. – 2012. – № 1. – С. 22–25.

143. Effect of short-term administration of cinnamon on blood pressure in patients with prediabetes and type 2 diabetes / R. Akilen, Z. Pimlott, A. Tsiami, N. Robinson // Nutrition. 2013. – Vol. 29, Issue 10, October, P. 1192–1196.

144. Cinnamon extract improves fasting blood glucose and glycosylated hemoglobin level in Chinese patients with type 2 diabetes / [Ting Lu, Hongguang Sheng, Johnna Wu et al.] // Nutrition Research. – 2012. – Vol. 32, Issue 6, June, P. 408–412.

145. Никберг И. И. О диете по гликемическому индексу [Электронный ресурс] / И. И. Никберг // Медична газета «Здоров'я України ХХІ століття». – 2008. – № 10. – С. 71–73. – Режим доступа : Way of access: <http://health-ua.com/articles/2728.html>.

146. Пат. 40623 Україна, МПК А 23 L 1/10, МПК А 23 L 1/29. Спосіб визначення показників глікемічності харчового продукту / А. М. Дорохович,

В. М. Ковбаса, М. П. Гуліч, В. В. Дорохович, О. М. Яременко; заявник та патентовласник НУХТ. – № 200809063 ; заявл. 10.07.2008 ; опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8. – 5 с.

147. Полумбрик М. О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М. О. Полумбрик. – К. : Академперіодика, 2011. – 486 с.

148. Рябоконт Н. В. Збалансованість згущених молочних консервів / Н. В. Рябоконт, Т. Г. Осьмак, О. А. Савченко // Продовольча індустрія АПК. – 2012. – № 4. – С. 15–17.

149. Цыганова Т. Обогащение хлебобулочных изделий / Т. Цыганова, М. Костюченко, Л. Шатнюк // Хлебодукты. – 2008. – № 3. – С. 32–33.

150. Vera M. B. Elamin and product / M. B. Vera, R. K Mukherjee // J. Food Sci. – 2009. – № 1. – P. 183–186.

151. Тутельян В. А. Методы контроля. Химические факторы МУК 4.1.1187–03. Вольтамперометрическое определение йода в пищевых продуктах : методические указания / В. А. Тутельян, С. А. Хотимченко, Г. Ф. Жукова. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 23 с.

152. A. Angioloni Physicochemical and nutritional properties of reduced-caloric density high-fibre breads / A. Angioloni, C. Collar // Food Science and Technology. – 2011. – Vol. 44, Issue 3, April, P. 747–458.

153. Шаповалова Н. П. Формування споживних властивостей пастильних кондитерських виробів підвищеної біологічної цінності : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.18.15 / Н. П. Шаповалова. – К., 2012. – 22 с.

154. Catala R. Paper and Paperboard Packages / R. Catala R. Gavara // Food engineering. Food packaging, Valencia Spain. – 2007. – P. 14–17.

155. Магомедова А. Д. Влияние упаковки и условий среды на сохранность мучных кондитерских изделий / А. Д. Магомедова // Хлебодукты. – 2011. – № 1. – С. 42–43.

156. Бисквиты : Технические условия. РСТ УССР 1466-90. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 9 с.

157. Gupta H. Parallel diffusion of moisture in paper / H. Gupta, S. G. Chatterjee // Part II: steady-state conditions. Industrial and Engineering Chemistry Research. – 12/2012. – 42(25). P. 34–46.

158. Крижова Ю. П. Розширення асортименту м'ясних продуктів для профілактичного харчування / Ю. П. Крижова, О. А. Топчій, В. Н. Корзун // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини ім. С. З. Гжицького. – 2007. – Т. 9, № 2 (33). – Ч. 2. – С. 145–147.

ДОДАТКИ

**Математична обробка
піноутворювальної здатності
та піностійкості бісквітної піни**

Вхідні змінні :X1-концентрація; X2-час обробки

Прийняті позначення:

Y1 = Піноутворювальна здатність (еламін запарений)

Y2 = Піноутворювальна здатність (еламін сухий)

Y3 = Піностійкість (еламін сухий)

Y4 = Піноутворювальна здатність (стевіозид)

Y5 = Піностійкість (стевіозид)

Y6 = Піностійкість (еламін запарений)

Приклад розрахунку коефіцієнтів моделі для оцінювання впливу вхідних змінних

з використанням кодованих значень (вхідні змінні мають межі (-1), (1))

$$F := \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad Y1 := \begin{pmatrix} 130 \\ 250 \\ 320 \\ 400 \\ 300 \\ 390 \\ 150 \\ 400 \\ 390 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \text{Визначення} \\ \text{коефіцієнтів} \end{matrix} \quad c1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot Y1 \quad F \cdot c1 = \begin{pmatrix} 113.333 \\ 230 \\ 330 \\ 406.667 \\ 306.667 \\ 403.333 \\ 186.667 \\ 383.333 \\ 370 \end{pmatrix}$$

$$c1^T = \mathbf{■}$$

Перевірка
коефіцієнтів

$$y1(X1, X2) := c1_0 + c1_1 \cdot X1 + c1_2 \cdot X2 + c1_3 \cdot X1^2 + c1_4 \cdot X2^2 + c1_5 \cdot X1 \cdot X2$$

Модель

$$Y2 := \begin{pmatrix} 0 \\ 250 \\ 270 \\ 400 \\ 250 \\ 390 \\ 150 \\ 393 \\ 380 \end{pmatrix} \quad Y3 := \begin{pmatrix} 90 \\ 60 \\ 100 \\ 75 \\ 100 \\ 75 \\ 70 \\ 100 \\ 100 \end{pmatrix} \quad Y4 := \begin{pmatrix} 110 \\ 200 \\ 300 \\ 400 \\ 280 \\ 400 \\ 130 \\ 370 \\ 350 \end{pmatrix} \quad Y5 := \begin{pmatrix} 80 \\ 30 \\ 100 \\ 80 \\ 95 \\ 75 \\ 60 \\ 90 \\ 90 \end{pmatrix} \quad Y6 := \begin{pmatrix} 70 \\ 60 \\ 80 \\ 65 \\ 75 \\ 63 \\ 64 \\ 75 \\ 70 \end{pmatrix}$$

$$c2 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot Y2$$

$$c2^T = \blacksquare$$

Коефіцієнти моделі

$$y2(X1, X2) := c2_0 + c2_1 \cdot X1 + c2_2 \cdot X2 + c2_3 \cdot X1^2 + c2_4 \cdot X2^2 + c2_5 \cdot X1 \cdot X2 \quad \text{Модель}$$

$$c3 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot Y3$$

$$c3^T = \blacksquare$$

Коефіцієнти моделі

$$y3(x1, x2) := c3_0 + c3_1 \cdot x1 + c3_2 \cdot x2 + c3_3 \cdot x1^2 + c3_4 \cdot x2^2 + c3_5 \cdot x1 \cdot x2 \quad \text{Модель}$$

$$c4 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot Y4$$

$$c4^T = \blacksquare$$

Коефіцієнти моделі

$$y4(X1, X2) := c4_0 + c4_1 \cdot X1 + c4_2 \cdot X2 + c4_3 \cdot X1^2 + c4_4 \cdot X2^2 + c4_5 \cdot X1 \cdot X2 \quad \text{Модель}$$

$$c5 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot Y5$$

$$c5^T = \blacksquare$$

Коефіцієнти моделі

$$y5(X1, X2) := c5_0 + c5_1 \cdot X1 + c5_2 \cdot X2 + c5_3 \cdot X1^2 + c5_4 \cdot X2^2 + c5_5 \cdot X1 \cdot X2 \quad \text{Модель}$$

$$c6 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot Y6$$

$$c6^T = \blacksquare$$

Коефіцієнти моделі

$$y6(X1, X2) := c6_0 + c6_1 \cdot X1 + c6_2 \cdot X2 + c6_3 \cdot X1^2 + c6_4 \cdot X2^2 + c6_5 \cdot X1 \cdot X2 \quad \text{Модель}$$

Перехід до природних значень здійснюється за формулою:

$$X_k = (2x - (X_{\min} + X_{\max})) / (X_{\max} - X_{\min})$$

Формули переходу: $X1 = \frac{x1 - 1.3}{1.3}$

$$X2 = \frac{x2 - 27.5}{17.5}$$

$$F := \begin{pmatrix} 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad Y1 := \begin{pmatrix} 130 \\ 250 \\ 320 \\ 400 \\ 300 \\ 390 \\ 150 \\ 400 \\ 390 \end{pmatrix}$$

Визначення
коефіцієнтів

$$c1 := (F^T \cdot F)^{-1} \cdot F^T \cdot Y1 \quad F \cdot c1 = \blacksquare$$

$$y1(x1, x2) := c1_0 + c1_1 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) + c1_2 \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right) + c1_3 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right)^2 \dots$$

$$+ c1_4 \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)^2 + c1_5 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)$$

Модель у природних змінних

$$370 + 98.33 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) + 48.33 \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right) + (-85) \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right)^2 \dots$$

$$+ (-15) \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)^2 + (-10) \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)$$

$$57.96 + 218.49 \cdot x1 + 6.02 \cdot x2 - 50.29 \cdot x1^2 - 4.89 \cdot 10^{-2} \cdot x2^2 - .434 \cdot x1 \cdot x2$$

$$y1(x1, x2) := 57.97 + 218.5 \cdot x1 + 6.027 \cdot x2 - 50.3 \cdot x1^2 - 0.049 \cdot x2^2 - 0.43 \cdot x1 \cdot x2$$

$$c2^T = (371.778 \quad 110.5 \quad 86.667 \quad -96.167 \quad -47.667 \quad -30)$$

$$y2(x1, x2) := c2_0 + c2_1 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) + c2_2 \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right) + c2_3 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right)^2 \dots$$

$$+ c2_4 \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)^2 + c2_5 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)$$

Модель у природних змінних

$$371.78 + 110.5 \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) + 86.66 \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right) + (-96.16) \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right)^2 \dots$$

$$+ (-47.66) \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)^2 + (-30) \cdot \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3}\right) \cdot \left(\frac{x2 - 27.5}{17.5}\right)$$

$$-135.89 + 269.2 \cdot x1 + 15.22 \cdot x2 - 56.89 \cdot x1^2 - .15 \cdot x2^2 - 1.31 \cdot x1 \cdot x2$$

$$y2(x1, x2) := -135.89 + 269.2 \cdot x1 + 15.22 \cdot x2 - 56.89 \cdot x1^2 - .15 \cdot x2^2 - 1.31 \cdot x1 \cdot x2$$

$$y3(1, 1) = 77.36$$

$$c3^T = (96.1119 \quad 167 \quad -13.333 \quad -9.167 \quad -6.667 \quad 1.25)$$

$$y_3(x_1, x_2) := c_{30} + c_{31} \cdot \left(\frac{x_1 - 1.3}{1.3} \right) + c_{32} \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right) + c_{33} \cdot \left(\frac{x_1 - 1.3}{1.3} \right)^2 \dots$$

Модель у природних змінних

$$+ c_{34} \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)^2 + c_{35} \cdot \left(\frac{x_1 - 1.3}{1.3} \right) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)$$

$$96.11 + 9.16 \left(\frac{x_1 - 1.3}{1.3} \right) + (-13.33) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right) + (-9.16) \cdot \left(\frac{x_1 - 1.3}{1.3} \right)^2 \dots$$

$$+ (-6.66) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)^2 + (1.25) \cdot \left(\frac{x_1 - 1.3}{1.3} \right) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)$$

$$83.59 + 19.53x_1 + .16x_2 - 5.42x_1^2 - 3.28 \cdot 10^{-3} \cdot x_2^2 + 2.13 \cdot 10^{-2} \cdot x_1 \cdot x_2$$

$$y_3(x_1, x_2) := 83.59 + 19.53x_1 + .16x_2 - 5.42x_1^2 - 3.28 \cdot 10^{-3} \cdot x_2^2 + 2.13 \cdot 10^{-2} \cdot x_1 \cdot x_2$$

$$c_4^T = (344.444 \ 05 \ 51.667 \ 91.667 \ 1.667 \ 2.5)$$

$$y_4(x_1, x_2) := c_{40} + c_{41} \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) + c_{42} \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right) + c_{43} \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right)^2 \dots$$

Модель у природних змінних

$$+ c_{44} \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right)^2 + c_{45} \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right)$$

$$344.44 + 105 \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) + (51.66) \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right) + (-91.66) \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right)^2 \dots$$

$$+ (-1.66) \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right)^2 + (2.5) \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right)$$

$$y_4(x_1, x_2) := 344.44 + 105 \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) + (51.66) \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right) + (-91.66) \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right)^2 \dots$$

$$+ (-1.66) \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right)^2 + (2.5) \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) \cdot \left(\frac{x_2 - 27.5}{17.5} \right)$$

$$y_4(1.245) = 410.28$$

$$y_5(1, 1) = 81.38$$

$$c_5^T = (88.889 \ 16.667 \ 15 \ -13.333 \ 3.333 \ 7.5)$$

$$y_5(x_1, x_2) := c_{50} + c_{51} \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) + c_{52} \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right) + c_{53} \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right)^2 \dots$$

$$+ c_{54} \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)^2 + c_{55} \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)$$

$$88.889 + 16.667 \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) + (-15) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right) + (-13.333) \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right)^2 \dots$$

$$+ (-3.333) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)^2 + (7.5) \cdot \left(\frac{x_1 - 0.6}{0.6} \right) \cdot \left(\frac{x_2 - 75}{45} \right)$$

$$y5(x1, x2) := 88.889 + 16.667 \left(\frac{x1 - 0.6}{0.6} \right) + (-15) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right) + (-13.333) \left(\frac{x1 - 0.6}{0.6} \right)^2 \dots$$

$$+ (-3.333) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)^2 + (7.5) \left(\frac{x1 - 0.6}{0.6} \right) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)$$

$$y5(1.2, 120) = 81.39$$

$$c6^T = (69.889 \quad 4.333 \quad -6.167 \quad -0.333 \quad -0.833 \quad -1.25)$$

$$y6(x1, x2) := c6_0 + c6_1 \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right) + c6_2 \left(\frac{x2 - 75}{45} \right) + c6_3 \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right)^2 \dots$$

$$+ c6_4 \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)^2 + c6_5 \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)$$

$$69.889 + 4.333 \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right) + (-6.167) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right) + (-0.333) \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right)^2 \dots$$

$$+ (-0.833) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)^2 + (-1.25) \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)$$

Модель у
природних
змінних

$$y6(x1, x2) := 69.889 + 4.333 \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right) + (-6.167) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right) + (-0.333) \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right)^2 \dots$$

$$+ (-0.833) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)^2 + (-1.25) \left(\frac{x1 - 1.3}{1.3} \right) \left(\frac{x2 - 75}{45} \right)$$

**Визначення коефіцієнтів математичної
моделі для прогнозування
якості бісквітів**

Використані позначення

Вхідні змінні

x1 – стевізоїд

x2 – цукор

x3 – борошно

x4 – крохмаль

Матриця планування
експерименту скорочена

$$H := \begin{pmatrix} 1 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Вихідні змінні

У1 – органолептична оцінка

У2 – в'язкість

У3 – вміст цукру

У4 – вміст вологи

Матриця вихідних
значень оцінки бісквітів

$$Z := \begin{pmatrix} 26.5 & 1.432 & 15 & 22.8 \\ 13 & 1.558 & 30 & 27.6 \\ 27.5 & 0.885 & 10 & 25 \\ 27.5 & 1.076 & 10 & 28.2 \\ 13 & 1.465 & 30 & 26.6 \\ 11 & 1.174 & 25 & 23.2 \\ 18 & 0.875 & 25 & 31 \\ 27.5 & 1.275 & 15 & 24.4 \\ 24.5 & 1.409 & 20 & 29 \\ 24.5 & 0.811 & 15 & 25 \\ 17 & 1.541 & 30 & 24 \\ 28.5 & 1.541 & 15 & 21 \\ 6.5 & 1.487 & 25 & 26.4 \\ 24 & 1.906 & 10 & 26 \\ 27 & 1.31 & 25 & 27 \end{pmatrix}$$

$$x1 := \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$x2 := \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$x3 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$x4 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ 1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$H := \text{augment}\left(H, x1^2, x2^2, x3^2, x4^2, (x1 \cdot x2), (x1 \cdot x3), (x1 \cdot x4), (x2 \cdot x3), (x2 \cdot x4), (x3 \cdot x4)\right)$$

Матриця планування експерименту повна

Обчислення коефіцієнтів моделі

Перевірка моделі

$$a := (H^T \cdot H)^{-1} \cdot H^T \cdot Z$$

Z =

	1	2	3	4
1	26.5	1.432	15	22.8
2	13	1.558	30	27.6
3	27.5	0.885	10	25
4	27.5	1.076	10	28.2
5	13	1.465	30	26.6
6	11	1.174	25	23.2
7	18	0.875	25	31
8	27.5	1.275	15	24.4
9	24.5	1.409	20	29
10	24.5	0.811	15	25
11	17	1.541	30	24
12	28.5	1.541	15	21
13	6.5	1.487	25	26.4
14	24	1.906	10	26
15	27	1.31	25	27

a =

	1	2	3	4
1	27	1.31	25	27
2	0.7992	0.0633	0.0758	0.7614
3	6.8258	0.0305	-7.5758	-0.9864
4	-2.2992	0.1497	-0.0758	0.4886
5	-0.6515	0.0381	0.1515	-1.3273
6	-3.6667	0.1816	-3.3333	0.5
7	-7.6667	-0.2844	-0.8333	-2.75
8	3.3333	0.4116	-0.8333	-0.4
9	1.1515	-0.3946	-0.1515	1.6273
10	-1.4508	-0.072	-2.4242	1.3614
11	0.4242	0.0743	0.0758	0.1364
12	0.6515	-0.0626	-0.1515	0.7773
13	0.7008	0.0415	-0.0758	-0.1114
14	1.0985	-0.0599	0.1515	0.3727
15	1.0985	0.0111	0.1515	1.4227

H·a =

	1	2	3	4
1	26.5	1.432	15	22.8
2	13	1.558	30	27.6
3	27.5	0.885	10	25
4	27.5	1.076	10	28.2
5	13	1.465	30	26.6
6	11	1.174	25	23.2
7	18	0.875	25	31
8	27.5	1.275	15	24.4
9	24.5	1.409	20	29
10	24.5	0.811	15	25
11	17	1.541	30	24
12	28.5	1.541	15	21
13	6.5	1.487	25	26.4
14	24	1.906	10	26
15	27	1.31	25	27

Математична модель для наступного дослідження

$$y_1(x_1, x_2, x_3, x_4) := a_{1,1} + a_{2,1} \cdot x_1 + a_{3,1} \cdot x_2 + a_{4,1} \cdot x_3 + a_{5,1} \cdot x_4 + a_{6,1} \cdot x_1^2 + a_{7,1} \cdot x_2^2 \dots$$

$$+ a_{8,1} \cdot x_3^2 + a_{9,1} \cdot x_4^2 + a_{10,1} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{11,1} \cdot x_1 \cdot x_3 + a_{12,1} \cdot x_1 \cdot x_4 + a_{13,1} \cdot x_2 \cdot x_3 \dots$$

$$+ a_{14,1} \cdot x_2 \cdot x_4 + a_{15,1} \cdot x_3 \cdot x_4$$

$$y_2(x_1, x_2, x_3, x_4) := a_{1,2} + a_{2,2} \cdot x_1 + a_{3,2} \cdot x_2 + a_{4,2} \cdot x_3 + a_{5,2} \cdot x_4 + a_{6,2} \cdot x_1^2 + a_{7,2} \cdot x_2^2 \dots$$

$$+ a_{8,2} \cdot x_3^2 + a_{9,2} \cdot x_4^2 + a_{10,2} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{11,2} \cdot x_1 \cdot x_3 + a_{12,2} \cdot x_1 \cdot x_4 + a_{13,2} \cdot x_2 \cdot x_3 \dots$$

$$+ a_{14,2} \cdot x_2 \cdot x_4 + a_{15,2} \cdot x_3 \cdot x_4$$

$$y_3(x_1, x_2, x_3, x_4) := a_{1,3} + a_{2,3} \cdot x_1 + a_{3,3} \cdot x_2 + a_{4,3} \cdot x_3 + a_{5,3} \cdot x_4 + a_{6,3} \cdot x_1^2 + a_{7,3} \cdot x_2^2 \dots$$

$$+ a_{8,3} \cdot x_3^2 + a_{9,3} \cdot x_4^2 + a_{10,3} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{11,3} \cdot x_1 \cdot x_3 + a_{12,3} \cdot x_1 \cdot x_4 + a_{13,3} \cdot x_2 \cdot x_3 \dots$$

$$+ a_{14,3} \cdot x_2 \cdot x_4 + a_{15,3} \cdot x_3 \cdot x_4$$

$$y_4(x_1, x_2, x_3, x_4) := a_{1,4} + a_{2,4} \cdot x_1 + a_{3,4} \cdot x_2 + a_{4,4} \cdot x_3 + a_{5,4} \cdot x_4 + a_{6,4} \cdot x_1^2 + a_{7,4} \cdot x_2^2 \dots$$

$$+ a_{8,4} \cdot x_3^2 + a_{9,4} \cdot x_4^2 + a_{10,4} \cdot x_1 \cdot x_2 + a_{11,4} \cdot x_1 \cdot x_3 + a_{12,4} \cdot x_1 \cdot x_4 + a_{13,4} \cdot x_2 \cdot x_3 \dots$$

$$+ a_{14,4} \cdot x_2 \cdot x_4 + a_{15,4} \cdot x_3 \cdot x_4$$

**Моделювання процесу визначення рецептури
бісквітів за заданими показниками якості**

$$Q(x_1, x_2, x_3, x_4) := \begin{pmatrix} y_1(x_1, x_2, x_3, x_4) \\ y_2(x_1, x_2, x_3, x_4) \\ y_3(x_1, x_2, x_3, x_4) \\ y_4(x_1, x_2, x_3, x_4) \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Математична} \\ \text{МОДЕЛЬ показників} \\ \text{якості бісквітів} \end{array}$$

$$q := \begin{pmatrix} 28.5 \\ 1.56 \\ 25 \\ 26 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Бажані значення} \\ \text{показників якості бісквітів} \end{array}$$

**Критерій обчислення
значення складових**

$$R(x_1, x_2, x_3, x_4) := \sum_{i=1}^4 \left[\left[\frac{(Q(x_1, x_2, x_3, x_4))_i - q_i}{q_i} \right] \cdot k_i \right]^2$$

$$k := \begin{pmatrix} 0.3 \\ 0.15 \\ 0.25 \\ 0.3 \end{pmatrix} \quad \text{Вагові коефіцієнти}$$

Початкове значення складових для моделювання

$$x_1 := 0.5 \quad x_2 := 0.5 \quad x_3 := 0.5 \quad x_4 := 0.5$$

$$R_2(x_1, x_2, x_3, x_4) := \left(Q(x_1, x_2, x_3, x_4)_3 - q_3 \right)^2$$

Блок рішення задачі

Умови обмеження величини складовлі, що входить до рецептури

$$-1 \leq x_1 \leq 1 \quad -1 \leq x_2 \leq 1 \quad -1 \leq x_3 \leq 1 \quad -1 \leq x_4 \leq 1$$

Результат рішення задачі

$$c := \text{Minimize}(R, x_1, x_2, x_3, x_4)$$

$$c = \begin{pmatrix} -0.0641 \\ 0.0845 \\ 0.6923 \\ 0.3792 \end{pmatrix}$$

Рекомендоване значення
рецептури

$$(c_1, c_2, c_3, c_4) = \begin{pmatrix} 27.7183 \\ 1.5679 \\ 23.9724 \\ 27.0741 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Прогнозоване} \\ \text{значення} \\ \text{показників} \\ \text{якості за} \\ \text{результатами} \\ \text{моделювання} \end{array} \quad q := \begin{pmatrix} 28.5 \\ 1.56 \\ 30 \\ 26 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Задане} \\ \text{значення} \\ \text{показників} \\ \text{якості} \end{array}$$

$$(c_1, c_2, c_3, c_4) - q = \begin{pmatrix} -0.7817 \\ 7.8817 \times 10^{-3} \\ -6.0276 \\ 1.0741 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{Похибка} \\ \text{прогнозування} \end{array}$$

$$:= c_1 \cdot \left(\frac{0.180 - 0.09}{2} \right) + \frac{(0.18 + 0.09)}{2} \quad x_1 = 0.1321$$

$$:= c_2 \cdot \left(\frac{27.0 - 0}{2} \right) + \frac{(27.0 + 0)}{2} \quad x_2 = 14.6414$$

$$:= c_3 \cdot \left(\frac{22.0 - 16.0}{2} \right) + \frac{(22.0 + 16.0)}{2} \quad x_3 = 21.077$$

$$:= c_4 \cdot \left(\frac{5.0 - 2.5}{2} \right) + \frac{(5.0 + 2.5)}{2} \quad x_4 = 4.224$$

Значення
рецептури
за результатами
моделювання

**Результати досліджень
вмісту токсичних елементів і
радіонуклідів у бісквітах**

В1. Протокол досліджень проб бісквіта «Здоров'я» на вміст важких металів

№ 1678 від 19.11.13

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ					
Назва показувачів і середніх та поми	Виконана контроль-реалія	Одиниці вимірювання	Норма по НТД на продукт	НТД на методи дослідження	
1	2	3	4	5	
Мізь	0,20	мг/кг	10,0	МВВ 081-12-05-98	
Свинцев	0,008	мг/кг	0,5	МВВ 081-12-05-98	
Кадмій	<0,005	мг/кг	0,10	МВВ 081-12-05-98	
Цинк	2,30	мг/кг	30,0	МВВ 081-12-04-98	
Міш'як	<0,04	мг/кг	0,30	ГОСТ 26930-86	
Руть	<0,005	мг/кг	0,02	МУ 5178-90	
Афлатоксин В1	< 0,001	мг/кг	0,005	МУ 2273-80	

Правдиве особм, яка проходила дослідження Белан Н.В. (підпис)

ВИСНОВОК САНІТАРНОГО ЛІКАРЯ Досліджений зразок на визначення показувачами відоміше МВВ 081-12-05-98



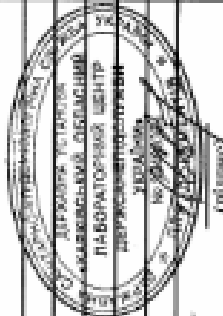

Санітарний лікар Світлана (підпис)

Міністерство охорони здоров'я України Національний центр ДУ "Харківський обласний лабораторний центр Деркасантпідслужби України"	Бол форма за ЗБУД Бол заклад за ЗБУД МЕДИЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ФОРМА № 3406 Затверджено наказом МОЗ України 11.07.2009р №160
ПРОТОКОЛ №1678 досліджень проб харчових продуктів від " 19 " листопада 2013 року	
Назва об'єкта, адреса	Приватна особа Галасюк А.Е. м.Харків, вул. Кавказська,295
Час відбору проб	14.11.2013 <u>вечірня партія</u>
Назва проби	Бісквіт "Здоров'я" вага 1,5 кг
Кількість	1,5 кг
Додаткова інформація дата виготовлення	згідно договору №2679/3,1 від 07.11.2013 11.11.2013

В2. Протокол досліджень проб бісквіта «Легкий» на вміст важких металів

№ 1680 від 19.11.13


Код форми за ВКУД Код аналізу за МКГО	Міністерство охорони здоров'я України Національна академія ДУ "Харківський обласний лабораторний центр Держсанітслужби України"	МБД.ВННА.ДЕКОУМЕНТАЦІЯ ФОРМА № 4436 Затверджена наказом МОЗ України 11.07.2009р. №114
ПРОТОКОЛ №1680 досліджень проб харчових продуктів від " 19 " листопада 2013 року		
Назва об'єкта, адреса	Приватна особа Гасилова А.Е. м. Харків, вул. Калюшівська, 293	
Час відбору проб	14.11.2013 величина партії	
Назва проби	Бісквіт "Легкий" пакет №74331	
Кількість	1,5 кг	
Додаткова інформація дата виконання	згідно договору №26793.1 від 07.11.2013 11.11.2013	

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ				
Назва показника (інгредієнтів та інше)	Вивчена кількість	Одиниці вимірювання	Норма по НТД на продукт	НТД на методи дослідження
1	2	3	4	5
Мізь	0,30	мг/кг	10,0	МВВ 081-12/03-98
Свинець	0,002	мг/кг	0,5	МВВ 081-12/03-98
Кадмій	<0,005	мг/кг	0,10	МВВ 081-12/03-98
Цинк	1,90	мг/кг	30,0	МВВ 081-12/04-98
Мідь	<0,04	мг/кг	0,30	ГОСТ 26930-86
Ртуть	<0,005	мг/кг	0,02	МУ 5178-90
Афлатоксин В1	< 0,001	мг/кг	0,005	МУ 2273-80
Прізвище особи, яка провела дослідження: <u>Белая Н.В.</u> (підпис)				
ВИСНОВОК САНІТАРНОГО ЛІКАРЯ Досліджений зразок за визначеними показниками відповідає <u>МВВ 081-12/03-98</u>				
				
				
Санітарний лікар				

ВЗ. Протокол досліджень проб бісквіта «Збагачений» на вміст важких металів

№ 1679 від 19.11.13

Міністерство охорони здоров'я України Підприємства харчування ДУ "Харківський обласний лабораторний центр Держсанітслужби України"	Код форми за ЗСУД Код заводу за ЗСТО МЕДИЧНА ДОКУМЕНТАЦІЯ ФОРМА № 4/36 Затверджено наказом МОЗ України П.П. 2009р. №160
<p align="center">ПРОТОКОЛ №1679 досліджень проб харчових продуктів від " 19 " листопада 2013 року</p>	
Назва об'єкта, адреса	Приватна особа Гасилова А.Е. м. Харків, вул. Калінінська, 253
Час відбору проб	14.11.2013 величина порції
Назва проб	Бісквіт "Збагачений" пакет №71788
Кількість	1,5 кг
Додаткова інформація дата виготовлення	згідно договору №2679/3, 1 від 07.11.2013 1.11.2013

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ				
Назва показників ієрархія та інше	Величина концентрації	Одиниці вимірювання	Норма по НТД на продукт	НТД на методи дослідження
1	2	3	4	5
Мільк	0,50	мг/кг	10,0	МВВ 081-12/03-98
Свинць	0,006	мг/кг	0,5	МВВ 081-12/03-98
Кадмій	<0,005	мг/кг	0,10	МВВ 081-12/03-98
Цинк	2,70	мг/кг	30,0	МВВ 081-12/04-98
Міш'як	<0,04	мг/кг	0,30	ГОСТ 26930-86
Руть	<0,005	мг/кг	0,02	МУ 5178-90
Афлатоксин В1	< 0,001	мг/кг	0,005	МУ 2273-80
Приватна особа, яка провела дослідження	Белин Н.В.		(підпис)	
ВИСНОВОК САНИТАРНОГО ЛІКАРЯ Досліджений зразок за визначеними показниками відповідає МВВ ІСН 25061-89				
				
Санітарний лікар	<i>С.С.С.</i>		(підпис)	

Міністерство охорони здоров'я України Державна установа «Харківський обласний лабораторний центр Держсанепідслужби України» Лабораторія фізичних факторів 61070, Помірки		Свідоцтво про атестацію № 100-003/2013 від 04 січня 2013 року		
ПРОТОКОЛ № 555 досліджень проб харчових продуктів на вміст радіонуклідів (згідно з договором № 2679/3.1 від 07.11.2013) від 20 листопада 2013 року				
1. Замовник /назва організації/: <u>Приватна особа Гасанова А.Е.</u> (м. Харків-000, вул. Ключківська, 295, кв. 71)				
2. Найменування проби: <u>бісквіти – ливняське печиво (3 дослідні зразки №№ 1361-1363)</u>				
3. Мета дослідження: <u>Дослідження вмісту радіонуклідів у продуктах харчування.</u>				
4. Виробник: <u>Приватна особа Гасанова А.Е., Україна</u>				
5. Дата відбору зразків: <u>14 листопада 2013 року</u>				
6. Дата проведення досліджень: <u>20 листопада 2013 року</u>				
7. Супроводжуючі документи: <u>акт відбору проб харчових продуктів ВЛФХФ від 14.11.2013.</u>				
8. Перелік нормативних та методичних документів: <u>Державні гігієнічні нормативи „Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у продуктах харчування та питній воді”, (ГН 6.6.1.1-130-2006), МВН 4/86(гамма-спектрометрія), МИ 12-05-99, МИ 12-08-99 (бета-спектрометрія).</u>				
9. Дослідження виконувались на обладнанні /назва та дата державної повірки/: Тип приладу: <u>спектрометр гамма-випромінювань СЕГ-002 „АКІ-П” № 3268.</u> Свідоцтво Держпоірки: <u>№ 6505 від 22.07.2013, чинне до 22.07.2014.</u> Тип приладу: <u>спектрометр бета-випромінювань СЕБ-01-150 № 17603.</u> Свідоцтво Держпоірки: <u>№ 10069 від 14.11.2013, чинне до 14.11.2014.</u>				
10. Отримані результати:				
Найменування величини	Питома активність ¹³⁷ Cs, Бк/кг(л)	Питома активність ⁹⁰ Sr, Бк/кг(л)	Показник відповідності В, відн.од.*	Похибка ΔВ, відн.од.**
1. Бісквіт «Здоров'я» патент № 78704 (дослідний зразок № 1361).				
Результати вимірів та розрахунків.	1,04 ± 0,3	3,13 ± 1,2	0,68	0,27
Допустимі рівні та умови за ГН 6.6.1.1-130-2006	20	5	В+0,6ΔВ≤1,0	ΔВ ≤ 0,4***
2. Бісквіт «Збагачений» патент № 71788 (дослідний зразок № 1362).				
Результати вимірів та розрахунків.	1,16 ± 0,3	2,95 ± 1,2	0,65	0,26
Допустимі рівні та умови за ГН 6.6.1.1-130-2006	20	5	В+0,6ΔВ≤1,0	ΔВ ≤ 0,4***
3. Бісквіт «Легкий» патент № 74331 (дослідний зразок № 1363).				
Результати вимірів та розрахунків.	1,02 ± 0,3	2,98 ± 1,1	0,65	0,24
Допустимі рівні та умови за ГН 6.6.1.1-130-2006	20	5	В+0,6ΔВ≤1,0	ΔВ ≤ 0,4***
* - $V = \frac{A_{Cs}}{DP_{Cs}} + \frac{A_{Sr}}{DP_{Sr}}$; ** - $\Delta B = t_p \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta A_{Cs}}{DP_{Cs}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta A_{Sr}}{DP_{Sr}}\right)^2}$. *** Згідно з п. 2.1. нормативів.				
11. Критерій оцінки: 1. В+0,6·ΔВ = <u>0,84</u> , що менше (1,0); 3. В+0,6·ΔВ = <u>0,80</u> , що менше (1,0). 2. В+0,6·ΔВ = <u>0,79</u> , що менше (1,0).				
Інженер лабораторії фізичних факторів (підпис та печатка)			/Ю.П. Дмитренко/	
12. Висновок: досліджені зразки бісквітів за радіологічними показниками відповідають Державним гігієнічним нормативним рівням вмісту радіонуклідів ¹³⁷ Cs і ⁹⁰ Sr у продуктах харчування та питній воді", (ГН 6.6.1.1-130-2006), МВН 4/86(гамма-спектрометрія), МИ 12-05-99, МИ 12-08-99 (бета-спектрометрія), оцінки не нижче 0,95.				
Завідуючий лабораторії фізичних факторів (підпис та печатка)			/Л.М. Мочман/	

**Результати визначень масової
концентрації йоду**

ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Маршєва АМН України»

Лабораторія спеціальних харчових продуктів та епідеміології харчування

Україна, 02660, м.Київ-94, вул.Володимирська, 50, тел./факс (044)559 57 00



«Затверджую»

Керівник лабораторії д.мед.н. професор

[Signature] Козун В.Н.

ПРОТОКОЛ № 5/13

лабораторних випробувань харчової продукції

1. **Мета випробувань.** Визначення масової концентрації Йоду в бісквітах та добавках
2. **Об'єкт (и) випробувань:**
 - 2.1. Бісквіти
 - 2.1.1. Бісквіт «Здоров'я» - Проба № 1
 - 2.1.2. Бісквіт «Збагачений» - Проба № 2
 - 2.2. Добавки
 - 2.2.1. Едмійн - Проба № 3
 - 2.2.2. Стевіозид - Проба № 4
3. **Дата(и) проведення випробувань:** 26.02.2013 р. – 06.03.2013 р.
4. **Результати випробувань:**

№ з/п	Об'єкт випробування	Найменування показника	Результат вимірювань, мг/кг	Примітки
1.	Проба № 1	Масова частка Йоду, мг/кг	2,1570	
2.	Проба № 2	-----	1,7160	
3.	Проба № 3	-----	253,4800	
4.	Проба № 4	-----	5,1251	

5. **Виконавець:**

Старший науковий співробітник

[Signature]

О.Д. Петренко

Методи та засоби вимірювальної техніки, що використовувались для визначення масової концентрації Йоду:

- Визначення вмісту Йоду проводилось методом інверсійної вольтамперометрії на приладі «Екотест-ВА» (ООО "Эконикс-Эксперт", м. Москва, Російська Федерація) у відповідності до «Методики выполнения измерений массовой концентрации йода в пищевых продуктах, продовольственном сырье, пищевых и биологически активных добавках на вольтамперометрическом анализаторе «Экотест-ВА».

**Результати мікробіологічних
досліджень бісквітів**

Таблиця Д1

Назва показника	Кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів (КМАФАнМ), КУО/ 1г	БГКП (колі-форми), в 0,01 г
Норматив для бісквітів без крему та кисломолочного сиру згідно з МБВіСН 5061-89.	5×10^4	не допускаються
Бісквіти упаковані в картонні ящики		
(зберігання $t = 18-20^\circ\text{C}$, $\tau = 3$ доби.)		
«Збагачений»	$2,5 \times 10$	не виявлено
контроль	$6,8 \times 10$	не виявлено
«Здоров'я»	$3,4 \times 10$	не виявлено
«Легкий»	$4,1 \times 10$	не виявлено
(зберігання $t = 18-20^\circ\text{C}$, $\tau = 6$ діб.)		
«Збагачений»	$3,4 \times 10$	не виявлено
контроль	$9,1 \times 10$	не виявлено
«Здоров'я»	$4,7 \times 10$	не виявлено
«Легкий»	$5,9 \times 10$	не виявлено
Бісквіти упаковані в картонні ящики обтягнені поліетиленом		
(зберігання $t = 18-20^\circ\text{C}$, $\tau = 6$ діб)		
«Збагачений»	$3,8 \times 10$	не виявлено
контроль	$9,7 \times 10$	не виявлено
«Здоров'я»	$4,7 \times 10$	не виявлено
«Легкий»	$6,7 \times 10$	не виявлено
(зберігання $t = 18-20^\circ\text{C}$, $\tau = 9$ діб)		
«Збагачений»	$6,4 \times 10$	не виявлено
контроль	$1,2 \times 10^2$	не виявлено
«Здоров'я»	$6,8 \times 10$	не виявлено
«Легкий»	$8,5 \times 10$	не виявлено

(зберігання $t = 18-20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 12$ діб)		
Продовження таблиці Д1		
«Збагачений»	$9,5 \times 10$	не виявлено
контроль	$2,1 \times 10^2$	не виявлено
«Здоров'я»	$0,3 \times 10^2$	не виявлено
«Легкий»	$1,3 \times 10^2$	не виявлено
(зберігання $t = 18-20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 16$ діб)		
«Збагачений»	$1,4 \times 10^2$	не виявлено
контроль	$2,3 \times 10^2$	не виявлено
«Здоров'я»	$1,7 \times 10^2$	не виявлено
«Легкий»	$1,9 \times 10^2$	не виявлено
Бісквіти упаковані в пакети із БОПП		
(зберігання $t = 18-20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 6$ діб)		
«Збагачений»	$6,3 \times 10$	не виявлено
контроль	$1,2 \times 10^2$	не виявлено
«Здоров'я»	$5,8 \times 10$	не виявлено
«Легкий»	$7,2 \times 10$	не виявлено
(зберігання $t = 18-20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 9$ діб)		
«Збагачений»	$9,7 \times 10$	не виявлено
контроль	$2,1 \times 10^2$	не виявлено
«Здоров'я»	$7,9 \times 10$	не виявлено
«Легкий»	$9,2 \times 10$	не виявлено
(зберігання $t = 18-20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 12$ діб)		
«Збагачений»	$2,4 \times 10^2$	не виявлено
контроль	$3,2 \times 10^2$	не виявлено
«Здоров'я»	$1,1 \times 10^2$	не виявлено
«Легкий»	$1,3 \times 10^2$	не виявлено
(зберігання $t = 18-20^{\circ}\text{C}$, $\tau = 16$ діб)		
«Збагачений»	$4,3 \times 10^2$	не виявлено
контроль	$5,1 \times 10^2$	не виявлено
«Здоров'я»	$2,5 \times 10^2$	не виявлено

«Легкий»	$3,7 \times 10^2$	не выявлено
----------	-------------------	-------------

**Відносні показники оцінки
органолептичних властивостей
бісквітів**

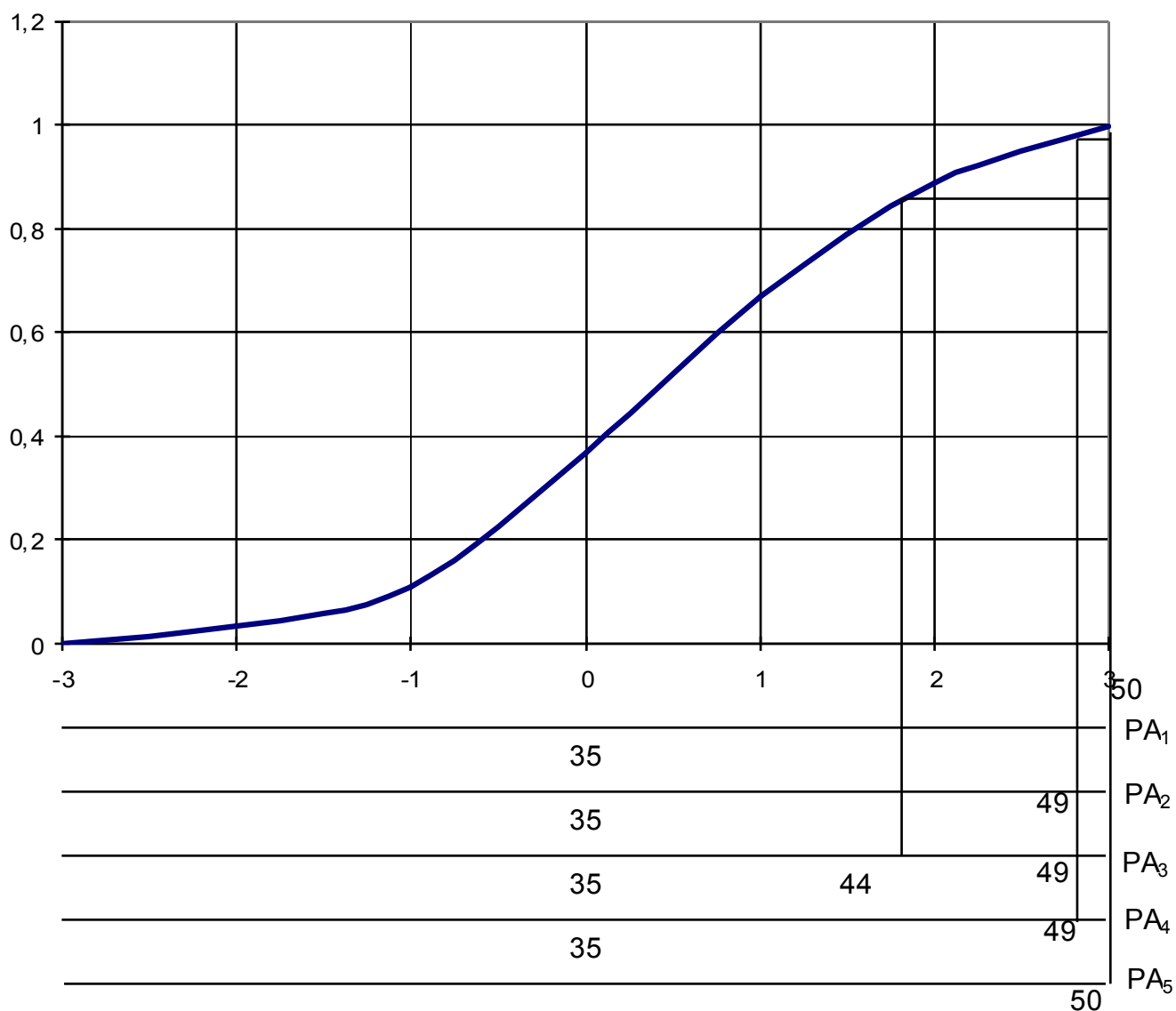


Рис. 1. Знаходження відносних показників оцінок органолептичних властивостей бісквітів: зовнішній вигляд (PA₁), колір скоринки (PA₂), стан м'якушки (PA₃), запах (PA₄), смак (PA₅)

Вагомість показників якості бісквітів

Таблиця Ж1 –Вагомість показників якості за групами властивостей для бісквітів(за даними експертної групи)

Експерт	<i>Коефіцієнти вагомості</i>																
	Групи властивостей А					Групи властивостей В					Групи властивостей С				Групи властивостей D		
	МА ₁	МА ₂	МА ₃	МА ₄	МА ₅	МВ ₁	МВ ₂	МВ ₃	МВ ₄	МВ ₅	МС ₁	МС ₂	МС ₃	МС ₄	МD ₁	МD ₂	МD ₃
1	0,18	0,15	0,25	0,15	0,27	0,12	0,21	0,25	0,25	0,17	0,25	0,2	0,22	0,33	0,38	0,23	0,39
2	0,18	0,16	0,28	0,12	0,26	0,1	0,23	0,26	0,26	0,15	0,25	0,23	0,18	0,34	0,38	0,22	0,4
3	0,19	0,12	0,26	0,15	0,28	0,11	0,24	0,26	0,24	0,15	0,28	0,22	0,19	0,31	0,4	0,19	0,41
4	0,16	0,1	0,27	0,19	0,28	0,13	0,22	0,27	0,24	0,14	0,29	0,24	0,18	0,29	0,39	0,21	0,4
5	0,16	0,11	0,24	0,17	0,32	0,11	0,23	0,26	0,24	0,16	0,26	0,24	0,17	0,33	0,4	0,19	0,41
6	0,15	0,12	0,24	0,17	0,32	0,09	0,22	0,28	0,24	0,17	0,25	0,26	0,19	0,3	0,39	0,19	0,42
7	0,17	0,1	0,27	0,18	0,28	0,11	0,2	0,29	0,23	0,17	0,27	0,27	0,17	0,29	0,38	0,19	0,43
8	0,15	0,11	0,28	0,15	0,31	0,11	0,21	0,3	0,22	0,16	0,3	0,26	0,16	0,28	0,4	0,18	0,42
	0,17	0,12	0,26	0,16	0,29	0,11	0,22	0,27	0,24	0,16	0,27	0,24	0,18	0,31	0,39	0,20	0,41

Таблиця Ж2 –Вагомість міжгрупових показників якості для бісквітів
(за даними експертної групи)

Експерт	<i>Коефіцієнти вагомості для групи властивостей</i>			
	MA ₀	MB ₀	MC ₀	MD ₀
1	0,31	0,34	0,25	0,1
2	0,29	0,33	0,24	0,14
3	0,31	0,34	0,24	0,11
4	0,29	0,35	0,26	0,1
5	0,29	0,35	0,24	0,12
6	0,32	0,33	0,25	0,1
7	0,3	0,34	0,26	0,1
8	0,31	0,32	0,25	0,12
	0,30	0,34	0,25	0,11

Наукове електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

РАДЧЕНКО Анна Едуардівна
ДЮКАРЕВА Галина Іванівна
СОКОЛОВСЬКА Олена Олександрівна
БІЛЕЦЬКА Яна Олександрівна

ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ БІСКВІТІВ ІЗ ЕЛАМІНОМ ТА СТЕВІОЗИДОМ

Монографія

Відповідальний за випуск зав. кафедри товарознавства та експертизи
товарів д-р техн. наук А. А. Дубініна

Техн. редактор А.О. Гончарова

План 2018 р., поз. 74 /

Підп. до друку 05.04.2018 р. Один електронний оптичний диск (CD-ROM);
супровідна документація. Об'єм даних 3,6 Мб. Тираж 100 прим.

Видавець і виготівник
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 4417 від 10.10.2012 р.

